

# SCIENCE & VIE

Les physiciens  
et  
le "psi"

L'interféron :  
1<sup>er</sup> "antibiotique"  
contre les virus

Satellite TV :  
bataille pour la  
4<sup>e</sup> chaîne

## POURQUOI L'OR VAUT DE L'OR



Un atome d'or  
79 électrons  
79 protons  
118 neutrons

VOTRE ESPÉRANCE DE VIE  
CALCULÉE PAR  
L'ORDINATEUR

8 F

N° 750 / BELGIQUE 60 FB / SUISSE 4 FS / CANADA \$ 2,25 / ESPAGNE 150 P

-ça va les chevilles?



En laine mélangée, à grosses côtes, blanc.

Chaussettes Dim pour hommes,  
pour être bien jusqu'au bout.



# n'oubliez plus l'anniversaire de votre mariage



...jouez aux dés avec votre chrono quartz!



**CE FANTASTIQUE CHRONO-RÉVEIL A QUARTZ DIFOR ENREGISTRE LA DATE (JOUR ET MOIS) QUE VOUS DÉSIREZ ET VOUS LA RAPPELLE LE JOUR VENU.** La fonction « Mémo-date » vous rappellera le jour enregistré à l'avance, en faisant « clignoter » le cadran par apparition alternée du calendrier et de l'heure.

**D'AUTRE PART, IL JOUE AUX DÉS A VOS MOMENTS DE DÉTENTE.**

(Deux chiffres de 1 à 6 apparaissent, au hasard, sur le cadran par simple pression d'un poussoir. Exemple: notre photo, le 3 et le 6).

Ajoutons qu'il chronomètre jusqu'à 60 heures, compte à rebours sur demande, et bien entendu, donne l'heure à la seconde près. Son calendrier indique la date et le mois, programmé jusqu'au 29 Février 1984. Sa fonction « réveil » vous rappelle d'un bip-bip sonore (à travers la grille du vibreur) l'heure que vous avez inscrite en mémoire, à la minute près. Et c'est un beau et solide chrono, avec son boîtier chromé au profil moderne, son bracelet-ceinture réglable en acier inox, son verre minéral pratiquement inrayable. Grâce à la trappe d'accès, vous changez vous-même la pile (non polluante, à l'oxyde d'argent).

Demandez-le vite à l'essai: vous aurez trente jours pour jouer aux dés, le mémo-date pourra vous rappeler, à la fin du mois, qu'il est temps de confirmer votre commande!



**585 F**  
seulement  
**118 f**  
de caution

**30 JOURS A L'ESSAI**

## Compteur numérique

Cette nouvelle possibilité vous permet les comptages de toute action répétitive ou cumulative. A partir de 0000 unités, chaque pression vous pouvez enregistrer ainsi jusqu'à 5999 unités. Ce compteur a des applications nombreuses dans un atelier, un laboratoire, un stade ou à la maison: comptage de pièces, de passages de voitures, nombre de visiteurs ou de participants à une fête ou une réunion, total des points dans un match, ou un jeu, nombre d'erreurs dans un test; (et d'autres usages amusants, par exemple combien de fois le mot « euh... » dans une conversation! etc...)

**FONCTION HORAIRE**  
Cycle 12 h. ou 24 h.  
Heure, Minutes, Secondes  
Jour (index).



**CALENDRIER PROGRAMME**  
Mois, Date, Jour (index).



**CHRONO** Maximum 60 heures  
Minutes, Secondes, Dixièmes,  
puis Heures, Min, Sec



**RÉVEIL** (heure de sonnerie)  
Heure, Minutes.



**JEU DE DÉS**  
Deux chiffres de 1 à 6.



### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES :

- Affichage 6 chiffres bien contrastés, par cristaux liquides, (lecture permanente).
- Cycle 24 heures ou 12 heures.
- Fonction-horaire: heure, minutes, secondes.
- Fonction calendrier: programmé pour les mois de 31, 30 et 28 jours, jour date et mois.
- Chronographe 59 minutes, 59 secondes, 9/10<sup>e</sup>, puis à la seconde jusqu'à 60 heures
- Compte à rebours au 1/10<sup>e</sup> sur 60 heures. Réglage sonnerie: heure et minutes.
- Date mémo: rappel d'une date préalablement enregistrée.
- Jeu de dés: apparition aléatoire de 2 chiffres par poussoir.
- Compteur numérique jusqu'à 5999.
- Témoins: de fonctionnement de sonnerie; des fonctions utilisées.
- Signal sonore
- Boîtier chromé, fond et bracelet-ceinture réglable acier inox
- Trappe d'accès aux piles
- Verre minéral.

Difor vous garantit: ● échange ou remboursement pendant 1 mois ● 1 an de garantie totale ● prix net - port compris

Réf. 95907 763  
Prix comptant : 585 F  
(118 F de caution + 467 F après mois d'essai)  
Prix crédit : 622 F (118 F de caution + 4 mensualités de 126 F)

Offre valable jusqu'à épuisement des stocks

## BON POUR 1 MOIS D'ESSAI OU CATALOGUE GRATUIT

à retourner à DIFOR service 47 P 903 25011 BESANÇON CEDEX

EN CADEAU : CE RAVISSANT  
TOUR DE COU DORE A L'OR FIN  
avec vrai saphir



Vous garderez en cadeau ce très élégant "tour de cou" entièrement doré à l'or fin, avec chaîne gourmette de 42 cm, même si vous décidez de nous retourner votre achat. Le cœur délicatement découpé met en valeur un petit saphir véritable de 4/100<sup>e</sup> de carat, serti sur chaton.

● Veuillez me faire parvenir pour 30 jours, sans engagement de ma part, le chrono-dés à quartz DIFOR

- Réf. 95907 763
- ci-joint dans la même enveloppe ma caution de 118 F (mandat-lettre ou chèque),
  - caution payable au facteur (+ frais de contre-remboursement)
- (la caution non jointe dans l'enveloppe donne lieu à l'envoi d'office contre-remboursement)
- Si à la fin du mois d'essai, je suis convaincu et si je désire conserver mon chrono-dés à quartz DIFOR, je vous réglerai (prix, port compris):
  - Comptant : 585 F
  - Crédit : 622 F } moins ma caution de 118 F (dossier crédit joint à l'envoi à l'essai).

Dans le cas contraire, je vous réexpédierai en recommandé mon chrono-dés à quartz DIFOR et vous me rembourserez intégralement ma caution.

M.  Mme  Mlle  \_\_\_\_\_

Prénom \_\_\_\_\_

Résidence \_\_\_\_\_

N° \_\_\_\_\_ Rue \_\_\_\_\_

Ville \_\_\_\_\_

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

Date de naissance \_\_\_\_\_

Profession \_\_\_\_\_

Etes-vous déjà client :  oui

non

SIGNATURE \_\_\_\_\_

(pour les mineurs, signature des parents)

Je désire recevoir sans engagement le catalogue géant DIFOR tout en couleurs.

TEG 19.11% + TVA D05 2273 HAVAS CENTRESTUDION 282

# savoir

---

**LES PHYSICIENS  
SAISIS PAR LE PSI**

**p. 22**  
par Michel Eberhardt

---

**TOUTES  
LES PLANÈTES ONT  
DES ANNEAUX**

**p. 28**  
par Pierre Kohler

---

**L'ÉTOILE QUI AVANCE  
ET QUI RECULE A LA FOIS**

**p. 35**  
par Pierre Kohler

---

**CALCULATRICES :  
QUELQUES ASTUCES  
COMPLÉMENTAIRES**

**p. 38**  
par Renaud de la Taille

---

**POURQUOI L'OR VAUT DE L'OR**

**p. 40**  
par Renaud de la Taille

---

**LA MOLÉCULE MERVEILLEUSE  
QUI CAPTURE LE PLUTONIUM**

**p. 47**  
par François Harrois-Monin

---

**ON VA POUVOIR  
FABRIQUER DE  
L'INTERFÉRON EN MASSE**

**p. 50**  
par Gérald Messadié  
Enquêtes aux États-Unis : François Harrois-Monin ;  
en Suisse : Alexandre Dorozynski ;  
en France : Pierre Rossion et Jacqueline Denis

---

**LES FRANÇAIS  
ET LES TROUS DE L'ADN**

**p. 58**  
par Pierre Rossion

---

**L'ORDINATEUR CALCULE  
VOTRE ESPÉRANCE DE VIE**

**p. 60**  
par François Harrois-Monin

---

**LES RENARDS, PORTEURS  
D'UNE AUTRE MALADIE MORTELLE  
POUR L'HOMME**

**p. 67**  
par Pierre Rossion

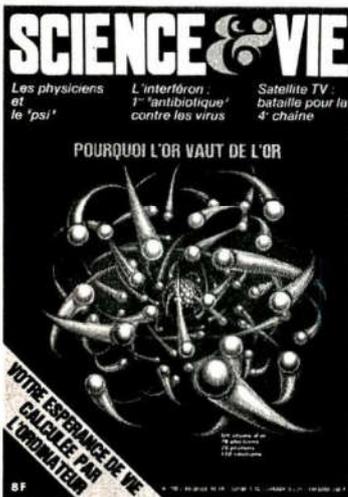
---

**CHRONIQUE DE LA RECHERCHE**

**p. 73**  
dirigée par Gérald Messadié

---

# LE MARS



Sommaire  
Mars 80  
N° 750  
Tome CXXXI

Dessin  
Jean-Luc  
Gosse

# LE MARS EN MARS EN MARS EN MARS

# pouvoir

# utiliser

---

## **La guerre de la télé spatiale**

p. 80

par Jacqueline Denis  
Enquête : Martine Castello  
par Sophie Seroussi

---

## **Rhin: les Français polluent, les Hollandais trinquent**

p. 90

par Sophie Seroussi

---

## **Où en est aujourd'hui le dessalement de l'eau**

p. 99

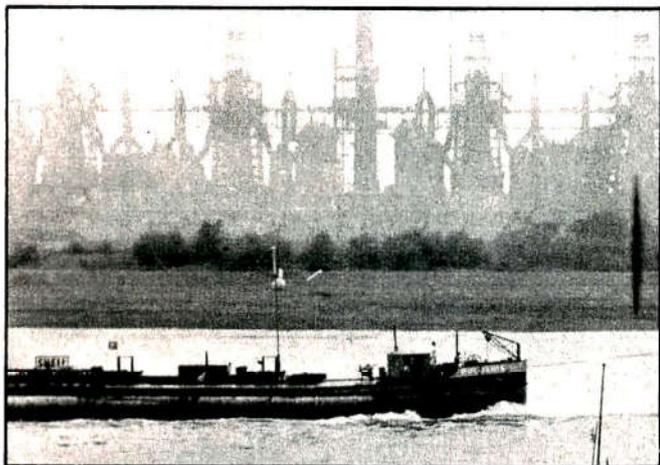
par Yves Hoffer

---

## **Chronique de l'industrie**

p. 103

dirigée par Gérard Morice



Trop de sel dans le Rhin : les Hollandais en colère.



L'interféron, aussi important que les antibiotiques ?

---

## **UNE AILE DELTA A MOTEUR DE TONDEUSE A GAZON**

p. 112

par Alain Guillou

---

## **UNE CAMÉRA POUR FILMER DANS L'EAU TROUBLE**

p. 114

par Pierre Penel et Olivier Gutron

---

## **LES JEUX**

p. 118

par Pierre Aroutcheff, Pierre Berloquin, Luc Fellot, Olivier Gutron, Pierre Penel, Alain Ledoux, Pierre Kohler, Renaud de la Taille, Jean Tricot et Peter Watts

---

## **HI-FI: LE MARCHÉ DES VIDÉO-CASSETTES**

p. 134

par Alain Belz

---

## **UN DENTIFRICE MIS AU POINT PAR UNE FACULTÉ**

p. 138

par Gérard Morice

---

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

p. 140

---

## **CHRONIQUE DE LA VIE PRATIQUE**

p. 143

dirigée par Luc Fellot

---

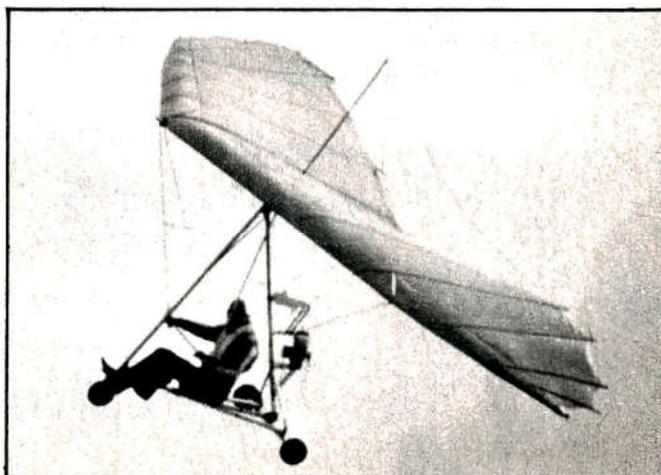
## **LA LIBRAIRIE DE SCIENCE & VIE**

p. 150

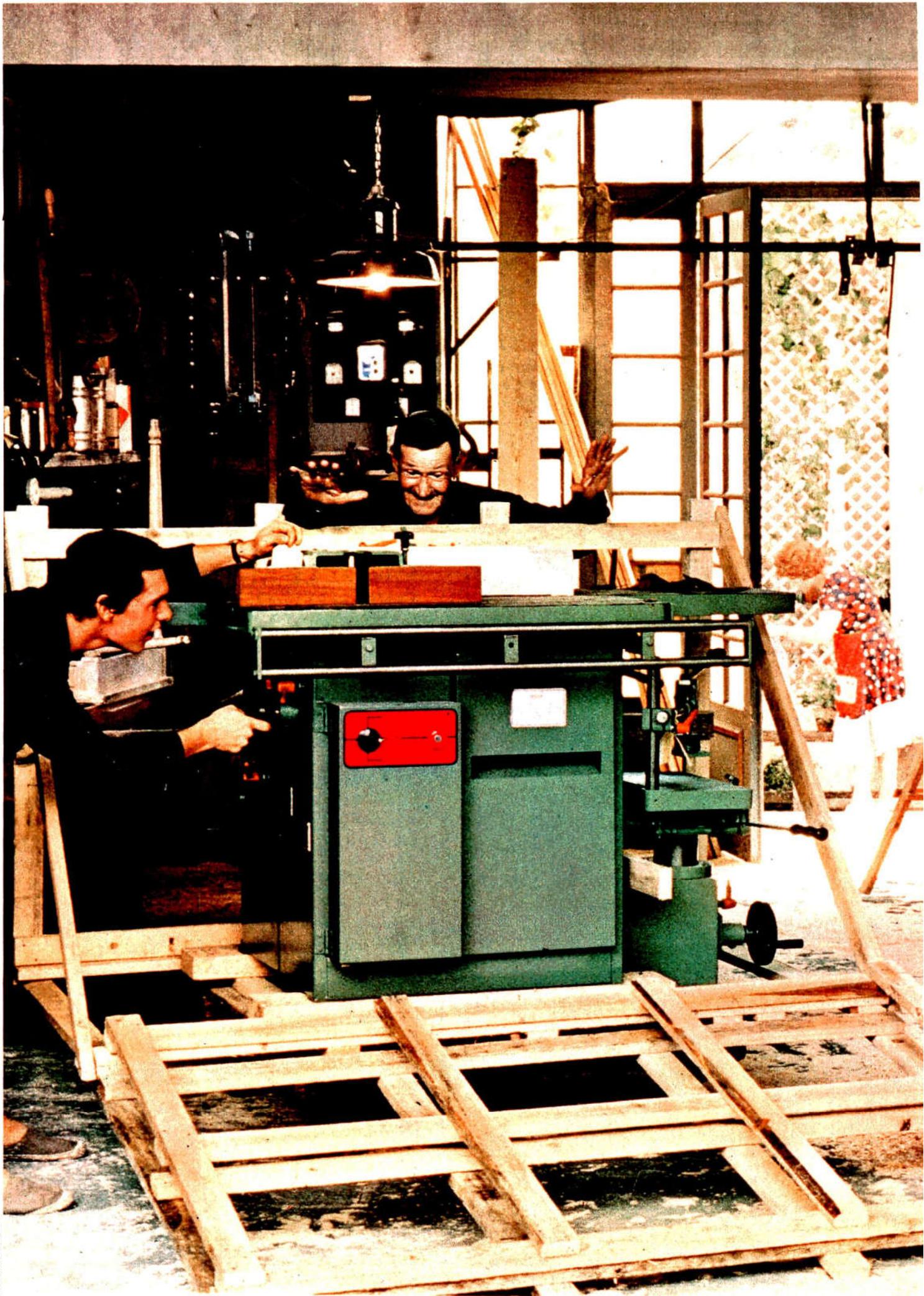
Encart « Club Français du Livre » p. 1 à 4

Encart « Jeux et Stratégie » p. 125 à 126

Encart « Science et Vie » (diffusion France) p. 167 à 168



Une aile delta plus un moteur, voici l'hélicoptère.





Le bon sens ça s'apprend.



**Le bon sens c'est un métier.**

C'est en allant voir leurs clients que les hommes du Crédit Agricole ont appris à bien les conseiller.

C'est en les écoutant longtemps parler de leur métier qu'ils ont appris à mieux comprendre leurs besoins et à y répondre.

Plus rapidement et plus efficacement.

Pouvoir offrir à ses clients les services d'une grande banque, c'est le rôle du Crédit Agricole.

Bien connaître chacun de ses clients afin de mieux l'aider, c'est la règle d'or des hommes qui y travaillent. Et c'est aussi le bon sens.



**Le bon sens près de chez vous.**



Des méthodes modernes  
permettent maintenant  
d'acquérir très vite  
une mémoire excellente

## Comment obtenir LA MÉMOIRE ÉTONNANTE dont vous avez besoin

15 ans d'expérience

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'Études, 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 ranger 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.

Existe en 4 langues (français, anglais, allemand, portugais).

Vous pouvez consulter ou acheter la méthode MÉMO-DIDACT directement au CENTRE D'ÉTUDES, 1, avenue Stéphane-Mallarmé, 75017 PARIS.

### GRATUIT

Découpez ce bon ou recopiez-le  
et adressez-le à : Service M14 B

Centre d'Études, 1, avenue Stéphane-Mallarmé, 75017 PARIS.

Veillez m'adresser le livret gratuit "Comment acquérir une mémoire prodigieuse" et me donner tous les détails sur l'avantage indiqué. Je joins 2 timbres à 1,50 F pour frais. (Pour pays hors d'Europe, joindre trois coupons-réponse).

MON NOM

(en majuscules S.V.P.)

MON ADRESSE

Code

postal

Ville

# SCIENCE & VIE

Publié par

EXCELSIOR PUBLICATIONS, S.A.

5, rue de la Baume - 75008 Paris

Tél. 563.01.02

**Direction, Administration**

Président : Jacques Dupuy

Directeur Général : Paul Dupuy

Directeur administratif et financier : J.-P. Beauvalet

**Rédaction**

Rédacteur en Chef : Philippe Cousin

Rédacteur en chef adjoint : Gérald Messadié

Chef des informations, rédacteur en chef adjoint

Jean-René Germain

Secrétaire général de rédaction : Luc Fellot

Secrétaire de rédaction : Edith Pillain

Michel Eberhardt

Renaud de la Taille

Gérard Morice

Alexandre Dorozynski

Pierre Rossion

Jacques Marsault

Alain Ledoux

Françoise Harrois-Monin

Sophie Seroussi

Michel de Pracontal

Jacqueline Denis-Lempereur

**Illustration**

Anne Lévy

Photographes : Miltos Toscas, Jean-Pierre Bonnin

**Maquette**

Mise en page : Natacha Sarthoulet

Assistante : Virginia Silva

**Documentation** : Anne-Françoise Montaron

**Correspondants**

New York : Sheila Kraft, 625 Main Street

Roosevelt Island

New York - 10044

Londres : Louis Bloncourt - 16, Marlborough Crescent

London W 4, 1 HF

**Promotion - Diffusion**

Directeur : Paul Cazenave

Assistante : Elisabeth Drouet

Directrice des Ventes : Ariane Carayon

Maquette : Guy Le Bourre

**Publicité**

Excelsior Publicité - Interdeco

67, Champs-Élysées - 75008 Paris - Tél. 225.53.00

Chef de publicité : Hervé Lacan

Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS

Numéro de Commission paritaire : 57284



**A nos abonnés**

**BVP**

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.

### A nos lecteurs

● Nos reliures : Destinées chacune à classer et à conserver 6 numéros de SCIENCE ET VIE peuvent être commandées par 2 exemplaires au prix global de 32 F Franco (Pour les tarifs d'envois à l'étranger, veuillez nous consulter).

● Notre Service Livre : Met à votre disposition les meilleurs ouvrages scientifiques parus. Vous trouverez tous renseignements nécessaires à la rubrique « La Librairie de SCIENCE ET VIE ».

● Les Numéros déjà parus : La liste des numéros disponibles vous sera envoyée sur simple demande.

### Correspondance et règlement

● ADRESSE : 5, rue de la Baume - Paris (8<sup>e</sup>).

● MODALITES DE PAIEMENT :

— Règlement joint à la commande, C. Bancaire - C.C.P. - Mandat Lettre - libellés à l'ordre de Science et Vie.

— Pour les C.C.P. transmettre directement les 3 volets sans indiquer de numéro de compte.

● FACTURES : Emises sur demande pour un montant supérieur à 30 F uniquement.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.  
Copyright 1980 « Science et Vie ».

Cet ouvrage sera tiré selon le nombre de souscriptions et  
relié au fur et à mesure des demandes.

## le livre capital sur la peinture

# LE TRAITÉ DE LA PEINTURE de LÉONARD DE VINCI

Ce texte, toujours d'actualité, est aujourd'hui introuvable dans sa  
totalité. Jean de Bonnot propose aux amateurs de livres rares et pré-  
cieux cette œuvre magistrale dans ses versions française et italienne.

Le **TRAITÉ DE LA PEINTURE** qui  
révèle les secrets perdus du "Grand Art",  
comporte notamment les étonnants des-  
sins de Léonard figurant dans les manus-  
crits originaux.

Traduction nouvelle d'André Keller,  
diplômé de la Société Dante Alighieri de  
Rome, précédée par la biographie de  
Léonard rédigée en 1550 par Giorgio  
Vasari.

Toujours épris de raretés, Jean de  
Bonnot a retrouvé l'édition italienne du  
Traité, imprimée à Bologne en 1786, où  
figurent les dessins de Léonard de Vinci,  
gravés d'après les interprétations de  
Nicolas Poussin.

En tout, 307 illustrations parfaite-  
ment reproduites en partant directement  
des gravures originales de l'époque.

Edition en un volume unique d'envi-  
ron 600 pages, grand format in-quarto  
(21 x 27 cm).

Cette édition intégrale du "Traité de  
la Peinture" de Léonard de Vinci est un  
livre précieux par la noblesse de ses maté-  
riaux et sa fabrication dans les grandes  
traditions de l'artisanat ancien : plein  
cuir de mouton d'une seule pièce pour la  
reliure et or fin véritable pour le décor du  
dos et de la tranche supérieure, frappe à  
froid des deux plats, papier vergé chiffon



à la forme ronde filigrané dans la masse,  
pages de garde, signet et tranchefiles as-  
sortis.

Quel surprenant personnage que  
Léonard! Il domine toute la Renaissance  
et son influence se manifeste jusqu'à nos  
jours. Son Traité notamment a guidé tous  
les grands maîtres de la peinture, de Rubens  
aux impressionnistes. Les cubistes eux-  
mêmes et les artistes les plus révolution-  
naires d'aujourd'hui y ont trouvé matière  
à réflexion. On peut dire sans exagération  
que la compréhension de la peinture passe  
par Léonard et son Traité. Ce livre est une  
somme. On y trouve à côté des conseils  
pratiques pour peindre, dessiner, construire  
un tableau, des pensées et des réflexions  
d'une élévation d'esprit qui rejoint Pascal.

Peintre, sculpteur, architecte, urbaniste,  
ingénieur, anatomiste, physicien, il était  
universel et eut un destin à la mesure de  
son génie. Fils naturel et sans fortune, il  
vécut dans l'intimité des grands et mou-  
rut en France dans les bras de François I<sup>er</sup>  
à qui il légua la Joconde, le 2 mai 1519.

### Garantie de fabrication

J'atteste que mon papier est un véritable papier  
chiffon, vergé au naturel; que les peaux de mou-  
ton de mes reliures sont coupées d'une seule pièce  
sans couture ou collage apparent ou caché; que les  
fers utilisés pour le décor des plats et du dos sont  
gravés à la main et signés;  
que l'or employé est de l'or  
véritable titrant 22 carats.

*Jean de Bonnot*

ci-dessus spécimen du dos de la reliure réduit.

## CADEAU

Les souscripteurs qui renver-  
ront leur bulletin dans la se-  
maine, recevront, avec cet envoi,  
une estampe originale sur bois  
représentant un paysage.

Cette gravure de 14 x 21 cm  
est une véritable petite œuvre  
d'art, numérotée et signée par  
l'artiste. Elle leur restera acqui-  
se, quelle que soit leur décision.

Jean de Bonnot.

**BON** à renvoyer à JEAN DE BONNOT  
7 fg St-Honoré, 75392 Paris Cédex 08

28

Envoyez-moi, à l'adresse ci-dessous, le volume du Traité de la Peinture de Léonard de Vinci  
auquel vous joindrez ma gravure en cadeau. Quelle que soit ma décision, je garderai  
ma gravure.

Deux possibilités de paiement me sont proposées (mettre  
une croix dans la case choisie) :

régler à réception, au facteur, la somme de 187,50 F  
+ 28,10 F de frais de port T.T.C., soit 215,60 F.

joindre à ce bon de souscription un chèque de 187,50 F.

Je bénéficie alors des frais de port qui restent à votre charge.

Si je ne suis pas convaincu de la valeur et des soins apportés  
à la réalisation de cet ouvrage et décide de vous le renvoyer,  
je serai intégralement remboursé de la somme versée, y  
compris des frais de port si j'ai réglé à réception.

Nom .....  
Prénoms .....  
Adresse .....  
Code postal .....  
Ville .....  
Signature .....



## *Mon voisin fait de la fléole noueuse...*

“ Ça fait 10 ans que j'ai de la fléole noueuse... et j'en suis très content !

Celui qui parle ainsi n'est pas un rhumatisant. C'est mon voisin, un fameux jardinier.

Pour le gazon il en connaît un brin. L'an dernier, il m'a conseillé un mélange de fléole et de ray-grass anglais. En mai, j'avais un vrai tapis. Je lui dois aussi de m'avoir fait choisir une tondeuse à essence. Ma femme voulait une électrique, qui fait moins de bruit. Il a fait un calcul : avec notre surface - 1200 m<sup>2</sup> - ça faisait plus de 50 mètres de câble !

Ma seule initiative, c'est d'être allé acheter ma tondeuse chez Carrefour. La même que la sienne. Le plus cocasse, c'est que je l'ai payée moins cher que lui. Je n'ai pas pu m'empêcher de le lui dire. Depuis, il lui arrive aussi de me demander conseil...”

*Le jardinage chez Carrefour*, c'est, en plus des tondeuses et des motoculteurs, un grand choix d'outils et d'accessoires pour le jardin, d'engrais et de bulbes à planter... bien entendu à prix Carrefour.

# SCIENCE & VIE

## BULLETIN D'ABONNEMENT

à retourner accompagné de son règlement

à  
SCIENCE ET VIE

5, rue de la Baume 75008 PARIS

### ● JE DÉSIRES M'ABONNER POUR :

- 1 An       1 An + Hors Série  
 2 Ans       2 Ans + Hors Série

A compter du numéro de \_\_\_\_\_

NOM \_\_\_\_\_

PRÉNOM \_\_\_\_\_

ADRESSE \_\_\_\_\_

CODE POSTAL \_\_\_\_\_

VILLE \_\_\_\_\_

### ● J'ÉTABLIS MON TITRE DE PAIEMENT DE \_\_\_\_\_ F PAR

- Chèque bancaire       Mandat-lettre  
 CCP 3 volets (sans indiquer de numéro de compte)

A l'ordre de SCIENCE ET VIE

Etranger : mandat international ou  
chèque bancaire compensable à Paris.

Signature : \_\_\_\_\_



## POUR VOUS ABONNER

Vous avez donc le choix entre deux formules :

- l'abonnement simple aux seuls numéros mensuels.
- vous désirez recevoir, en outre, les quatre hors série thématiques, de parution trimestrielle.

### NOS TARIFS

	France ZF	Etranger
1 an 12 N <sup>os</sup>	92 F	125 F
1 an 12 N <sup>os</sup> + 4 HS	136 F	175 F
2 ans 24 N <sup>os</sup>	175 F	240 F
2 ans 24 N <sup>os</sup> + 8 HS	263 F	340 F

### NOS CORRESPONDANTS ÉTRANGERS

**BENELUX :** S.A. Imprimerie et Journal LA MEUSE  
8-12, bd de la Sauvenière 4000 LIÈGE  
CCP 000-0274890-89

1 AN : 600 FB

1 AN + 4 HS : 900 FB

**CANADA ET U.S.A. :** PERIODICA inc. C.P. 220  
Ville Mont Royal P.Q. CANADA H3P 3C4

1 AN : \$ 24

1 AN + 4 HS : \$ 32

**SUISSE :** NAVILLE ET CIE 5-7, rue Levrier  
1211 GENÈVE 1 SUISSE

1 AN : 50 FS

1 AN + 4 HS : 70 FS

**RECOMMANDÉ ET PAR AVION :** nous consulter.

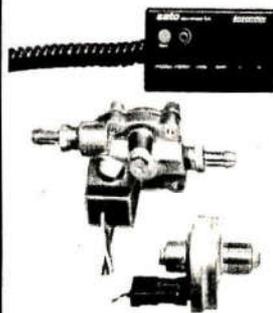
# ECONOMETRE SATO

APPAREILS DE PRÉSERIE

## MONTEZ VOTRE ORDINATEUR DE BORD VOUS-MEME



« A TOUT INSTANT,  
TOUTES LES INFORMATIONS  
POUR UNE CONDUITE ECONOMIQUE »



L'économètre SATO est un ordinateur de bord réalisé grâce aux technologies les plus avancées en matière de microprocesseurs

Il indique :

- La consommation instantanée de carburant exprimée en litres aux 100 km.
- La consommation moyenne depuis le départ.
- La consommation totale depuis le départ.
- La vitesse moyenne depuis le départ.
- Le temps écoulé depuis le départ.
- L'heure précise (montre à quartz).

Ces fonctions sont connectées par une simple pression sur la touche correspondante.

L'appareil se compose de trois pièces essentielles :

- Un ordinateur qui se fixe au tableau de bord (affichage digital par diodes 7 segments ROUGES).
- Un débitmètre qui se monte sur la durite d'arrivée d'essence près du carburateur.
- Un capteur de vitesse qui se monte sur le câble du compteur.

L'achat d'un économètre SATO constitue un **investissement rentable à court terme...** En effet, l'amélioration de la conduite qu'il permet entraîne des diminutions de consommation pouvant atteindre 20% (Agence pour les Economies d'Énergie).

Cette offre s'adresse tout spécialement à ceux qui, intéressés par les techniques de pointe, sans être experts, sont cependant aptes à faire seuls et sans difficulté, des montages électriques et mécaniques simples.

Une notice de montage claire et complète est jointe à l'appareil. Le temps de montage variable en fonction des modèles de voitures peut être estimé en moyenne à 1 h 30.

L'appareil est livrée en kit complet et s'adapte sur **tous les modèles d'automobile à carburateur. IL EST GARANTI UN AN.**

**BON DE COMMANDE** - à retourner à :

**SATO ELECTRONIQUE S.A.** - 28, rue Bayard 75008 PARIS  
Veuillez me faire parvenir sous forme de colis postal dans les meilleurs délais ..... économètre(s) SATO

Veuillez trouver ci-joint mon règlement de ..... F  
par chèque  par C.C.P.

NOM : ..... Prénom : .....

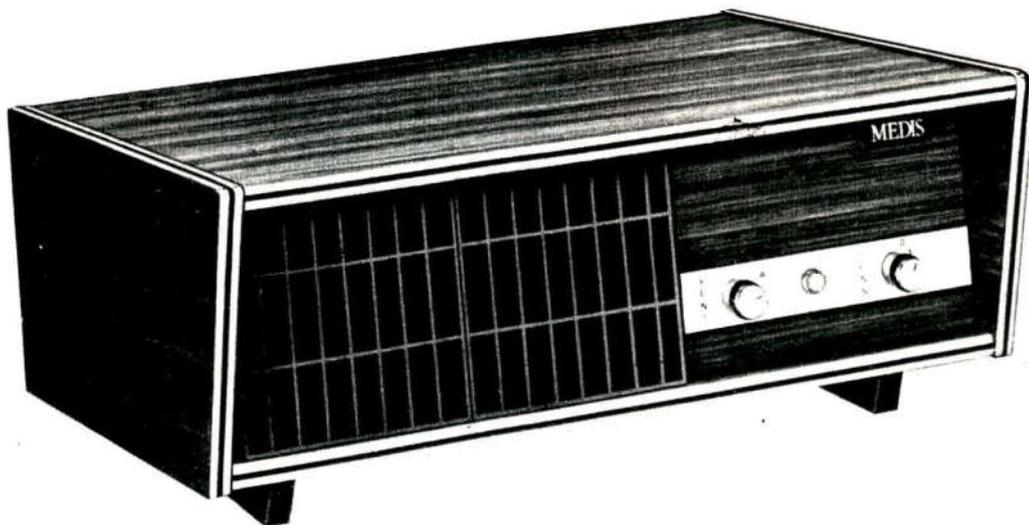
Adresse complète : .....

Code postal : ..... Ville : .....

Date : .....  
Signature : .....

VENTE EN FRANCE

# voici le nouvel ioniseur d'air MEDIS



## Branchez-le et vivez mieux

### L'ionisation négative dans votre vie quotidienne.

La Revue Médicale TONUS a publié récemment une grande enquête sur l'ionisation dont les conclusions sont les suivantes :

*"L'ionisation négative produit aussi une augmentation de l'oxygénation du sang et permet une meilleure élimination des toxines.*

*Les expériences les plus récentes concernent l'infarctus du myocarde, l'ulcère gastro-duodénal et les troubles de la circulation cérébrale, sur lesquels l'ioniseur semble aussi très efficace.*

*Mais quels que soient les résultats de ces travaux, toutes les études existantes prouvent qu'il faut prendre cette découverte très au sérieux et compter avec elle, non seulement dans la guérison de cas bien précis comme l'asthme, le rhume des foies ou l'hypertension, mais aussi dans la vie quotidienne, pour un meilleur équilibre nerveux. Un jour peut-être paraîtra-t-il aussi normal d'utiliser des appareils d'ionisation que des appareils de chauffage."*

Enquête parue dans le N° 119 Oct. 76. P. 30

Le seul problème jusqu'à présent était de fabriquer des générateurs d'ions négatifs portables, suffisamment puissants pour régénérer de grands volumes d'air.

C'est aujourd'hui chose faite avec le nouvel ioniseur MEDIS.

### Surpuissant, le MEDIS 12.

Dernier-né de toute une gamme utilisable en voiture - le Bion 78 - ou en appartement - le MEDIS 3 - le MEDIS 12 est un générateur d'ions négatifs qui produit  $7 \times 10^{12}$  ions négatifs par seconde. Ou moins si on le désire puisque sa puissance est réglable. A 1,5 m, l'air contient encore 130000 ions négatifs par centimètre cube. Plus que celui de la montagne !

Dans les locaux où l'air est vicié par la fumée, ou dénaturé par la climatisation, il est même possible de lui faire diffuser, sur demande, un air légèrement enrichi en ozone dont l'action bactéricide est bien connue.

Le MEDIS 12 qui a la forme d'un élégant coffret en teck de 38,5 x 27 x 15 cm trouve tout naturellement sa place dans une salle de réunions, sur un bureau ou dans toute pièce où l'on recherche un maximum d'efficacité et de détente. Il ne coûte que 1795 F. Crédit possible.

MEDIS a édité une documentation complète sur l'ionisation de l'air et ses applications pratiques dans la vie quotidienne. Elle vous sera adressée gratuitement sur simple demande.

## MEDIS

Branchez et respirez  
c'est tout mais c'est vital

11, rue du Mont-Dore - 75017 PARIS  
tél. : 293.64.06 Métro : ROME

15523 Veuillez m'adresser gratuitement votre documentation S.8 sur les ions négatifs et celle concernant la gamme des ioniseurs d'air MEDIS avec prix et conditions d'essai.

Nom .....

Prénom .....

Profession .....

Adresse .....

Ville .....

Code postal ..... S.8

A découper ou à recopier et à retourner à : MEDIS.

11, rue du Mont-Dore 75017 PARIS  
tél. : 293.64.06

# L'outil du Plein Air



Pour recevoir  
une documentation gratuite,  
écrivez à

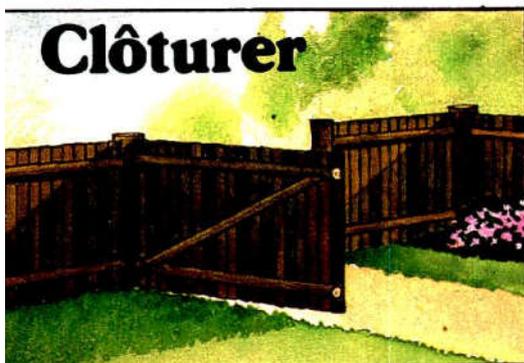


68-70, quai de Jemmapes - 75010 Paris

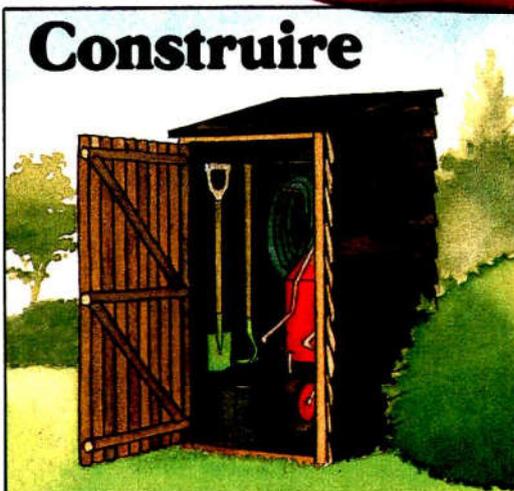
## TRONÇONNEUSE XL

- Moteur 26 cm<sup>3</sup>, robuste.
- Vitesse : 8.000 tours/mn.
  - Chaîne anti-rebond.
  - Graissage automatique de la chaîne.
- Équipée du "Safe-T-Tip" : sécurité exclusive HOMELITE.

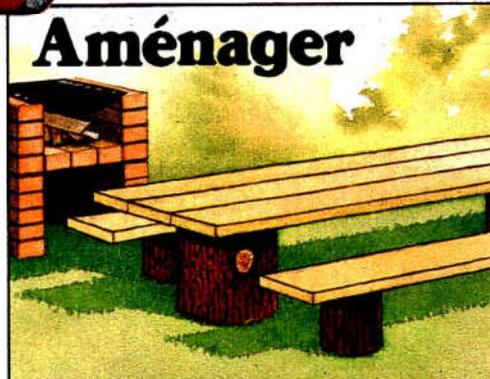
## Clôturer



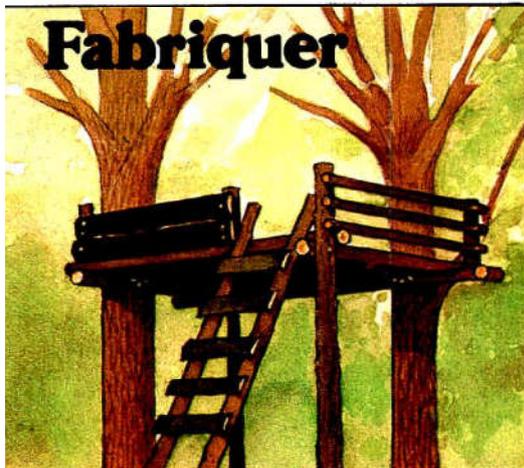
## Construire



## Aménager



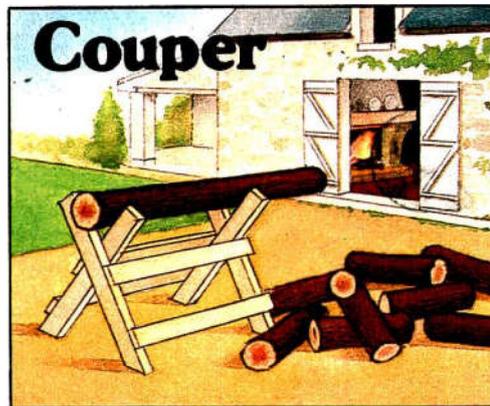
## Fabriquer



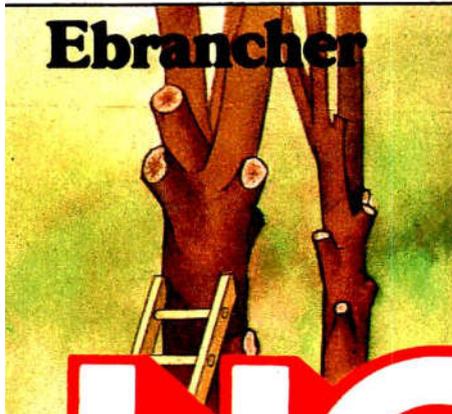
## Décorer



## Couper



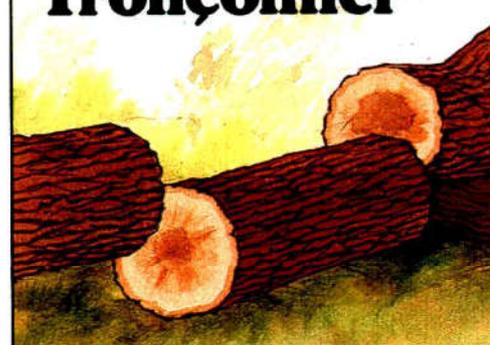
## Ebrancher



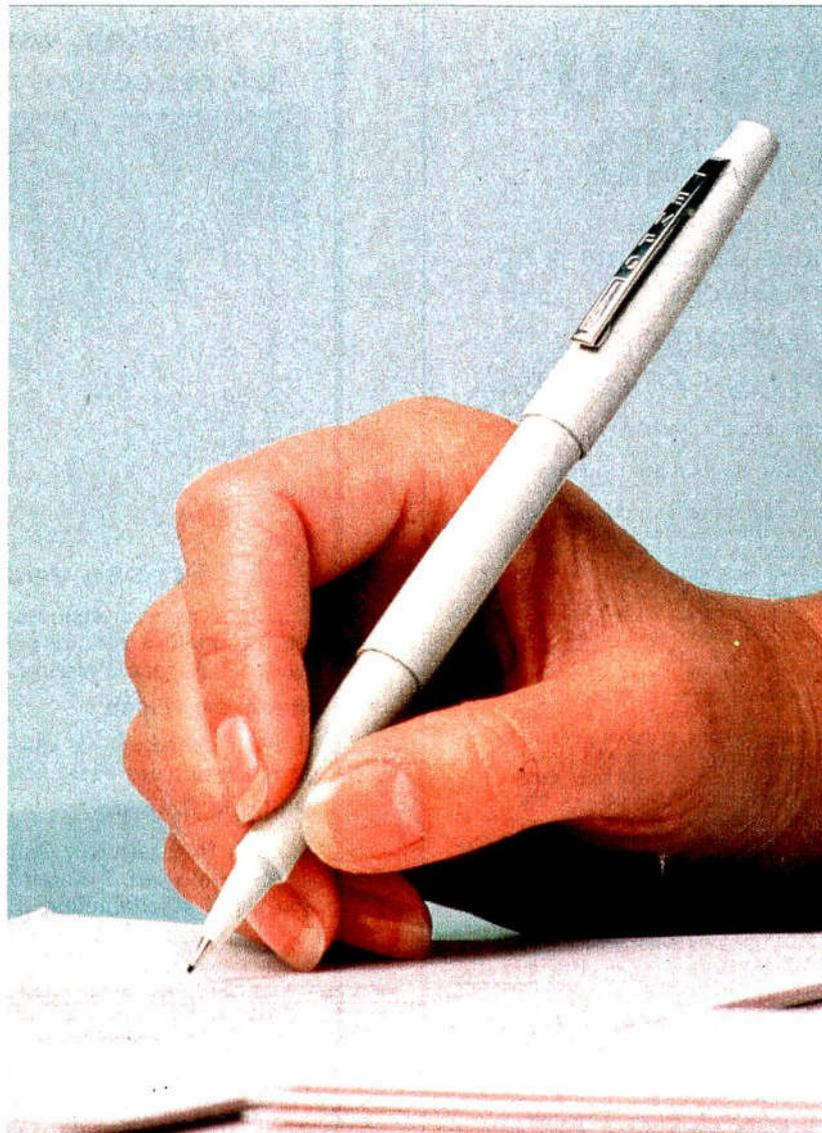
## Abattre



## Tronçonner



# HOMELITE



Impact-Feb

# Tempo!

Pour écrire en finesse et en 4 couleurs :  
*l'Ultra-fin* de Tempo



Une pointe plastique (trait de 0,3 mm) sertie de métal, fine, fine et rigide. Pour une écriture précise, raffinée. Tenace, l'Ultra-fin dure très longtemps, sans rien perdre de sa finesse. Ne sèche pas grâce à sa fermeture hermétique. Existe en 4 couleurs (rouge, bleu, vert, noir).

Pour apprendre  
à vraiment parler  
**ANGLAIS OU  
ALLEMAND**

La méthode réflexe-orale  
donne des résultats stupéfiants  
et tellement rapides

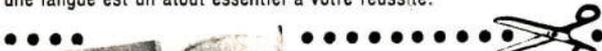
**NOUVELLE MÉTHODE  
PLUS FACILE - PLUS EFFICACE**

Connaître une langue, ce n'est pas déchiffrer lentement quelques lignes d'un texte écrit. Pour nous, connaître une langue, c'est comprendre instantanément ce qui vous est dit et pouvoir répondre immédiatement.

La méthode réflexe-orale a été conçue pour arriver à ce résultat. Non seulement elle vous donne de solides connaissances, mais surtout elle vous amène infailliblement à parler la langue que vous avez choisi d'apprendre. C'est une méthode progressive, qui commence par des leçons très faciles et vous amène peu à peu à un niveau supérieur. Sans avoir jamais quoi que ce soit à apprendre par cœur, vous arriverez à comprendre rapidement la conversation ou la radio, ou encore les journaux, et vous commencerez à penser dans la langue et à parler naturellement. Tous ceux qui l'ont essayée sont du même avis : la méthode réflexe-orale vous amène à parler une langue dans un délai record. Elle convient aussi bien aux débutants qui n'ont jamais étudié une langue qu'à ceux qui, ayant pris un mauvais départ, ressentent la nécessité de rafraîchir leurs connaissances et d'arriver à bien parler. Les résultats sont tels que ceux qui ont suivi cette méthode pendant quelques mois semblent avoir étudié pendant des années ou séjourné longtemps en Angleterre ou en Allemagne.

La méthode réflexe-orale a été conçue spécialement pour être étudiée chez soi. Vous pouvez donc apprendre l'anglais ou l'allemand chez vous à vos heures de liberté, où que vous habitiez et quelles que soient vos occupations. En consacrant moins d'une demi-heure par jour à cette étude qui vous passionnera, vous commencerez à vous "débrouiller" dans deux mois et, lorsque vous aurez terminé trois mois plus tard, vous parviendrez à parler couramment avec un accent impeccable, ce qui d'ailleurs a stupéfié des spécialistes de l'enseignement.

Commencez dès que possible à apprendre la langue que vous avez choisie avec la méthode réflexe-orale. Rien ne peut vous rapporter autant avec un si petit effort. Dans le monde d'aujourd'hui, parler une langue est un atout essentiel à votre réussite.



**Bon pour  
un DISQUE GRATUIT**

à retourner à Service A15F - CENTRE D'ETUDES  
1, avenue Stéphane-Mallarmé - 75017 PARIS

Sans engagement de ma part, en échange de ce bon, je recevrai gratuitement ce disque 45 tours de démonstration et votre brochure "Comment apprendre l'anglais ou l'allemand et parler couramment". Je joins 2 timbres à 1,50 F pour frais (pour pays hors d'Europe, joindre 3 coupons réponse).

Langue choisie :  ANGLAIS  ALLEMAND

MON NOM .....  
(en majuscules SVP)

MON ADRESSE .....

Code postal ..... Ville .....

**CELIBATAIRES**

Faites, vous aussi,  
**LA rencontre de votre vie.**



**La Presse vous y invite :**

"... donner plus de chances aux générations futures en les aidant à réduire par des moyens scientifiques les risques d'erreurs..."

Anne de Vilaine **l'observateur**

"... On cherche à ce que le coup de foudre se produise sur des bases sérieuses".

Philippe Bouvard **LE FIGARO**

"... Ion International, équipé de graphologues et de psychologues... établit pour chaque candidat son profil psychologique..."



On parle beaucoup de ION : depuis 1950, 315 articles, plus de 100 émissions (radio et T.V.), 10 livres, 1 film ont traité de ce progrès scientifique, le plus extraordinaire de notre temps dans le domaine du mariage. Lire notamment : "Vers une civilisation du couple" de L.M. Jentel. Préface de Louis Armand, de l'Académie française (toutes librairies).

**ION  
INTERNATIONAL**

Institut de Psychologie fondé en 1950  
PARIS - BRUXELLES - GENÈVE

**BON pour la Nouvelle Documentation couleur :  
"Pour un couple nouveau". Envoi gratuit, sans  
engagement, sous pli neutre et cacheté.**

M., Mme, Mlle.....

Prénom..... Age.....

Adresse .....

■ ION FRANCE (SV 68) 94, rue Saint-Lazare, 75009 PARIS - Tél. 526.70.85 +

■ ION RHONE-ALPES (SVR 68) 35, avenue Rockefeller, 69003 LYON - Tél. 54.25.44.

■ ION BELGIQUE (SVB 68) rue du Marché-aux-Herbes 105, Boîte 21 - 1000 BRUXELLES - Tél. 511.74.30.

■ ION SUISSE (SVS 68) 10, rue Petitot, 1211 GENEVE-11 - Tél. (022) 21.75.01



## tout le monde devrait avoir lu ce petit livre gratuit

**Surprenantes révélations sur une méthode très simple pour guérir votre timidité, développer votre mémoire et réussir dans la vie.**

Ce n'est pas juste : vous valez 10 fois mieux que tel de vos amis qui « n'a pas inventé la poudre », et pourtant gagne beaucoup d'argent sans se tuer à la tâche ; que tel autre, assez insignifiant, qui cependant jouit d'une inexplicable considération de la part de tous ceux qui l'entourent.

Qui faut-il accuser ? La société dans laquelle nous vivons ? Ou vous-même qui ne savez pas tirer parti des dons cachés que vous avez en vous ?

Vous le savez : la plupart d'entre nous n'utilisent que le centième à peine de leurs facultés. Nous ne savons pas nous servir de notre mémoire. Ou bien nous sommes paralysés par une timidité qui nous condamne à végéter. Et nous nous encroûtons dans nos tabous, nos habitudes de pensées dé-

suètes, nos complexes aberrants, notre manque de confiance en nous.

Alors, qui que vous soyez, homme ou femme, si vous en avez assez de faire du surplace, si vous voulez savoir comment acquérir la maîtrise de vous-même, une mémoire étonnante, un esprit juste et pénétrant, une volonté robuste, une imagination fertile, une personnalité forte qui dégage de la sympathie et un ascendant irrésistible sur ceux ou celles qui vous entourent, demandez à recevoir le petit livre de Borg : « **Les Lois Eternelles du Succès.** »

Absolument gratuit, il est envoyé, à qui en fait la demande et constitue une remarquable introduction à la méthode mise au point par le célèbre psychologue W.R. Borg dans le but d'aider les milliers de personnes de tout âge et de toute condition qui recherchent le moyen de se réaliser et de parvenir au bonheur.

W.R. Borg, dpt. 567, chez AUBANEL, 6, place St-Pierre, 84028 Avignon.

**BON GRATUIT**

pour recevoir « LES LOIS ETERNELLES DU SUCCES »

*Découpez ou recopiez ce bon et envoyez-le à :*

W.R. BORG, Dpt. 567, chez AUBANEL, 6, place St-Pierre, 84028 Avignon.

Vous recevrez le livre sous pli fermé et sans engagement d'aucune sorte.

NOM \_\_\_\_\_ PRENOM \_\_\_\_\_

N° \_\_\_\_\_ RUE \_\_\_\_\_

CODE POSTAL \_\_\_\_\_ VILLE \_\_\_\_\_

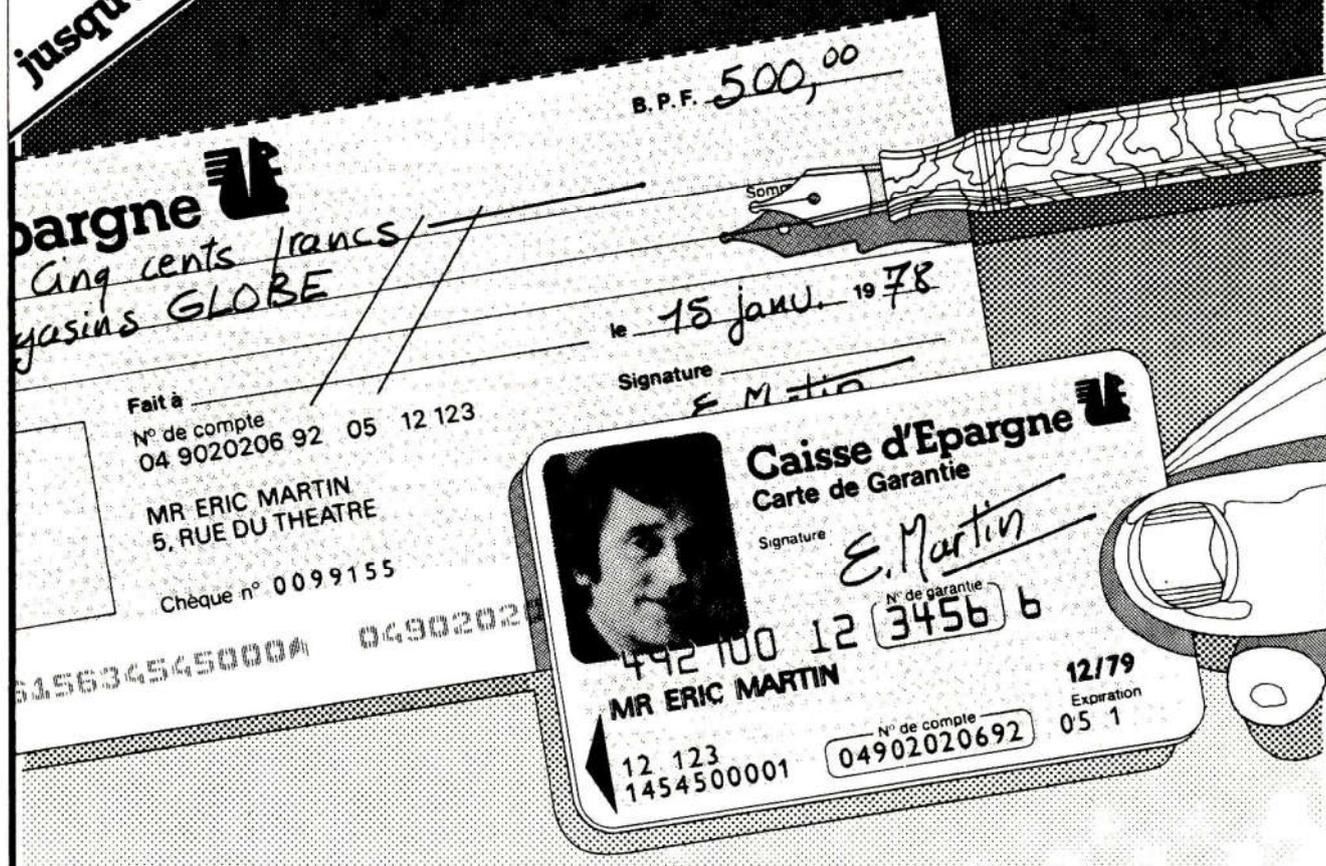
AGE \_\_\_\_\_ PROFESSION \_\_\_\_\_

Aucun démarcheur ne vous rendra visite.

les chèques  
jusqu'à 500 F sont garantis

# Le compte-chèques "Écureuil"

et sa carte de garantie avec photo



## Des avantages concrets pour la vie quotidienne

### Un service complémentaire du Livret Caisse d'Épargne.

Le compte-chèques est un instrument commode pour la gestion quotidienne de votre budget : il facilite le règlement des sommes qui vous sont dues comme de celles que vous devez. Il enregistre toutes vos opérations.

Le compte-chèques "Écureuil" ne rapporte pas d'intérêts : c'est un service complémentaire mais distinct du Livret A.

### Une carte de garantie avec photo.

C'est votre carte d'identité Caisse d'Épargne. Votre signature et votre photo y sont incorporées : tout risque de falsification est éliminé. Son utilisation garantit au bénéficiaire le paiement des chèques "Écureuil" d'un montant n'excédant pas 500 F.

### Toutes les opérations dans toute la France.

Versements en espèces, par chèques, virements ou domiciliations, règlements des dépenses par retraits d'argent, chèques, virements ou prélèvements automatiques : le compte-chèques "Écureuil" vous donne toutes facilités. Des formules pratiques vous permettent de disposer, dans les Caisses d'Épargne "Écureuil" de la France entière, de l'argent qui est sur votre compte.

### Un passeport pour l'épargne.

La bonne gestion de votre budget par le compte-chèques "Écureuil" vous aide à dégager une épargne que vous pouvez investir dans des placements rémunérateurs et sûrs : Livret A (intérêts exonérés de tout impôt), Livret B, Livret d'Épargne Logement, Plan d'Épargne Logement, Bons d'Épargne, SICAV.



# Tempo!

Pour écrire (ou dessiner) de toutes les couleurs :  
le Stylon de Tempo



Pointe nylon. Ecriture souple mais ferme, qui dure, dure... (de 1000 à 1300 m). Permet les pleins et les déliés. 10 couleurs classiques ou exotiques. Ne sèche pas grâce à sa fermeture hermétique qui fait clic.

# LES FRÁNCS-TIREURS DE

*Aujourd'hui, la physique ne se préoccupe plus seulement des états de la matière : elle a des états d'âme. A partir des fondements théoriques les plus avancés (relativité, mécanique quantique), certains physiciens en viennent à s'interroger sur l'humeur du photon ou les caprices du spin. Les phénomènes*

● Il y a quelques mois à peine, le 24 octobre 1979, le journal « Le Monde » ouvrait un grand débat sur le thème : où vont les physiciens ? C'était au lendemain du colloque de Cordoue, où des scientifiques de renom international avaient confronté leurs expériences et comparé leurs préoccupations. La question valait d'être posée, car le moins que l'on puisse dire, c'est que la situation actuelle est ambiguë. En effet, se sentant trop à l'étroit dans les frontières de la relativité et de la mécanique quantique, un certain nombre de physiciens — et non des moindres — font des incursions de plus en plus fréquentes du côté de la métaphysique, du spiritualisme ou des phénomènes psi.

Prenons Fritjof Capra, par exemple. C'est un physicien connu ; il a effectué des recherches dans le domaine de la physique des particules à Orsay, en Angleterre et aux Etats-Unis ; il enseigne aujourd'hui à l'université de Berkeley, en Californie. Apparemment, il offre donc toutes garanties de sérieux. Or voici qu'un beau jour M. Capra a une illumination : il découvre un parallélisme entre les concepts de la physique la plus avancée et ceux du mysticisme oriental, plus précisément du taoïsme. « Le monde, dit-il, ne doit plus être considéré comme une machine constituée d'une multitude d'objets séparés, ainsi qu'il l'a été dans la physique newtonienne ; il doit être compris comme un tout unifié, dont les parties sont fondamentalement reliées entre elles et ne peuvent être comprises que comme les modèles d'un processus cosmique. » En clair : au lieu de chercher où se trouve tel proton à tel moment donné, voyons plutôt s'il n'existe pas un « ordre naturel » qui conditionne la position de tous les protons à tous les moments.

Autre exemple : Harold Puthoff. Ce jeune physicien américain (il a quarante-quatre ans) se consacre d'abord à la physique quantique et aux lasers. Jusqu'au jour où il découvre les phénomènes dits parapsychologiques. A la tête d'un petit groupe de physiciens, et grâce à l'aide du Stanford Research Institute (un organisme privé qu'il ne faut pas confondre avec la très officielle université de Stanford), il ne se laisse pas décourager par les supercheries, aujourd'hui reconnues, de son premier sujet, Uri Geller, et lance un programme de recherche sur la « vision à distance ».

Après toute une série d'expériences (vision d'objets enfermés dans des conteneurs métalliques situés à proximité du sujet ou à des milliers de kilomètres de lui), il conclut que les résultats obtenus par la vision à distance « dépassent le seuil raisonnable des probabilités », et que la grandeur de la distance séparant le « voyant » de l'objet ne semble pas « affecter de façon significative l'acuité de la perception ». On devine les implications d'une telle démonstration : si la vision à distance existe, c'est qu'il existe aussi un mode de relation qui abolit la distance, une liaison instantanée entre l'esprit et l'objet ; à la limite, un pouvoir de l'esprit sur la matière.

Le cas de M. Olivier Costa de Beauregard est encore plus significatif. Ancien membre de l'équipe de Louis de Broglie, il consacre d'abord l'essentiel de ses recherches aux mutuels rapports entre la théorie de la relativité et la théorie des quanta. Puis, à partir d'un des plus récents développements de la physique moderne, la non-séparabilité, il établit un rapprochement entre les thèses relativiste et quantique et les phénomènes parapsychologiques. Comment ?

# LA PHYSIQUE MODERNE

*ne leur suffisent plus ; ils enquêtent sur l'« être ». En glissant ainsi vers la métaphysique, ces savants contestataires abusent parfois de leur autorité lorsqu'ils donnent le « label science » à des croyances toutes personnelles, ce qui risque de tromper beaucoup d'honnêtes citoyens.*

Sans entrer dans des détails par trop hermétiques, voici les grandes lignes de sa démarche. Pour Einstein, chaque particule possédait une réalité propre, distincte de celle d'une autre particule, et il n'existait pas de liens entre elles. C'était la thèse classique de la séparabilité. Or, il semble que cette thèse ne rende pas compte de la réalité : on croit savoir aujourd'hui que deux particules provenant d'une même source — deux photons corrélés, par exemple — conservent entre elles des liens, et cela quelle que soit la distance qui les sépare. Toute action sur l'une provoque une réaction immédiate sur l'autre. Tellement immédiate que, si les deux particules sont éloignées de plusieurs millions de kilomètres, il faut que ces interactions s'effectuent à une vitesse supérieure à celle de la lumière. Ce phénomène surprenant, que M. Costa de Beauregard baptise le « télégraphe spatio-temporel », présenterait selon lui bien des analogies avec les phénomènes psi : la télépathie (transmission de pensée), la psychokinèse (action à distance et sans contact du psychisme sur la matière), la psychométrie (voyance dans le passé) et la précognition (voyance dans le futur). La parapsychologie ne serait donc pas étrangère à la physique et pourrait constituer pour les physiciens un objet « normal » d'étude et d'expérimentation.

Assurément, il n'est pas courant d'entendre de tels propos de la bouche de scientifiques. Pourtant MM. Capra, Puthoff et Costa de Beauregard étaient présents au colloque de Cordoue, où ils ont fait valoir leurs points de vue respectifs.

Mais il y a plus troublant encore : fin novembre dernier, se tenaient à Bruxelles pour la quatrième année consécutive les Journées interna-

tionales du paranormal. Dans la plus étonnante promiscuité, des physiciens et des biologistes étaient associés à des yogi, pour, déclarait le communiqué « cerner ce que les grandes traditions métaphysiques et les courants les plus avancés de la science moderne peuvent apporter pour contribuer à élucider les phénomènes parapsychiques ou paranormaux ». Bien que la renommée des scientifiques engagés dans cette confrontation ne fût pas égale — et de très loin — à celle des participants du colloque de Cordoue, il n'en est pas moins confondant de voir des professeurs d'université figurer aux côtés du swami Shraddahnanda, ou d'entendre un chercheur du C.N.R.S. disserter sur « les arts martiaux chinois traditionnels et les effets psi ».

Enfin, dernier volet de cette grande migration de la physique hors des chemins de la connaissance scientifique traditionnelle, le tout récent livre de Bernard d'Espagnat : « A la recherche du réel » (1). M. Bernard d'Espagnat, directeur du laboratoire de physique théorique de l'université d'Orsay, est un brillant physicien, unanimement respecté en France et hors de France. Plus prudent que ses collègues précédemment cités, il ne s'engage pas de plain-pied sur le terrain de la métaphysique ; il nous y convie comme contraint et forcé. Selon lui, la méthode, universellement admise, qui consiste à expliquer le fonctionnement d'un système complexe par les propriétés de ses parties, semble tout à fait contredite par nos connaissances actuelles, en particulier par la mécanique quantique. En fait, il n'existe pas de « parties » qui aient une autonomie propre : il y a constante interaction

(1) Editions Gauthier-Villars.

entre elles, de même qu'entre l'observateur et ce qu'il observe. En un mot, on en revient à la notion de non-séparabilité. Mais parler de non-séparabilité du réel c'est, selon M. d'Espagnat, sous-entendre l'existence d'un « être » global qui possède sa propre explication et dont les régularités physiques constatées ne sont que les manifestations. Or cet « être » global ne peut être appréhendé que par une connaissance extrascientifique, non physique. Nous voici revenus à la métaphysique...

Oui, plus que jamais, on peut se demander où vont ces physiciens. Les multiples digressions vers des horizons inhabituels sont-elles des voies nouvelles qui s'ouvrent à la recherche ou des chemins sans issue où s'égarer de faux pionniers ? Et que pense la physique traditionnelle du comportement de ces francs-tireurs ?

Le mieux était de le lui demander. M. Jean-Marc Lévy-Leblond est un physicien sceptique, mais ouvert à toute novation. Attentif par vocation — il est professeur à l'université de Paris VII et dirige la collection « Science Ouverte » aux éditions du Seuil — aux divers courants de la physique moderne, il n'en demeure pas moins attaché à la nécessaire rigueur de toute démarche scientifique.

Pour M. Lévy-Leblond, pas d'équivoque possible : le fait d'être physicien ne donne pas la capacité de trancher de n'importe quoi. Le physicien n'est pas plus qualifié a priori pour parler de mésaphysique, de parapsychologie ou de sociologie que tout un chacun. Bref, le label « qualité science » ne confère pas la compétence universelle.

*« Plutôt que de mystifier le public en lui racontant que la physique va démontrer la vérité de la parapsychologie — ou même, à l'inverse, démontrer sa fausseté — il serait plus intéressant de mettre en évidence les limites de la science physique. Car c'est justement parce que la physique est parvenue à délimiter de façon très étroite son objet qu'elle a acquis son efficacité. C'est parce qu'elle est un outil d'analyse d'une extrême finesse, un outil qui ne s'applique qu'à une part très restreinte du réel, qu'elle fonctionne aussi bien. En conséquence, l'idée que la physique pourrait avoir son mot à dire sur la parapsychologie ou sur la sociologie est pour moi aussi absurde que l'idée qu'un chirurgien pourrait, grâce à son scalpel, devenir bûcheron. Le physicien possède des scalpels, c'est-à-dire des outils intellectuels d'une exceptionnelle finesse, qui lui permettent de décoriquer le monde avec une précision fantastique et d'avoir une compréhension très profonde d'un aspect de l'univers. Mais d'un aspect seulement, et très particulier. Or, pour comprendre le monde tel qu'il est, et agir sur lui à d'autres niveaux, il faut aussi des haches ! »*

Ainsi, pour M. Lévy-Leblond, se servir des données de la physique moderne pour accréditer la plausibilité des phénomènes parapsychologiques et les interpréter — par exemple, expli-

quer la perception extrasensorielle par la quatrième dimension einsteinienne — est « *proprement aberrant* ». On peut toujours solliciter n'importe quel discours scientifique, surtout quand il est très technique, comme celui de la physique, à l'appui de n'importe quelle thèse. Il suffit de jouer sur les mots. La physique, en effet, étant une activité humaine et sociale, utilise le langage, les mots. Or les mots de la physique ne peuvent pas tous être des néologismes scientifiques, des mots inventés : une bonne partie en est empruntée au langage courant. Mais, d'un autre côté, la physique est aussi une activité théorique et, sous cet aspect, elle utilise des concepts qui n'ont de signification et de pertinence qu'à l'intérieur d'un cadre très restreint. Il résulte de cette double situation que les mots n'ont pas du tout le même sens au sein de la physique et en dehors d'elle. Par exemple, quand un physicien parle de « force » ou de « travail », ces mots n'ont qu'un rapport lointain avec leur contenu habituel.

*« Essayez donc, ironise M. Lévy-Leblond, d'expliquer à un manœuvre que, s'il monte un sac de ciment au cinquième étage et qu'il le redescend, il n'aura effectué aucun travail contre la force de pesanteur... Il vous regardera d'un drôle d'œil ! Toute tentative de transposer à l'extérieur une idée intérieure à la physique, en jouant sur l'ambivalence d'un mot qui désigne, d'une part, un concept de la théorie physique et, d'autre part, une réalité de la vie courante, peut conduire aux pires égarements. »*

Ainsi, quand la parapsychologie cherche à assimiler le temps à une dimension de l'espace, elle opère un détournement de langage. La physique, en effet, considère le temps comme une entité bien à part : ce n'est pas pour rien que, dans son vocabulaire, elle continue de distinguer espace et temps. Assimiler ces deux notions, c'est exploiter abusivement un énoncé — « l'espace-temps à quatre dimensions » — qui n'a de sens, tout à fait précis et limité, qu'à l'intérieur d'une théorie, mais qui, à l'extérieur, perd toute validité. Pour éclairer son propos, M. Lévy-Leblond l'illustre par une anecdote aussi significative que savoureuse :

*« Ce déplacement d'un discours scientifique hors de son contexte me rappelle un merveilleux numéro de music-hall auquel j'ai assisté il y a quelques années. Il s'agissait d'un numéro d'imitation d'un genre particulier : l'artiste imitait les langues étrangères. Il était capable de parler plusieurs langues sans en utiliser aucun vrai mot ; il jouait uniquement du bruit, de la mélodie, des intonations de la langue. Quand il « parlait » une langue que je ne connaissais pas, le russe ou l'espagnol par exemple, j'avais véritablement le sentiment qu'il parlait russe ou espagnol. Là où cela devenait vraiment impressionnant, c'est quand il « parlait » anglais et surtout français, car, alors, je reconnaissais parfaitement la langue, mais je me rendais compte également qu'il ne disait rien. Eh bien, des gens*

comme M. Costa de Beauregard, dans leurs discussions publiques sur la parapsychologie, utilisent ce genre de procédé : ils font le même bruit que s'ils « parlaient physique », et, pour un non-physicien, c'est absolument indiscernable d'un véritable discours scientifique. »

D'une manière plus générale, la tentation est grande pour le physicien de déborder sur la métaphysique, c'est-à-dire d'expliquer non seulement le monde physique, celui des particules, mais le monde global, la réalité fondamentale qui se dissimule derrière les apparences. A cela, deux raisons : l'une historique, l'autre psychologique.

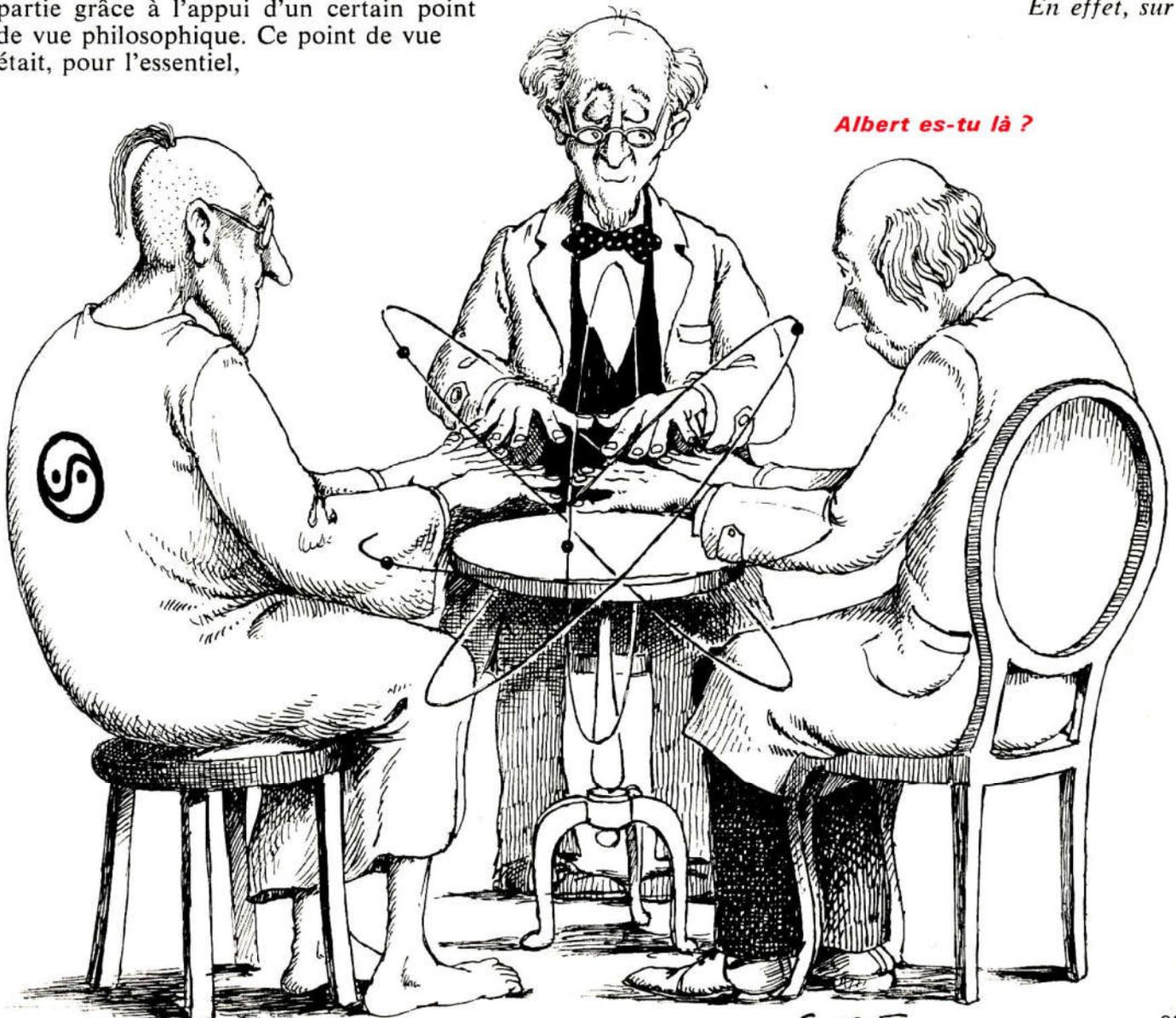
Historiquement, l'alliance de la science et de la philosophie fut longtemps une sorte de tradition. Le philosophe (Descartes, Leibniz, Russel, etc.) échafaudait des théories scientifiques avant de reconstruire le monde, ou se servait des fondements de la physique de son époque pour bâtir une métaphysique. Réciproquement, la pensée philosophique fécondait la pensée scientifique et engendrait son progrès. A cet égard, un exemple récent devait influencer toute une génération de savants. Il faut en effet se rappeler que, si les physiciens du début de ce siècle ont réussi à fonder des théories nouvelles, comme la théorie quantique, c'est en grande partie grâce à l'appui d'un certain point de vue philosophique. Ce point de vue était, pour l'essentiel,

une option de type positiviste ou opérationnaliste. Puisque, pensèrent ces physiciens, on ne parvient pas à faire une théorie classique de tel ou tel phénomène, c'est peut-être que les concepts que nous utilisons n'y ont pas de sens. Par exemple, si l'on essaie de mesurer la position d'un électron, on n'y arrive pas. Pourquoi ? Sans doute parce que le concept classique de position n'est pas adéquat. Alors essayons de travailler *uniquement* sur ce que l'on peut directement observer : les énergies, les fréquences, etc., et oublions les anciens concepts. Puisque les électrons, les photons, etc. n'ont l'air de se comporter ni comme les particules de la mécanique classique ni comme les ondes de la théorie classique des champs, renonçons à savoir ce qu'ils sont et utilisons au mieux chacune de ces images à son tour (c'est le fameux principe de « complémentarité » de Bohr). Finalement, ce parti pris philosophique devait se révéler fécond, puisqu'il donna naissance à la mécanique quantique.

*Pourtant, ne manque pas de corriger M. Lévy-Leblond, si ce point de vue philosophique a été extrêmement précieux pour l'élaboration de la nouvelle théorie, dès lors que la phase d'élaboration a été achevée, ces mêmes idées sont devenues une gêne et un handicap.*

*En effet, sur*

**Albert es-tu là ?**



un plan strictement scientifique, elles sont intenable. Ainsi l'idée selon laquelle on ne doit introduire dans une théorie que des notions « directement observables », est une idée absurde, car elle implique que l'on doive renoncer à tout recours à l'abstraction, c'est-à-dire, en définitive, à toute théorie. En aucun cas un physicien ne peut accepter une telle idée ; sinon, il faut, par exemple, qu'il proscrive immédiatement l'utilisation des nombres irrationnels, comme  $\pi$ , parce qu'aucun expérimentateur ne mesurera jamais un nombre irrationnel. Mais cette prévention injustifiée contre une conceptualisation nouvelle a retardé jusqu'à aujourd'hui la mise au point d'une vision cohérente des objets quantiques, objets d'un type nouveau, ni ondes ni particules — même si, à certains égards, ils ressemblent aux unes ou aux autres. Appelons-les, par exemple, quantons et étudions-les en tant que tels. »

### **La tentation métaphysique de l'homme de science devenu spécialiste**

Cela dit, comme une certaine philosophie s'est montrée particulièrement efficace dans la phase créatrice de la physique moderne, beaucoup de physiciens ont fini par y croire, et d'abord la génération pour laquelle elle a été si utile. C'est pourquoi l'on trouve encore aujourd'hui dans certains ouvrages de mécanique quantique de grands développements philosophiques totalement rétrogrades au regard de l'évolution de la discipline. Il est d'ailleurs frappant de voir que la génération qui a suivi celle des fondateurs, c'est-à-dire la génération qui a appliqué la théorie et, ce faisant, résolu les grands problèmes de la physique atomique, de la physique moléculaire, de la physique des solides, cette génération n'a pas eu de préoccupations philosophiques majeures : elle s'est en général contentée de répéter le catéchisme hérité des fondateurs, le plus souvent en l'appauvrissant.

Mais la tentation métaphysique n'a pas seulement des racines historiques, elle a aussi, disions-nous, des motivations psychologiques. Chez un certain nombre de physiciens, subsiste la nostalgie d'une époque où l'homme de science était l'oracle qui expliquait le monde, le privilégié qui partageait les secrets de l'univers. Cette nostalgie est d'autant plus tenace qu'elle est avivée par la frustration qu'engendre aujourd'hui la pratique de la physique. En effet, avec l'extrême spécialisation des tâches, il n'y a plus à l'heure actuelle de physiciens complets : il y a des physiciens du noyau, des physiciens des particules, des physiciens de l'état solide, etc. Et encore, parmi les physiciens des particules, il y a ceux qui s'occupent des interactions faibles, ceux qui s'occupent de théorie des groupes, etc. Cette situation, mal acceptée, ne fait

qu'exacerber les aspirations à l'unité de la discipline et, par delà, à l'unité de la science ; elle pousse certains physiciens à tirer de la physique des considérations d'ordre philosophique sur le Monde, avec un grand « M ». Par ce biais, le physicien croit pouvoir donner, et se donner, une image plus flatteuse de lui-même, car il se rend bien compte que, dans son métier, même s'il fait un travail intéressant, il n'en est pas moins progressivement réduit à un statut de tâcheron intellectuel.

Tentation compréhensible, pour M. Lévy-Leblond, mais à laquelle il est très dangereux de céder. « Le physicien devrait avoir la modestie d'accepter son propre renoncement : s'il est devenu physicien, c'est parce qu'il s'intéressait à la physique avant tout. »

Cela ne signifie nullement que le scientifique doive renoncer à tout ce qui n'a pas trait à sa discipline. A condition de respecter certaines règles, d'éviter les confusions hasardeuses. « N'importe quel physicien, poursuit M. Lévy-Leblond, a le droit de se préoccuper de parapsychologie, mais pas en tant que physicien. De même, n'importe quel physicien a le droit d'être taoïste. Fritjof Capra, par exemple, que je connais bien, est un excellent spécialiste de la physique des particules. Il est physicien « et » taoïste. Tout le problème est dans le « et ». Que Capra soit taoïste, cela ne regarde que lui. Que son taoïsme, à la façon dont il le vit personnellement, le pousse à s'intéresser à tel ou tel aspect de la physique, qu'il lui donne une vision particulière du monde, c'est tout à son honneur. Cela démontre que les physiciens sont des hommes à part entière, qu'ils ont chacun leur propre philosophie, qu'ils n'abandonnent pas leur personnalité quand ils font de la physique. Mais, en revanche, quand Capra essaie de lier théoriquement physique et taoïsme, il commet la même erreur que ces marxistes qui, à une certaine époque, ont voulu trouver des confirmations du matérialisme dialectique dans la physique moderne. Sous prétexte que la physique moderne avait découvert des structures dans l'électron, et comme Lénine avait écrit que l'électron était inépuisable, ils ont estimé que la vérité du marxisme était scientifiquement établie ! Tout cela est d'une prodigieuse naïveté. »

Par conséquent, le physicien en tant que tel ne peut ni étayer ni réfuter la parapsychologie. La seule chose qu'il puisse faire, c'est de proclamer bien haut : « Quand le parapsychologue prétend que sa parapsychologie est une parapsychique, il y a usurpation de titre ! » Mais lorsqu'il se trouve en face d'un parapsychologue qui tient un discours mystique, le physicien en tant que tel n'a plus rien à dire. Il est dans la même situation que tout un chacun : il ne lui reste plus qu'à faire usage de sa raison, avec le petit avantage que lui procure son entraînement à la pensée rationnelle et au contrôle des conditions expérimentales. « Est-ce même un

avantage ? interroge M. Lévy-Leblond. Si vous saviez à quel point les physiciens peuvent se faire naïvement blouser par le premier Uri Geller venu ! En fin de compte, le physicien est très mal armé, précisément parce qu'il ne connaît du monde qu'un tout petit fragment. J'ai eu plusieurs fois l'occasion de m'entretenir avec des illusionnistes professionnels : tous affirment que, pour eux, le meilleur public, c'est le public intellectuellement le plus cultivé, et notamment les scientifiques. »

Sur un plan plus formel, on peut se demander si ce n'est pas parce que la physique moderne utilise des concepts totalement mystérieux pour le grand public qu'elle se prête si bien à toutes sortes d'extrapolations. Pour M. Lévy-Leblond, l'argument est d'une vérité plus apparente que réelle. En effet, « ce ne sont pas les concepts de la physique moderne qui sont mystérieux et difficiles à comprendre, ce sont les concepts de la physique tout court. Depuis que la physique existe, c'est-à-dire approximativement depuis Galilée, elle ne progresse que parce qu'elle coupe avec le sens commun immédiat, qu'elle construit ses propres concepts — lesquels sont loin d'être évidents. Prenons le concept de vitesse, par exemple. Avant Galilée et Newton, la vitesse était essentiellement une notion qualitative (ça va plus vite, ça va moins vite). Pour en faire un concept quantitatif, il a fallu une mathématisation. Celle-ci est facile tant qu'il s'agit de vitesse moyenne (si je vais de Paris à Orléans en 2 heures, je peux dire que je fais du 60 km/h). Mais cela devient beaucoup plus compliqué dès que l'on veut définir la notion de vitesse à un instant donné. Que signifie une vitesse qui peut changer à chaque moment ? Comment fait-elle pour changer ? Sans le support formel de la notion de dérivée, du calcul différentiel, il est très difficile d'analyser un tel phénomène. Encore s'agit-il là d'un exemple élémentaire. La théorie de l'électromagnétisme classique ou la mécanique des fluides soulèvent des problèmes conceptuels autrement ardu. Il y a donc une sorte d'imposture à laisser croire que c'est la physique moderne, avec la relativité et la mécanique quantique, qui est devenue si compliquée qu'on ne peut plus la suivre. La physique moderne, conceptuellement, n'est guère plus difficile que l'ancienne, et la véritable disjonction n'est pas celle qui sépare la physique du XIX<sup>e</sup> siècle de celle du XX<sup>e</sup>, c'est celle qui différencie la physique ou la science en général des autres formes de la connaissance (empirique, mystique, etc.). »

L'excuse de la complexité ayant été écartée, reste un dernier argument : selon certains, les vagabondages métaphysico-psychologiques de la physique moderne auraient été rendus possibles par la disparition de la notion de déterminisme dans la mécanique quantique. Qu'est-ce que le déterminisme ? C'est, au sens le plus général, l'idée que l'on peut toujours prévoir exactement

les effets produits dans des circonstances déterminées, car, comme l'exprime le sens commun, « les mêmes causes engendrent toujours les mêmes effets ». Scientifiquement, la notion de déterminisme signifie non seulement que l'on peut reproduire à volonté un phénomène en reproduisant ses causes, mais aussi que, connaissant la description d'un système à un instant donné, on peut prévoir son état à un moment ultérieur.

Pour M. Lévy-Leblond, la justification des errances de la physique par la disparition du déterminisme en mécanique quantique n'est pas satisfaisante, et cela pour deux raisons : parce que, d'abord, même en mécanique classique, la notion de déterminisme n'est ni essentielle ni absolue ; parce que, ensuite, il n'est nullement établi que la mécanique quantique ne soit pas déterministe. Sur ces deux points, voici, très fidèlement rapportée, l'analyse de M. Lévy-Leblond :

● « Ce qui s'est imposé au XIX<sup>e</sup> siècle sous le nom de déterminisme n'est rien d'autre qu'une conception extrêmement étroite et rigide de la causalité. Cette conception, dans la formulation de Laplace par exemple, découle d'un point de vue très particulier sur la mécanique classique des XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles. Or, l'une des disciplines qui a fait le plus de progrès au cours des dix dernières années, ce n'est pas la mécanique quantique, mais la mécanique classique ! On s'est aperçu que les structures de la mécanique classique étaient d'une beaucoup plus grande richesse qu'on ne l'avait cru jusqu'alors. Prenons un problème du genre : « Etant donné une masse située à tel endroit et animée de telle vitesse, où va-t-elle aller ? » C'est le type même de problème qui accrédite l'idée de déterminisme, parce que, d'après les équations du mouvement de la mécanique classique ( $F = m\gamma$ ), si l'on sait à quel endroit se trouve une masse et quelle vitesse elle a, on sait automatiquement où elle sera à tout moment ultérieur. Or ce genre de problème, tel qu'il est posé, est purement formel et pas très intéressant. Le vrai problème pour un physicien, sinon pour un mathématicien, c'est : « Cette masse, je sais où elle est, mais seulement à peu près ; sa vitesse, je la connais, mais seulement approximativement. Dans ces conditions, que puis-je dire de l'endroit où elle sera tout à l'heure ? » Pour des problèmes simples, comme la chute d'un corps dans un champ de pesanteur, la réponse est relativement aisée, car on sait que, plus loin, il sera à peu près à tel endroit, avec une vitesse à peu près déterminée. Les incertitudes finales seront du même ordre que les incertitudes de départ. En revanche, si l'on prend des problèmes un petit peu plus compliqués, par exemple des problèmes de mécanique céleste à trois corps ou bien des problèmes de dynamique des fluides (météorologiques, disons), eh bien, on est complètement perdu. En général, au bout

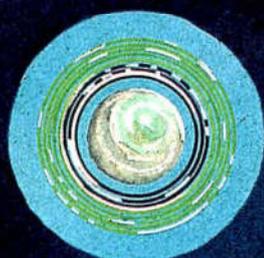
Pluton



**Neptune**  
Limite de roche : 54 000 km  
Premier satellite : 355 000 km

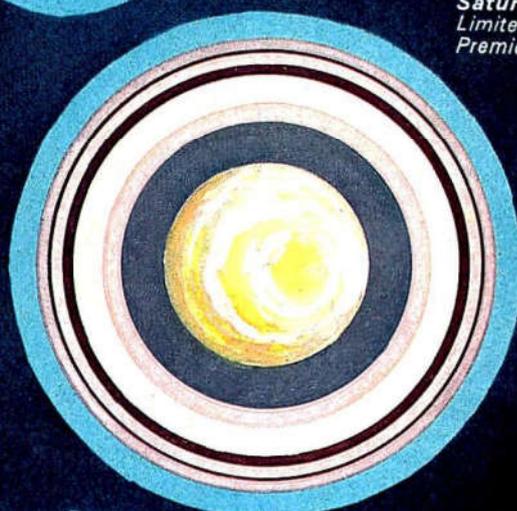
● Triton

**Uranus**  
Limite de roche : 56 000 km  
Premier satellite : 130 000 km



● Miranda

**Saturne**  
Limite de roche : 148 000 km  
Premier satellite : 159 000 km



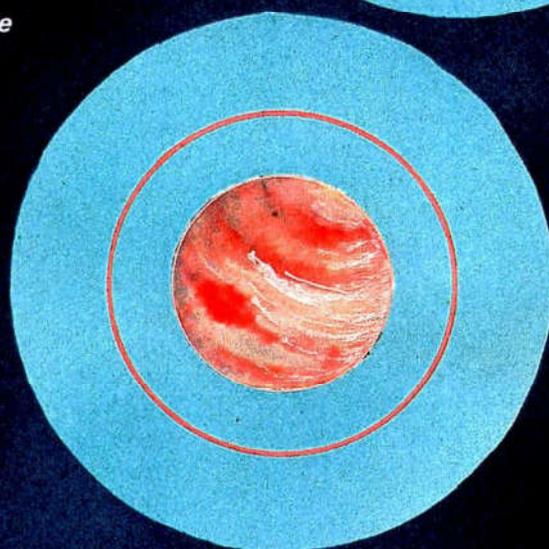
● Mimas

## UNE LIMITE FATIDIQUE POUR CHAQUE PLANETE

L'extension des différents anneaux planétaires (en vert pour Uranus, rose-saumon pour Saturne et orangé pour Jupiter) reste toujours en deçà de la limite de Roche (zone bleue). Aucun satellite ne peut circuler au sein de cette zone sans risquer d'être détruit sous l'effet des forces mécaniques contradictoires qui le disloquent.

Les petits disques blancs indiquent, pour chacune des planètes, la distance du plus proche satellite connu. Il apparaît alors que notre Lune est, proportionnellement, la plus éloignée de cette limite dangereuse.

**Jupiter**  
Limite de roche : 175 000 km  
Premier satellite : 181 000 km



● Amalthée

○ Mars



**Terre**  
Limite de roche : 16 000 km  
Premier satellite : 355 000 km

● Lune

○ Vénus

○ Mercure

# PRESQUE TOUTES LES PLANÈTES ONT DES ANNEAUX

*Jusqu'à l'avènement des sondes spatiales, l'on ne connaissait que les célèbres anneaux de Saturne. Depuis lors, et aussi grâce aux nouveaux télescopes, on en découvre autour de presque toutes les grandes planètes du système solaire. Même Neptune en aurait un.*

● Depuis qu'un certain soir de janvier 1610, Galilée découvrit de part et d'autre de Saturne de curieuses protubérances, identifiées peu après comme étant un anneau élargi entourant cette dernière, tous les astronomes s'accordèrent pour considérer la planète numéro 6 comme l'une des merveilles du ciel. Une merveille et une exception, puisque cet anneau, ou plus exactement cet ensemble de disques concentriques, n'avait pas son équivalent dans le système solaire.

Aussi la surprise fut-elle grande lorsqu'en mars 1977 plusieurs équipes d'observateurs, à la faveur de l'occultation d'une étoile par Uranus, mirent en évidence un système d'anneaux autour de cette planète. Saturne cessait d'être une exception et les astronomes commencèrent alors à se demander si d'autres planètes n'étaient pas également entourées d'anneaux. La réponse leur fut donnée exactement deux ans plus tard, lorsque la sonde spatiale « Voyager 1 » en photographia un autour de Jupiter, découverte confirmée par « Voyager 2 » au mois de juillet suivant.

Manifestement, toutes les planètes géantes, qui gravitent aux confins du système solaire, semblent entourées de ces formations annulaires qui, d'exception, deviennent la règle. En bonne logique, il faut donc s'attendre à en trouver autour de Neptune.

Bien qu'aucun de ces trois systèmes d'anneaux ne soit semblable aux deux autres, leur étude est maintenant entreprise dans un cadre plus général, étendu même à l'anneau des astéroïdes entourant le Soleil, afin de découvrir les lois qui régissent l'apparition et l'évolution de ce type de formation.

N'importe quel astronome amateur disposant d'une petite lunette astronomique peut observer les anneaux de Saturne. A l'époque de leur découverte par Galilée, ils constituèrent pourtant un mystère. C'est seulement en 1659, en effet, que l'opticien hollandais Christian Huygens — qui venait de découvrir Titan, le plus gros satellite de la planète — comprit vraiment de quoi il s'agissait. La puissance des lunettes continuant de croître, J.D. Cassini, à l'Observatoire de Paris, constata en 1675 qu'il n'y avait pas un anneau, mais deux, séparés par une bande sombre de quelques milliers de kilomètres de large, que l'on baptisa justement « division de Cassini ». Cet astronome français, italien d'origine, découvrit par ailleurs quatre des satellites qui entourent la planète, au-delà de ces anneaux.

Puis en 1850, donc nettement plus tard, l'astronome américain W. Bond, après avoir découvert un satellite supplémentaire à cette planète, décela l'existence d'un troisième anneau, plus proche du globe de Saturne, et presque transparent. On l'appela l'« anneau de crêpe ». Encore plus d'un siècle s'écoula, et un quatrième anneau fut détecté, en 1969, par l'astronome français Pierre Guérin.

Enfin, le système des anneaux de Saturne se révèle beaucoup plus étendu qu'on ne l'avait pensé. Car l'anneau de Guérin descend pratiquement jusqu'au niveau des nuages de la planète, tandis que la sonde spatiale « Pioneer XI », en septembre dernier, a mis en évidence un anneau extérieur à tous ceux connus jusqu'alors.

Tous ces anneaux sont désignés par des lettres de l'alphabet et séparés par des vides ou « divisions ». La plus importante est celle de

Cassini, déjà citée, large d'environ 5 000 km. Elle est visible dans une lunette ou un télescope d'au moins 8 à 10 cm d'ouverture. L'anneau A, qui jusqu'à la découverte d'un anneau encore plus extérieur, marquait la limite extérieure du système, dessine un disque de 275 000 km de diamètre. C'est considérable, puisque l'on pourrait aligner 22 fois notre Terre devant une telle formation. Mais le plus important de ces anneaux, par sa largeur comme par son éclat (supérieur à celui de la planète Saturne elle-même), c'est l'anneau B ; c'est d'ailleurs entre le A et le B que se place la division de Cassini.

Etonnants par leurs dimensions, les anneaux de Saturne le sont également par leur épaisseur. Celle-ci, précisons-le, est extrêmement difficile à évaluer, le meilleur moyen consistant à profiter du moment où la Terre passe dans leur plan, car ils se présentent alors par la tranche. Compte tenu de la période de révolution de Saturne, ce phénomène se produit tous les 14 ans environ, à trois ou quatre reprises pendant une période de quelques mois. C'est justement le cas actuellement, la première « disparition » des anneaux ayant eu lieu le 27 octobre dernier ; il y en aura deux autres, les 12 mars et 23 juillet prochains. Après quoi, la planète s'inclinera de plus en plus sur notre ligne de visée, nous faisant découvrir largement son système d'anneaux, avant un autre passage dans le plan, en mai 1995.

Les astronomes auront donc encore à deux reprises, en 1980, l'occasion d'affiner leurs mesures d'épaisseur de ces anneaux. L'on sait déjà que cette épaisseur est inférieure à 3 km, les meilleures observations l'abaissant même à 800 ou 900 m. Autrement dit, si l'on voulait créer une maquette des anneaux de Saturne pour une épaisseur comparable à celle d'une page de cette revue, il faudrait donner à l'anneau A un diamètre d'une quinzaine de mètres !

Les observations de la sonde « Pioneer XI », passée à 24 000 km de ces anneaux, le 1<sup>er</sup> septembre dernier, n'étaient pas suffisamment « fines » pour permettre une bonne mesure de leur épaisseur. Mais différents modèles théoriques établis ces dernières années, et basés sur des considérations dynamiques, montrent que les collisions entre les différents fragments constitutifs conduit à un aplatissement maximal : autrement dit, l'épaisseur totale d'un anneau donné n'excède pas celle du plus gros de ses constituants. L'astronome Jeffreys avait d'ailleurs avancé cette possibilité dès 1947.

Il s'ensuit que si nous connaissions la taille des particules solides constituant les anneaux de Saturne, nous aurions du même coup une idée de leur épaisseur. Or, nous avons justement à notre disposition une technique pour déterminer cette dimension : c'est la radar astronomie.

Contrairement aux apparences, les anneaux de Saturne ne sauraient être « pleins » : la troisième loi de Kepler veut en effet qu'à chaque distance d'un astre corresponde une période de révolution bien précise. Dans le cas des anneaux

de Saturne, qui s'étalent sur une certaine largeur, la durée de révolution serait donc plus courte pour le bord intérieur que pour le bord extérieur, ce qui entraînerait très vite leur dislocation. Un calcul simple permet de constater que l'intérieur de l'anneau C prend ainsi un tour d'avance sur l'extérieur de l'anneau A toutes les dix heures environ.

Ces anneaux ne peuvent donc être formés que d'une myriade de corps indépendants, comme Cassini en eut l'intuition dès 1710, ces corps se comportant comme autant de petits satellites circulant en rangs serrés autour de la planète ; observés à grande distance, ils donnent alors l'illusion d'une surface pleine. L'analyse des échos radar réfléchis par ces anneaux — technique que les puissants radiotélescopes actuels ont rendue possible — montre une réflectivité particulièrement élevée pour les longueurs d'ondes supérieures à 13 cm. Aussi peut-on penser que les plus gros fragments circulant au sein de ces anneaux ont des dimensions de l'ordre du décimètre. Par ailleurs, des analyses photométriques ont permis de compléter ces estimations, si bien que les astronomes retiennent pour très probables des dimensions comprises entre 2 et 15 cm, l'épaisseur de l'anneau paraissant finalement être inférieure à 10 m... Il faudra attendre le survol par les sondes spatiales « Voyager 1 » et « Voyager 2 », en novembre et janvier prochains, pour en savoir plus.

On a, par ailleurs, la quasi-certitude que les cailloux qui constituent les anneaux de Saturne sont recouverts de glace d'eau (d'ailleurs abondante dans cette région du système solaire), à moins qu'il ne s'agisse purement et simplement de glaçons à l'état pur ! Les observations en infrarouge et les courbes spectrales comparées à divers constituants possibles, leissent fortement penser depuis maintenant une dizaine d'années. Plus récentes, par contre, sont les observations qui semblent indiquer la présence d'une enveloppe gazeuse, sorte d'atmosphère aplatie, de part et d'autre des anneaux ; son épaisseur serait considérable en regard de celle des anneaux eux-mêmes : de l'ordre de 10 000 km.

En 1787, six ans après avoir découvert Uranus, William Herschel crut apercevoir un anneau encerclant cette nouvelle planète du système solaire. Mais personne ne confirma le fait, et l'astronome anglais lui-même ne fut jamais réellement certain de son observation.

Aussi oublia-t-on cet hypothétique anneau, jusqu'au 10 mars 1977. Quatre ans auparavant, l'astronome Gordon Taylor, de l'Observatoire royal de Greenwich, avait calculé que cette nuit-là serait particulièrement favorable pour la mesure du diamètre de la planète Uranus, cette dernière devant occulter une étoile de la constellation de la Balance, connue sous le matricule SAO 158687. De telles occasions sont rares, compte tenu de la petitesse du disque d'Uranus (environ 4 secondes d'arc, soit le diamètre apparent d'une pièce de 1 F vue à 1 300 m !) et de la lenteur de son déplacement sur le ciel (6 se-

maines pour parcourir le diamètre apparent de la pleine lune).

Quatre équipes d'astronomes avaient donc décidé de profiter du phénomène, d'ailleurs seulement observable depuis une zone entourant l'océan Indien. L'une de ces équipes, rassemblant des chercheurs de l'Université Cornell sous la direction du Dr James Elliott, disposait du « Kuiper Airborne Observatory » un avion de la NASA équipé d'un télescope de 91 cm d'ouverture, spécialement conçu pour les observations astronomiques en altitude.

conclusion qu'il existait autour d'Uranus une ceinture de débris invisibles directement.

L'analyse des documents obtenus permet bien vite de mettre en évidence un ensemble de cinq anneaux concentriques que l'on désigna par des lettres de l'alphabet grec ; le cinquième, le plus externe, est aussi le plus large (environ 90 km), tandis que les quatre autres sont plus réduits (à peu près 10 km).

Par chance, une autre occultation d'étoile par la planète Uranus se produisit peu après, le 10 avril 1978 ; elle fut observée notamment

## LES CICATRICES LAISSÉES PAR LES ASTÉROÏDES

*Notre atmosphère constitue bien entendu un bouclier contre la plupart des projectiles venus du cosmos, mais au-delà d'une certaine masse — estimée à 5 kg — une météorite peut parvenir au sol sans s'être totalement consumée. Et plus l'énergie cinétique du projectile sera importante, moins l'action de l'atmosphère sera efficace.*

*Le plus célèbre de ces cratères d'impact, que les astronomes baptisent maintenant « astrolèmes », est sans doute « Meteor Crater » ou cratère Barringer, en plein désert de l'Arizona, près de Winslow, aux États-Unis. Cette gigantesque excavation, de 1 300 m de diamètre et 200 m de profondeur a, semble-t-il été creusée voici 22 000 ans par un projectile de 25 m de diamètre dont la masse a été estimée à 60 000 t.*

*Plus ancien (60 millions d'années) et plus important (12 km de diamètre moyen) est le cratère de Deep Bay, au Canada, excavé par un astéroïde qui devait approcher les 40 millions de t et posséder un diamètre d'environ 250 m. Citons encore la dépression de Vredefort, en Afrique du Sud qui, avec 40 km de diamètre, est parmi les plus importantes que l'on connaisse ; l'astéroïde qui lui donna naissance, voici 350 millions d'années, devait mesurer 2 km de diamètre et peser 20 milliards de t. Il provoqua une petite fissure de la croûte terrestre avec remontée de lave.*

*En France même a été repérée il y a seulement quelques années une structure très affectée par l'érosion, correspondant à un astrolème de 15 km de diamètre. L'impact a eu lieu il y a au moins 160 millions d'années,*

*à l'époque du Trias, c'est-à-dire au début du Secondaire, à Chassenon, près de Rochechouart (Hte Vienne).*

### ASTROBLÈMES IMPORTANTS DONT L'ORIGINE MÉTÉORIQUE EST CERTAINE

	diamètre (km)	connu depuis	Age (millions d'années)
Baie d'Hudson (Canada)	440	1953	800
Tengiz (U.R.S.S.)	350	1975	
Terre Victoria (Antarct.)	240	1959	
Popigai (U.R.S.S.)	100	1970	
Sudbury (Ontario, Canada)	100	1962	1 840
Vredefort (Afrique du Sud)	100	1936	1 970
Putschesh (U.R.S.S.)	80	1965	
Manicouagan (Québec, Canada)	65	1960	210
Labyntkir (U.R.S.S.)	60	1969	
Siljan (Suède)	45	1963	500
Araguena (Brésil)	40	1973	
Charlevoix (Québec, Canada)	36	1967	
Clearwater lake (Canada)	32	1956	285
Carswel (Canada)	32	1956	85
Manson (Iowa, U.S.A.)	32	1961	65
Haughton (Canada)	30		

Tous attendaient la disparition de l'étoile en question derrière le disque de la planète Uranus, et tous furent surpris de noter sur les entregistres une première « extinction » de cette étoile, pendant 7 secondes, 40 minutes avant l'instant prévu de l'occultation. Elle fut suivie dans les neuf minutes de quatre autres extinctions, quoique plus brèves (1 seconde). Après quoi l'étoile brilla sans interruption jusqu'à sa disparition normale. La même séquence se reproduisit de façon quasiment identique et symétrique après l'occultation. Le fait que les astronomes volants du K.A.O., ainsi que les « rampants » des observatoires de Perth (Australie), Cape Town (Afrique du Sud) et Kavalur (Inde) aient noté le même phénomène permettait d'exclure une anomalie d'origine instrumentale ; et la symétrie parfaite de ces quasi-occultations conduisit à la

par Eric Perssons, à l'aide du télescope de 250 cm installé par les Etats-Unis à l'observatoire de Las Campanas (Chili). Cette observation permit de détailler l'anneau Epsilon, le plus large, qui révéla une structure complexe, elliptique et en forme de fer à cheval. Mais elle permit aussi de découvrir quatre anneaux supplémentaires, encore plus proches de la planète que ceux déjà connus, dont un entre les anneaux bêta et gamma.

Ces neuf anneaux, qui s'étirent entre 42 000 et 51 000 km à partir du centre de la planète, ne sont donc que de minces filets de matériaux extrêmement sombres, par contraste avec ceux de Saturne, qui sont au contraire larges et brillants. Etant donné leur faible largeur, leur faible pouvoir réflecteur et la grande distance d'Uranus, il n'est pas étonnant que ces anneaux soient

(suite du texte page 33)

## LES ASTÉROÏDES QUI MENACENT LA TERRE

Entre Mars et Jupiter, existe une multitude de petites planètes regroupées au sein d'un anneau de quelque 200 millions de kilomètres de large : ce sont les astéroïdes. On en a recensé environ 2 200 à l'heure actuelle, le plus gros (Cérès) mesurant presque exactement 1 000 km, les plus petits qui soient détectables n'ayant guère plus de 1 km de diamètre. La plupart (98 %) des astéroïdes suivent des orbites quasiment circulaires, mais il y a cependant quelques indisciplinés (une quarantaine connus) qui s'écartent sensiblement de l'anneau principal et suivent des orbites elliptiques qui les amènent à recouper l'orbite des autres planètes, de Mercure à Saturne. Certains de

Il est donc évident que l'arrivée sur Terre d'un EGA comme 1959 LM ou 1972 XA provoquerait à l'échelle d'un pays, voire d'un continent, un cataclysme gigantesque, pouvant entraîner la mort de plusieurs centaines de millions d'êtres humains. Dans l'hypothèse d'un impact sur un continent le cratère ainsi creusé mesurerait une centaine de kilomètres de diamètre, tandis qu'une chute dans l'océan provoquerait la formation d'une onde solitaire qui entraînerait un gigantesque raz-de-marée sur les côtes les plus proches, avec des vagues dépassant 40 mètres.

Le film « Meteor » projeté sur les écrans français depuis le 9 janvier dernier, traduit fort bien ces deux éventualités. Le thème principal est celui de la rencontre imminente entre la Terre et un astéroïde géant, que Soviétiques et Américains, après de longues tractations, décident de détruire en « sacrifiant » chacun une importante partie de leur stock de bombes nucléaires orbitales. C'est un film « catastrophe », certes, mais il présente l'avantage d'être scientifiquement crédible sauf pour deux ou trois détails mineurs. La taille même du bolide (8 km de diamètre) correspond exactement à celle du plus gros astéroïde susceptible de percuter notre planète, alors que les réalisateurs, pour impressionner encore davantage, auraient pu imaginer des dimensions bien supérieures.

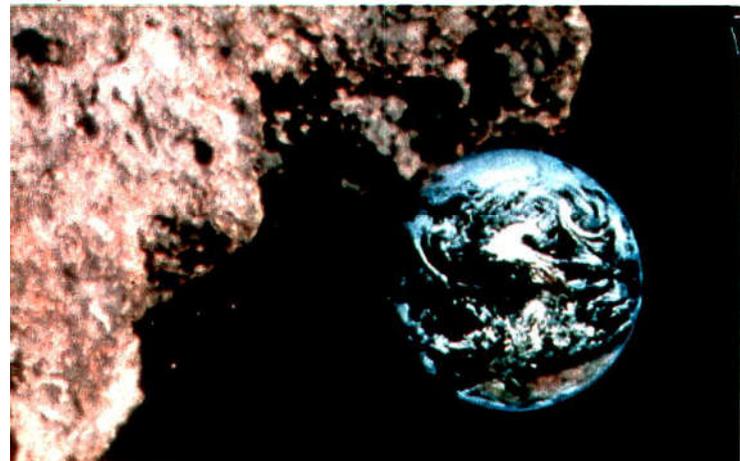
On a beaucoup écrit sur le cataclysme de la Toun-gouska, survenu le 30 juin 1908 au matin au-dessus d'une région quasi désertique — fort heureusement ! — de la Sibérie centrale. Il fut probablement provoqué par l'explosion, à 8 km d'altitude, du noyau d'une petite comète.

Ce que l'on sait moins, par contre, c'est que la Terre a failli être percutée plus récemment par un petit astéroïde qui, lui, aurait pu atteindre le sol, car il s'agissait d'un corps compact. L'énergie dégagée aurait été du même ordre que dans le cas de la Toun-gouska.

Le 10 août 1972, vers 14 h 30, heure locale, d'innombrables témoins de l'Etat du Montana (U.S.A.) et de la province d'Alberta (Canada) ont pu voir une éblouissante boule de feu traverser le ciel bleu avec une luminosité évaluée à cent fois celle de la pleine lune, suivie d'une longue traînée gris-bleuté qui subsista pendant près de deux heures après le passage du météore. Grâce aux films et photographies prises par les témoins de ce phénomène extraordinaire, ainsi que par des caméras du réseau de surveillance de l'USAF, on a pu reconstituer la trajectoire du bolide.

Ce petit corps céleste entré dans l'atmosphère à 54 000 km/h, était descendu jusqu'à 58 km d'altitude au-dessus des Monts Pioneer, à la limite de l'Etat du Montana, puis était ressorti de l'atmosphère après un trajet incandescent de quelque 1 500 kilomètres. Autrement dit, l'astéroïde a littéralement ricoché sur les couches denses de l'atmosphère ! Si l'angle de sa trajectoire avait été un peu plus fermé, il se serait écrasé dans les Montagnes Rocheuses à la frontière américano-canadienne et aurait probablement creusé un cratère de quelques centaines de mètres de diamètre, sans parler des dégâts provoqués par effet de souffle, des incendies allumés par l'onde thermique et du déclenchement éventuel d'un petit séisme. Sa masse était probablement voisine de 5 000 t.

Certaines estimations sont beaucoup plus élevées : de l'ordre du milliard de tonnes, pour un diamètre de 80 m ! L'on tremble rétrospectivement à l'évocation de ces chiffres, et nous ne devons pas perdre de vue que de telles rencontres sont statistiquement possibles dans un avenir assez rapproché. □



La Terre, cible d'astéroïdes comme celui du film « Meteor » ?

ces astricules croisent ainsi l'orbite de la Terre et il est d'usage de les désigner sous le sigle « EGA » que leur attribuent les astronomes américains, pour « Earth Grazing Asteroids ».

Ces EGA, jadis considérés comme rarissimes, sont découverts en nombre croissant. Le premier de la série, « Apollo », repéré le 24 avril 1932 par l'astronome allemand Reinmuth, passe assez souvent au large de la Terre : prochain passage en 1982, à 7 millions de kilomètres. Deux autres EGA au moins sont déjà passés à une distance moindre : il s'agit d'Icare (6 millions de km en 1968) et surtout d'Hermès, qui nous frôla à 800 000 km (2 fois la distance de la Lune) le 30 octobre 1937. En plus d'Hermès, deux autres astéroïdes sont susceptibles de nous approcher à une distance du même ordre et pourraient donc percuter la Terre un jour ou l'autre ; ils n'ont pas de nom de baptême mais un matricule : 1973 EA et 1947 XC. Viennent ensuite Adonis et 1959 LM qui, tous deux, peuvent s'approcher à deux millions de kilomètres seulement. Cette valeur peut d'ailleurs varier par suite des perturbations que leur orbite risque de subir après passage éventuel au large d'une autre planète. Ainsi un EGA peut-il cesser d'être dangereux pour la Terre, tandis qu'un autre le devient soudain.

Il en existe une centaine ayant plus de 1 500 mètres de diamètre, mais les deux plus gros mesurent 7 à 8 km de diamètre : ce sont 1959 LM et 1972 XA. Quelles seraient les conséquences pour la Terre d'une rencontre avec des corps de cette importance ? Compte tenu de leur masse (de l'ordre du millier de milliard de tonnes) et de leur vitesse (20 km/s après traversée de l'atmosphère) l'on trouve une énergie cinétique de l'ordre de  $10^{23}$  Joules, ce qui équivaut à l'explosion de quelques centaines de millions de bombes atomiques du type Hiroshima !

(suite de la page 31)

invisibles, même dans les meilleurs télescopes ; il apparaît donc comme très peu probable que William Herschel ait pu les observer au XVIII<sup>e</sup> siècle, même si à l'époque ils se présentaient sous l'incidence la plus favorable.

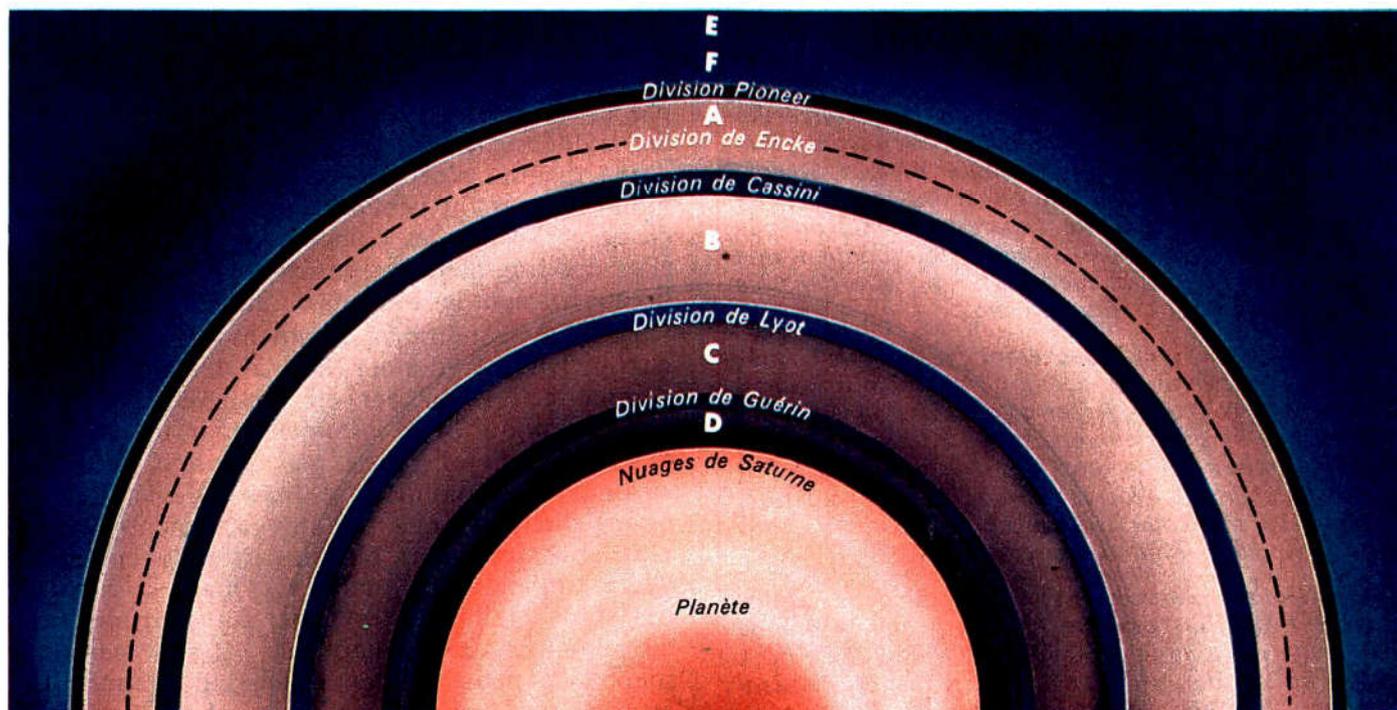
Par contre, ils ont été photographiés quelques mois après leur découverte par des astronomes du Caltech à l'aide du grand télescope de 5 m du mont Palomar. Il est vrai que ceux-ci eurent recours à une technique astucieuse, consistant à prendre deux clichés sur deux longueurs

d'ondes différentes dans l'infrarouge ; pour l'une la planète apparaît plus lumineuse que les anneaux, pour l'autre c'est l'inverse. Par soustraction à l'aide de filtres, il est alors possible d'éliminer complètement l'image de la planète elle-même et de faire ressortir celle des anneaux. Le cliché ainsi obtenu confirme notamment la forme en fer à cheval du plus large d'entre eux.

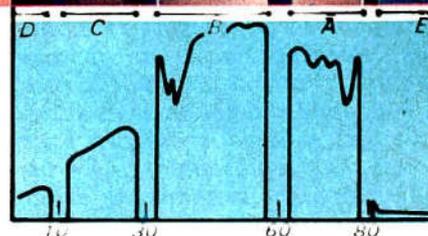
Il n'en reste pas moins que leur albédo, c'est-à-dire leur pouvoir réflecteur, est extrêmement faible : environ 3 %. C'est inférieur à ce que

(suite du texte page 34)

## LES ANNEAUX DE SATURNE



**LA MERVEILLE DU SYSTÈME SOLAIRE.** Voici les anneaux de Saturne, tels qu'ils apparaîtraient à un astronaute survolant l'un des pôles de la planète. Il est facile de constater que ces anneaux débutent au niveau même des nuages et se subdivisent en plusieurs couronnes concentriques. A droite, la courbe de luminosité des différents anneaux fait parfaitement ressortir la présence des différentes divisions et montre bien que l'anneau B est le plus lumineux.



Nom	Découverte	Distance au-dessus des nuages	Largeur (km)	Remarques
<b>D</b> Division de Guérin	P. Guérin (1969)	0 à 8 600 km	8 600	Non confirmée par Pioneer 11
<b>C</b> (ou anneau de Crêpe) Division de Lyot (ou division française)	Bond (1850)	12 600 à 27 900 km	15 300	Non confirmée par Pioneer 11 Étoiles visibles au travers
<b>B</b> Division de Cassini	Galilée (1610) Cassini (1675)	32 100 à 56 700 km	4 200 24 600 4 800	Confirmée par Pioneer 11 Le plus lumineux et le plus opaque Visible dans un petit télescope
<b>A</b> Division Pioneer	Galilée (1610) Pioneer 11	61 500 à 77 100 km	15 600 3 500	Partiellement transparent
<b>F</b>	Pioneer 11	80 600 à 81 100 km	500	Découvert par Pioneer 11
<b>E</b>	W. Feibelman (1967)	Au-delà de 81 100 km		Non confirmé par Pioneer 11

## **C'EST UN ASTÉROÏDE QUI AURAIT FAIT DISPARAITRE LES DINOSAURES**

*Il y a 65 millions d'années, un astéroïde d'une dizaine de km de diamètre, d'une masse de près de 13 trillions ( $13 \times 10^{18}$ ) de tonnes, s'est abattu sur la Terre. Il y a provoqué une explosion d'une puissance de 100 millions de mégatonnes, et creusé un cratère large de 175 km. Une masse de poussière cent fois plus grande que celle de l'astéroïde fut projetée dans l'atmosphère, plongeant la Terre dans une nuit qui dura deux ou trois ans, peut-être plus. C'est ce qui aurait causé la mort des dinosaures et d'autres grands animaux. Cette collision aurait aussi marqué la séparation entre le crétacé, l'ère des dinosaures, et le tertiaire, celle des mammifères.*

*Telle est l'hypothèse de chercheurs de l'Université de Californie, dont le physicien Luis W. Alvarez, Prix Nobel, et son fils, le géologue Walter Alvarez. Elle est fondée sur l'étude d'une fine couche d'argile qui, un peu partout dans le monde, sépare les roches du crétacé, de celles du tertiaire, et qui surtout contient une concentration d'iridium bien plus forte que dans les autres roches de la croûte terrestre.*

*Le pr. Alvarez et son fils pensèrent d'abord que ce métal pouvait provenir des débris d'une étoile qui aurait explosé à proximité de la Terre ; mais des analyses ont montré que l'iridium provenait sans doute du système solaire, vraisemblablement d'un astéroïde qui est entré en collision avec la Terre. Une telle collision, pensent-ils, ne risque de se produire qu'une fois tous les cent millions d'années environ.*

*Cet astéroïde s'est volatilisé, dispersant dans l'atmosphère 1 500 fois plus de poussière que la grande explosion volcanique de Krakatau en 1883. « Ce fut », dit le pr. Alvarez, « l'extinction des feux ». Pendant deux ou trois ans, l'obscurité régna sur Terre, interrompant le processus de photosynthèse qui libère de l'oxygène à partir de gaz carbonique. Les grands animaux, privés de nourriture, disparurent. Seuls de petits animaux, capables de survivre grâce aux racines, graines, et résidus organiques, revirent le jour. (Les crocodiles représentent une exception, car ils peuvent vivre de plantes en décomposition).*

*Le paléontologue canadien Dale A. Russell soutient aussi cette hypothèse, présentée le mois dernier à la réunion de l'Association Américaine pour l'Avancement des Sciences à San Francisco. En effet, dit-il, on peut constater d'après l'étude de fossiles qu'aucun animal de plus de 25 kg n'a survécu à cette transition du crétacé au tertiaire. Lorsque le nuage de poussière se dissipa, ce furent les plantes dont les spores ou graines avaient survécu qui recouvrirent la Terre. Ces plantes sont ensuite devenues les gisements de charbon, que l'on trouve au-dessus des couches géologiques du crétacé. La disparition des grands prédateurs dans ce jardin édénique du tertiaire aurait pu favoriser l'évolution des petits mammifères qui avaient survécu, et parmi lesquels se trouvaient les ancêtres de l'homme.*

*Tout cela, remarque le pr. Alvarez, est certes une hypothèse ; mais elle a le mérite d'expliquer la soudaine disparition des dinosaures mieux que les théories qui veulent que ces animaux soient soudain devenus inadaptés à leur environnement.*

A. D.

(suite de la page 33)

donnerait de la poussière de charbon, et ce fait intrigue les astronomes, qui ne connaissent dans le système solaire aucun matériau ayant cette propriété. Même Phobos et Deimos, les deux petits satellites de Mars, considérés jusqu'alors comme les astres les plus sombres, sont presque deux fois plus réfléchissants.

Cette constatation a conduit Thomas Van Flandern, astronome au U.S. Naval Observatory de Washington, à proposer voici un an une hypothèse pour le moins étonnante : et si ces anneaux étaient faits simplement de nappes de gaz concentriques ? A bien y réfléchir, l'hypothèse est tout à fait plausible, car nous connaissons déjà deux cas de satellites planétaires (Io pour Jupiter et Titan pour Saturne) générant un sillage de gaz : respectivement du sodium et de l'hydrogène. Pourquoi, par conséquent, ne pas envisager les anneaux d'Uranus sous forme de traînées de gaz disséminées tout au long d'une dizaine d'orbites distinctes par autant de mini-satellites, invisibles. C'est par un processus de ce genre que les comètes « sèment » derrière elles des fragments, essentiellement solides ceux-là, qui forment les essaims de météorites.

Dans ces conditions, comment des anneaux de gaz peuvent-ils donner lieu à des occultations comme celles qui ont été observées ? Simple-ment, explique Van Flandern, par un effet de réfraction : l'étoile n'est pas occultée, mais son rayonnement lumineux se trouve dévié. Remarquons d'ailleurs que les enregistrements photométriques indiquent plus un affaiblissement de l'éclat qu'une « extinction ». Quant à détecter ces mini-satellites, c'est une autre affaire, car en admettant cette hypothèse, ils sont certainement trop petits et trop proches d'Uranus pour être détectés visuellement ou photographiquement. L'astronome américain va en tout cas plus loin encore et suppose que le même phénomène existe pour des satellites plus gros, déjà connus, outre Io et Titan pour lesquels il est bel et bien réel.

Lorsque le 5 mars 1979, les techniciens du Jet Propulsion Laboratory donnèrent l'ordre à la sonde « Voyager 1 » de braquer sa caméra à « haute résolution » (téléobjectif) entre le bord du disque de Jupiter et le premier satellite, Amalthée, ce n'était pas dans le but de rechercher autour de la planète géante l'existence d'un anneau. Cette manœuvre, effectuée un peu moins de 17 heures avant le survol de Jupiter, avait en fait pour but de dénicher un éventuel quatorzième satellite. Ce satellite supplémentaire fut bel et bien repéré, mais sur une autre photographie de la banlieue jovienne. Le cliché du 5 mars, obtenu après une pose de 11 minutes avec l'amas stellaire de Praesepe (constellation du Cancer) en arrière-plan, révéla en fait la présence inattendue d'un anneau !

Cet anneau, « Voyager 2 » put le photographier plus en détail — notamment en contre-jour, quatre mois plus tard. Il se place à 1,73 rayon jovien du centre de la planète, sa bordure externe s'étendant jusqu'à 57 000 km

(suite du texte page 152)

# SS 433, L'ÉTOILE QUI AVANCE ET RECULE A LA FOIS

*Quand on note un décalage vers le rouge du spectre d'une étoile, c'est qu'elle s'éloigne de nous, et quand le décalage est vers le bleu, c'est qu'elle se rapproche de nous. Mais on n'avait encore jamais vu une étoile dont le spectre va dans les deux sens à la fois ! C'est pourtant le cas de SS 433, qui pose un casse-tête aux astronomes du monde entier.*

● La constellation de l'Aigle, près de l'étoile Delta, est dans un champ stellaire très riche : elle est située en pleine Voie Lactée. Dans ce fourmillement d'étoiles, il en est une, 2 000 fois moins lumineuse que les plus faibles étoiles visibles à l'œil nu, qui pose depuis peu aux astronomes une passionnante énigme.

En 1966, deux chercheurs américains, Bruce Stephenson et Nicolas Sanduleak, l'incluent dans une liste d'étoiles « particulières » dont le spectre présente des raies d'émission intenses. A cette étoile rougeâtre, ils attribuent le matricule SS 433, initiales de leurs noms suivies d'un numéro d'ordre.

Puis les choses en restent là pendant plus de dix ans. Jusqu'à l'été 1978, où David Clark et Paul Murdin, utilisant le grand télescope anglo-australien de 390 cm d'ouverture installé à Siding Springs, découvrent que cette étoile est en fait la contrepartie optique d'une radio-source variable ; cette dernière étant elle-même située juste au centre d'une zone d'émission radio de forme elliptique, baptisée W 50, et jusqu'alors considérée comme le résidu d'une supernova qui aurait explosé il y a 40 000 ans. En 1976, le satellite astronomique Ariel V avait déjà repéré dans cette direction une source intense de rayons X.

Une toute première hypothèse considère que SS 433 constitue une nouvelle catégorie d'astres restes de supernovae, mais différents des pulsars.

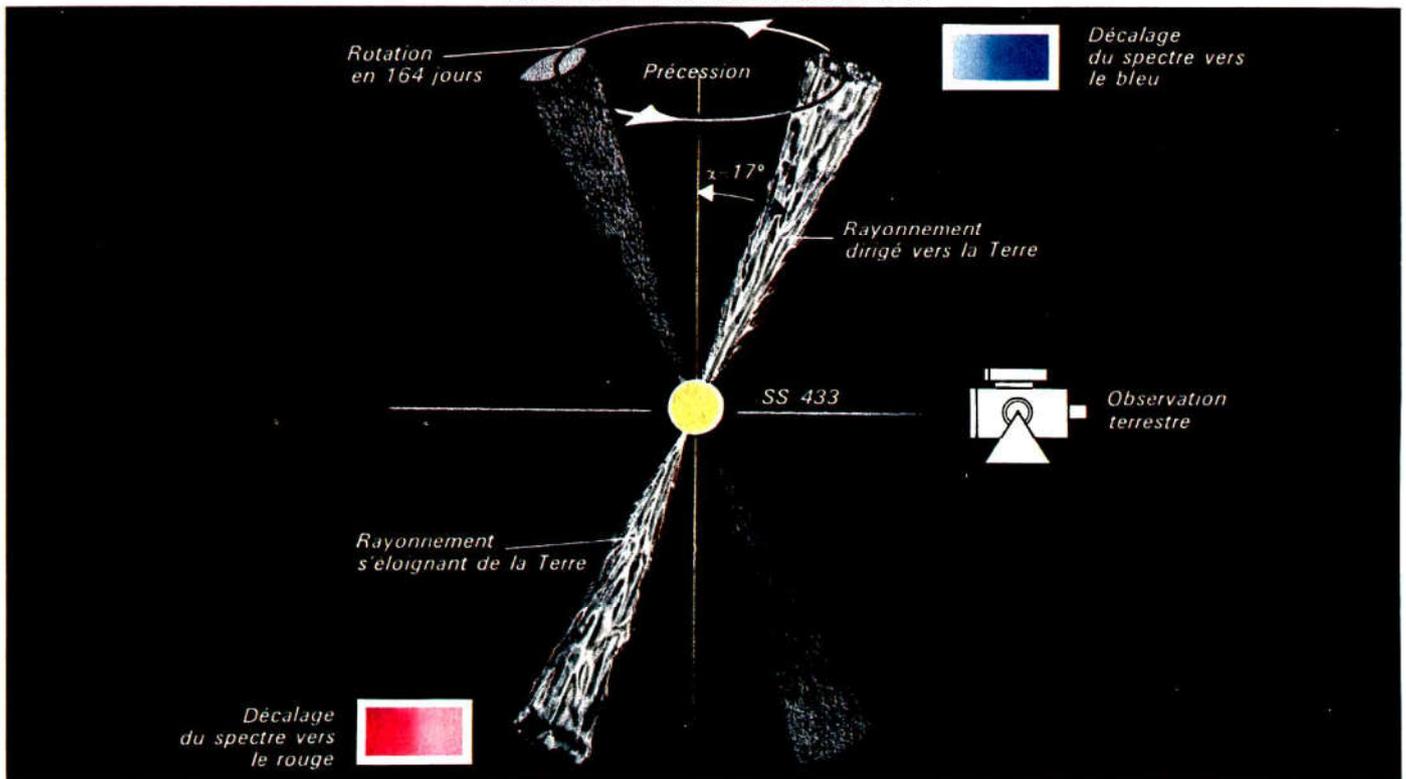
En août 1978, toujours aux Etats-Unis, Bruce Margon et ses collaborateurs entreprennent des observations détaillées de SS 433, en vue de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse. Pour cela, ils recourent aux « grands moyens », quatre télescopes dont celui du Mont Palomar.

Le résultat surprend : le spectre de l'objet mystérieux est strié de raies d'émissions intenses — ce que l'on savait déjà depuis 1966 — mais, qui plus est, affectées d'un mouvement alternatif entraînant un décalage *à la fois* vers le rouge et vers le bleu ! Jamais encore, de mémoire d'astronome, on avait constaté un tel effet. Si l'on attribuait ce décalage à un effet Doppler, les glissades des raies de SS 433 impliquaient des variations de vitesse de plusieurs dizaines de milliers de kilomètres par seconde, s'effectuant simultanément dans deux directions opposées !

Comme cela se produit souvent lorsque l'on découvre un astre jusque-là insoupçonné, des recherches sont entreprises pour le retrouver sur d'anciens documents. Les astronomes William Liller et Elaine Gottlieb, en comparant une série de clichés obtenus à l'Observatoire Harvard depuis 1929, découvrent une fluctuation de luminosité dans le bleu, suivant une périodicité de 161 jours, et montrent que le mouvement propre de cet astre sur le ciel est extrêmement faible. Une courbe de lumière précise est par ailleurs établie à l'aide du télescope de 81 cm de Pine Mountains, dans l'Oregon, par Jim Kemp. Ainsi est mise en évidence une variation d'éclat d'une demi-magnitude, en l'espace de quelques jours.

Les observations effectuées dans la gamme des rayonnements X par le satellite astronomique « Einstein » (HEAO 2) indiquent que SS 433 est une source X stable dont la luminosité dans ce domaine de longueur d'ondes est cent fois inférieure à celle des sources binaires formées d'une étoile à neutrons en orbite autour d'une étoile normale.

## MODÈLE CINÉMATIQUE



L'objet central, unique, est en rotation rapide, éjectant deux faisceaux de gaz suivant un axe incliné de  $17^\circ$  par rapport à son axe de rotation. Par suite d'un mouvement de précession le faisceau décrit un cône parcouru en 164 jours, au-dessus et au-dessous de l'astre, presque perpendiculairement à la Terre. Ainsi a-t-on toujours l'une des extrémités du faisceau qui se dirige vers la Terre (raies spectrales décalées vers le bleu) tandis que l'autre s'éloigne (vers le rouge).

Le cas de cette étoile est, en tout cas, tellement extraordinaire que Bruce Margon invite les astrophysiciens du monde entier à en discuter, à Munich, en décembre de la même année. SS 433 est révélée à la presse ; elle va être la vedette de l'année astronomique 79.

Très vite, les observations s'accumulent. L'astre est extrêmement lumineux (1 900 fois plus que notre Soleil), situé à environ 11 000 années-lumière de distance. Mais surtout, SS 433 émet dans deux directions opposées, à la fois vers la Terre et en sens contraire, deux « jets » de gaz. Au fur et à mesure que les spectres s'accumulent, il devient évident que les variations spectrales, vers le bleu et le rouge, sont bien dues à un effet Doppler, et qu'il existe en outre des raies d'émissions stationnaires. Quant aux raies mouvantes, elles oscillent suivant une périodicité de 164 jours. Dans les conditions extrêmes, une partie de SS 433 s'approche de nous à 35 000 km/s, tandis que l'autre s'éloigne à 50 000 km/s ! Ces vitesses représentent 20 % de la vitesse de la lumière.

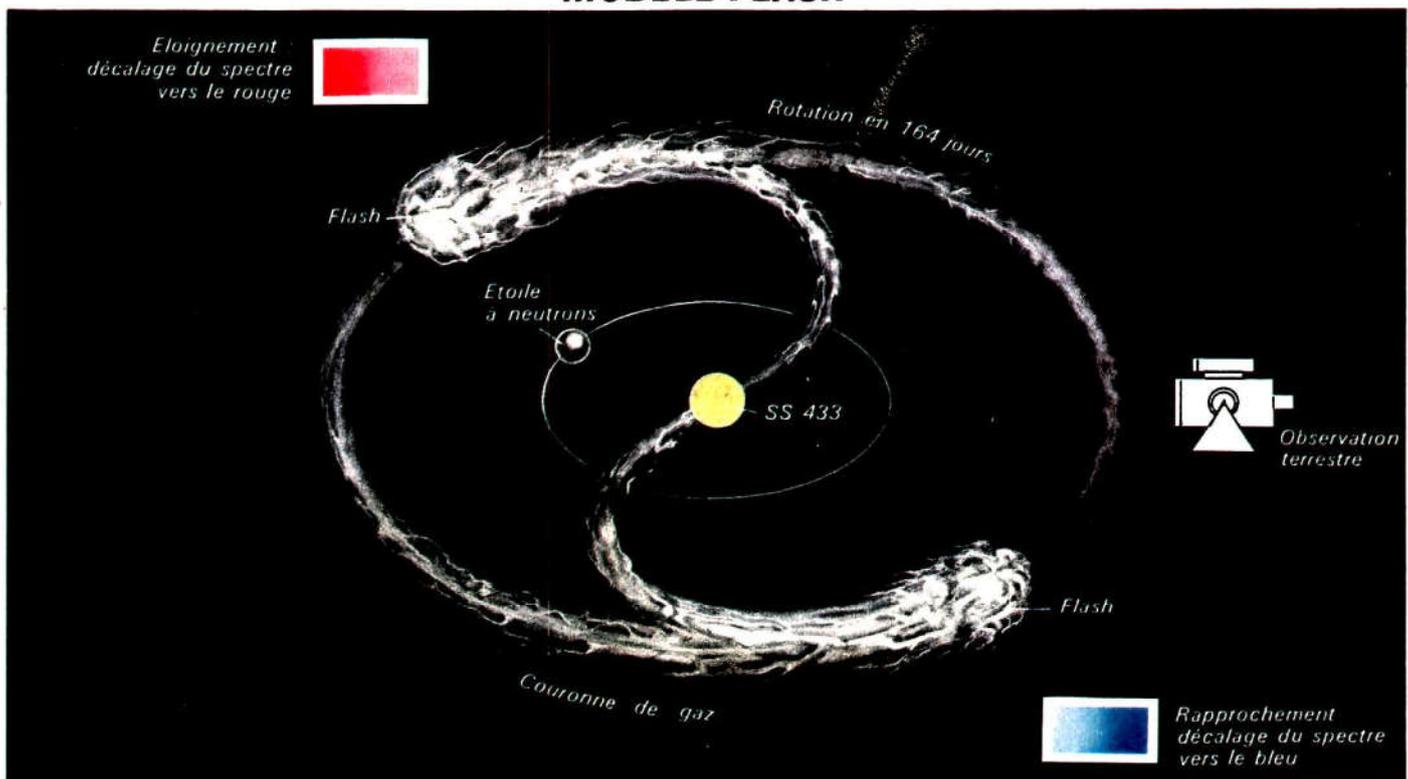
La radio-source étendue W 50, d'après sa brillance radio et son extension angulaire, se situe à environ 10 000 années-lumière, son âge étant de l'ordre de 25 000 ans ; elle est donc manifestement associée à SS 433. En outre, des photographies prises dans le bleu (0,66 micron) montrent de part et d'autre de SS 433 deux nébulosités qui coïncident parfaitement avec les « lobes » de l'émission radio. Le rapport d'intensité de rayonnement dans ces deux domaines

de longueur d'onde est d'ailleurs tout à fait comparable à celui des « filaments » de matière qui entourent les restes de supernovae. Quant aux dimensions de la source centrale, c'est-à-dire SS 433, des calculs basés sur la brillance des raies d'émission conduisent à lui attribuer un diamètre compris entre 15 millions de km (10 fois celui du soleil) et 4,5 milliards de km (soit à peu près le rayon de l'orbite de Neptune). Et, pour alimenter ces courants gazeux, SS 433 doit éjecter chaque année une quantité de gaz (essentiellement de l'hydrogène) représentant la masse de la Terre, ou encore 60 000 milliards de tonnes...

Et la structure ? En utilisant les 16 antennes actuellement en service (sur les 27 prévues) du grand interféromètre en Y de Socorro, implantées dans le désert du Nouveau Mexique, les Américains Seaquist et Gilmore cartographient toute la zone entourant cette étoile, avec une résolution angulaire de  $3''$ . L'astre apparaît alors comme un point non « résolu », entouré d'un halo radio de faible intensité et encadré de deux minces filaments d'une longueur estimée à une année-lumière, ce qui est bien supérieur à ce que l'on observe en optique. En recourant à la technique d'interférométrie à très longue base, c'est-à-dire à la radioastronomie intercontinentale mettant à profit en l'occurrence deux radiotélescopes situés en Espagne et en Californie, SS 433 a pu être découpée en tranches de  $3/1\,000$  de seconde d'angle seulement, soit une définition de 1,5 milliard de km seulement à la distance considérée. L'on

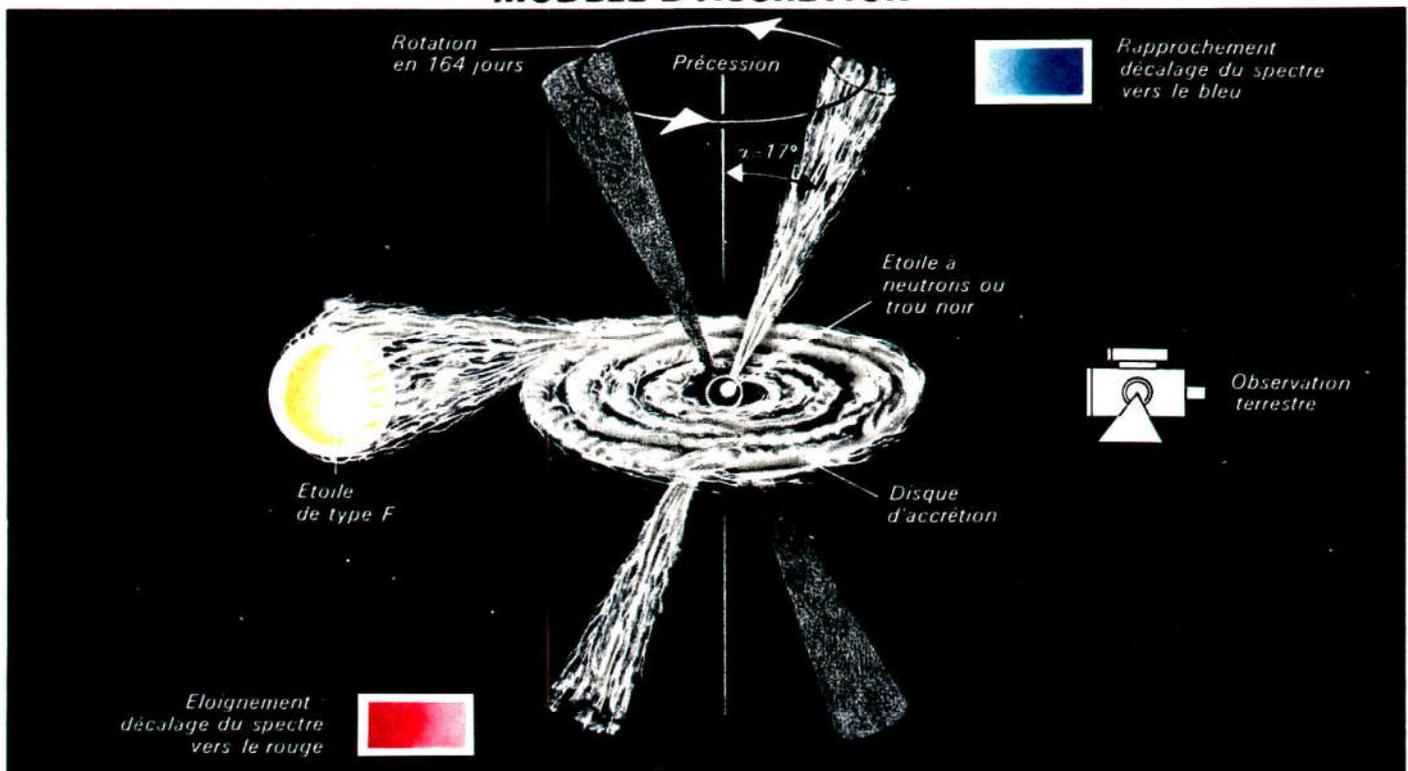
(suite du texte page 151)

## MODÈLE FLASH



Un objet compact, du type étoile à neutrons, orbite autour d'une étoile chaude éjectant une grande partie de sa masse par l'intermédiaire d'un puissant vent stellaire. La matière étant ionisée, elle se trouve canalisée par les lignes de force du champ magnétique de l'astre en deux faisceaux qui rencontrent un anneau de gaz froid entourant l'étoile. Ce gaz est alors « excité » et s'illumine à la manière d'un flash, donnant des raies d'émissions décalées à la fois vers le bleu et vers le rouge au fur et à mesure de la rotation du faisceau.

## MODÈLE D'ACCRÉTION



Il est basé sur l'existence d'une étoile à neutrons (voire même d'un trou noir) orbitant autour d'une étoile de type F ayant une fois et demie la masse du Soleil. Un disque d'accrétion formé par la matière arrachée à cette dernière entoure l'objet compact. Une fois saturé, l'on suppose que ce disque éjecte son trop-plein de matière sous forme d'un vent stellaire émis dans une direction perpendiculaire au plan orbital ; un mouvement de précession du disque entraîne la rotation en toupie du faisceau, le minimum de luminosité se produisant tous les 164 jours lorsque le disque se présente par la tranche pour les observateurs terrestres. La densité dans le disque d'accrétion est estimée à  $10^{19}$  particules par centimètre cube, et la température à  $10^7$  K.

# CALCULATRICES: QUELQUES ASTUCES COMPLÉMENTAIRES

*Les possibilités des calculatrices programmables sont si vastes qu'elles demandent toujours bien de la patience et bien du temps pour être pleinement exploitées. Nous ne pouvons nous substituer aux manuels d'utilisation — le numéro entier ne suffirait pas — mais nous indiquerons ici quelques astuces particulières qui ont intrigué nos lecteurs.*

● En rédigeant les programmes de calcul que nous avons soumis à nos lecteurs dans nos deux précédents numéros — articles calculatrices Texas/Hewlett-Packard — nous n'avions qu'une crainte : l'erreur de transcription dans la rédaction du programme. Un (+) à la place d'un (—), un  $y^x$  qui devient  $y^2$ , un  $\cos^{-1}$  qui reste cos, et tous incidents du même genre qui rendent le programme inopérant. Ajoutons qu'il est toujours fort difficile au lecteur de repérer une erreur dans une succession d'opérations qu'il n'a pas lui-même rédigée.

Par chance, le premier article consacré aux calculs arithmétiques était entièrement juste ; pas un signe de plus ou de moins, aucune inversion dans l'ordre des opérations. Malgré plusieurs relectures soigneuses et minutieuses, il n'en fut pas de même avec la seconde étude consacrée aux calculs algébriques. Il n'y eut pas une erreur, mais une omission, ce qui est tout aussi ennuyeux, dans le programme destiné aux Texas. Au dernier moment, entre la correction des épreuves et l'impression définitive, un signe (+) avait sauté.

De ce fait, un pas manquait dans le programme, et la résolution des équations du 3<sup>e</sup> degré avec les calculatrices Texas devenait impossible pour tous ceux qui suivaient nos instructions à la lettre. En fait, la disparition d'un pas était évidente pour ceux qui notaient les numéros de ligne au fur et à mesure de l'introduction des opérations : le pas 20 devait

correspondre à CLR ; or cette instruction tombait au pas 19, preuve qu'il manquait quelque chose.

Et nous ne dirons pas que les lecteurs auront rectifié d'eux-mêmes, car il fallait reprendre l'ordre logique des calculs depuis le début pour voir qu'une addition, tout à fait indispensable à la suite des calculs, avait disparu sans laisser de trace.

Nous allons donc donner les 20 premiers pas du programme ; toute la suite étant juste, il est inutile de la retranscrire.

```

000  LBL A
      CMs
      +
      2
      =
      +/—
      STO 07
      x2
010  x ≙ t
011  ÷
      3
      ×
      x2
      =
      +
      x ≙ t
      =
      x ≙ t
020  CLR
    
```

Moyennant cette rectification (+ au pas 016) le programme redevient cohérent et peut résoudre les équations du 3<sup>e</sup> degré ne présentant pas de différences numériques trop grandes entre les coefficients — par exemple  $p = 25$  milliards et  $q =$  un milliard.

Nous nous excusons vivement auprès de nos lecteurs de cette omission tout à fait indépendante de notre bonne volonté.

Revenons brièvement sur le point que nous venons de citer à propos des différences numériques entre les coefficients. C'est le Pr. Vignes, directeur de l'Institut de Programmation à l'Université Curie, qui nous a fait remarquer le fait. Les calculatrices utilisées, n'ayant au plus que 13 chiffres significatifs, donnent régulièrement 0 pour l'équation suivante  $\frac{x + y - x}{y}$ , les opérations étant

faites dans l'ordre indiqué (+, —, ÷) et les valeurs retenues étant  $x = 10^9$  et  $y = 10^{-6}$ . A l'évidence cette équation donne 1 quel que soit le couple (x, y) ; nous éliminerons la forme indéterminée 0/0 et donc le cas  $y = 0$ , les machines refusant toute division par zéro.

Ce résultat aberrant, 0 au lieu de 1, provient de ce que, pour la machine  $10^9 + 10^{-6}$  est égal à  $10^9$ , et non à 1 000 000 000,000001. Ne pouvant tenir que 13 chiffres (Texas) elle ne peut aller au-delà de 1 000 000 000,001. Tout nombre comportant plus de trois zéros derrière la virgule sera arrondi automatiquement à 1 000 000 000 (mais  $7.10^{-4}$  par exemple serait arrondi à  $1.10^{-3}$  et figurerait donc dans le total).

Si nous revenons maintenant à l'équation du 3<sup>e</sup> degré, tout écart entre les coefficients amenant en cours de calcul des écarts atteignant cette importance ( $10^{15}$ ) entraînera des résultats aberrants



comme celui que nous venons de voir (0, à la place de 1). A ce moment, les valeurs données pour les racines peuvent n'avoir aucun rapport avec la valeur réelle. Cette précision étant donnée, nous allons maintenant répondre à deux questions qu'un très grand nombre de lecteurs nous ont po-

sées : comment trouver les 13 chiffres utilisés par les calculatrices Texas quand elles n'en affichent que 10, et comment trouver toutes les décimales d'une fraction rationnelle.

Commençons par le premier point, et supposons que le résultat d'un calcul, sur une Ti 58 ou 59, s'écrit 23,34522817. En réalité, comme nous l'avons dit, la machine garde en mémoire interne pour toute la suite des opérations 13 chiffres significatifs dont les 10 premiers seulement sont affichés. Pour faire apparaître en toute sûreté les 3 chiffres de garde, on commence par retrancher au nombre affiché les 4 premiers chiffres significatifs. Dans le cas que nous venons de citer, il faut donc soustraire 23,34 à la valeur affichée. En faisant l'opération  $23,34522817 - 23,34$  on va trouver par exemple 0,005228166. Il faut ensuite faire disparaître les zéros suivant la virgule en multipliant, selon les cas, par 10, 100, 1 000, etc. Ici, il faut multiplier par 100, ce qui va faire apparaître 0,522816639. La valeur retenue par la machine était donc 23,34522816639. Notons tout de suite qu'elle avait arrondi ce chiffre à 23,34522817. La chose est normale car, si on part de 816639 les arrondis successifs sont 81664, 81666, 817.

La méthode que nous indiquons n'est qu'une procédure qui doit être adaptée à chaque cas. Ainsi, quand la valeur affichée débute par quelques zéros, par exemple 0,00031..., on commence par faire disparaître les zéros en multipliant par 10, 100... 10 000, etc. Le plus simple est d'arriver à faire apparaître une valeur entière de 4 chiffres, du genre 3456,78... ou 7890,123... : il suffit alors de retrancher les quatre premiers chiffres pour avoir les neuf suivants et donc les treize chiffres de la machine. Si le chiffre comporte un exposant, on commence par faire disparaître cet exposant en divisant par la même puissance de 10. D'une manière générale, il suffit d'amener la valeur affichée à la forme  $x y z t, u v w...$  et de retrancher  $x y z t$  pour avoir les 9 chiffres suivants. Selon les cas, il faut donc multiplier ou diviser par une puissance de 10.

La question la plus souvent posée en second concerne les décimales des fractions rationnelles ; une telle fraction étant de la forme  $a/b$  admet un quotient exact  $q$  et un reste  $r$ . On commence par prendre  $q$ , puis on fait  $r/b$  et on

prend  $q$ , puis  $r/b$  et on prend  $q'$  et ainsi de suite jusqu'au moment où apparaît la période de la fraction — c'est-à-dire où la suite des chiffres recommence identique à elle-même.

Cette opération peut se faire sur n'importe quelle calculatrice, même la plus simple. Nous allons donner un exemple, la machine utilisée ici étant une Hewlett-Packard ; mais répétons que la calculatrice la plus simple convient aussi bien, et nous nous servons uniquement des touches arithmétiques. Ajoutons qu'il est préférable d'avoir une mémoire, faute de quoi il faut écrire les résultats intermédiaires sur le papier à chaque fois.

Prenons par exemple la fraction  $11/17$ . On commence par taper 11 suivi d'autant de zéros qu'en tient l'affichage, soit ici 1100000000 ; on divise par 17 ce qui donne 64705882,35 ; on garde tous les chiffres précédant la virgule, et on délaisse les décimales, ici 0,35 ; on multiplie le premier résultat 64705882 par 17, soit 1099999994 et on le retranche du chiffre de départ soit 11000...0 ; résultat : 6.

Par une multiplication par 100...0, on remet autant de zéros derrière le 6 que peut en contenir l'affichage, ici 6 000000000 ; on divise par 17, ce qui donne 352941176,5. Comme précédemment, on garde tous les chiffres devant la virgule, et on les met à la suite du premier résultat, ce qui donne alors 64705882352941176. On délaisse le 0,5 et on multiplie comme précédemment par 17 ; résultat... 5999999992 qu'on retranche de 6000...0 ; résultat : 8.

On recommence, avec une multiplication, par faire 8000...0 à l'affichage ; on divise par 17 et on obtient 470588235,3. On délaisse le 0,3 et on met la partie entière à la suite du résultat déjà obtenu : 64705882352941176470588235. On reconnaît alors que la suite 6470... reprend après ... 117 ; il est inutile de poursuivre plus avant, la suite se répétant indéfiniment comme on le prouve en arithmétique.

Le quotient  $11/17$  vaut donc 0,647058823529411764705... On peut de même calculer la fraction  $811/241$  par la même méthode, en faisant attention à bien remettre à chaque fois autant de zéros que peut en tenir l'affichage. La période étant ici beaucoup plus longue, la même opération doit être répétée plus souvent, et on obtient :

$$811/241 = 3,365145228215767634$$

854771784232.3651... Il est inutile d'aller plus loin puisque, à partir de l'endroit où nous avons placé un point, la même suite 365145... 232 recommence indéfiniment. (Le nombre de chiffres de la suite périodique est au plus égal au diviseur.)

Cette manière de procéder nous a été indiquée par notre calculateur prodige, Daniel Ferro, qui a désormais la responsabilité des programmes pour les calculs astronomiques. Notons que cette procédure doit être adaptée à chaque cas par l'utilisateur, une fraction du genre 0,006134/217 demandant à être d'abord ramenée à la forme rationnelle  $6134/217$ . Ajoutons aussi qu'il faut faire très attention aux zéros qui apparaissent dans la suite des décimales.

Pour terminer, donnons cette fois une réponse apportée par nos lecteurs à la question de savoir où passaient les chiffres lors d'opérations successives avec les Texas. Le problème avait d'ailleurs été traité par notre confrère l'Ordinateur Individuel. La méthode consiste à faire apparaître le code 82, ou HIR pour l'imprimante, suivi d'un numéro correspondant au registre choisi. Par exemple, lors d'une multiplication  $a$  par  $b$ ,  $a$  disparaît quand on tape  $b$ . Pour le faire revenir, il faut faire les codes programmes 82,11. Pour ce faire, mettre en mode programme avec LRN, puis taper le programme suivant : LBL A, STO 82, BST, BST, Del, SST, A, R/S. Remettre en mode calcul par LRN, et taper une multiplication quelconque, par exemple  $217 \times 829$ .

Une fois tapé le 829, on peut faire réapparaître le chiffre 217 en faisant A. De même en faisant le code 82,12 on ramène le deuxième chiffre introduit en cours d'opérations ; la machine dispose en fait de 8 registres qu'on peut rappeler avec les codes 82,11 à 82,18. Ajoutons que les codes 82,01 et 82,08 permettent de stocker des valeurs dans ces registres, et qu'on peut ensuite faire toutes les opérations arithmétiques avec des codes du type 82,31 ou 82,53. A la limite, on peut même faire travailler une Ti 58 comme une Hewlett-Packard, avec pile opérationnelle et registre last x. Il ne reste plus maintenant qu'à faire marcher une HP comme une Texas ; si la chose est possible, nul doute qu'un de nos lecteurs nous envoie le procédé sous peu.

**Renaud de LA TAILLE** ■

# L'OR

## UN MÉTAL UNIQUE

*Les théories modernes de l'économie voulaient que le monde se mette au pied d'un tigre de papier (monnaie) ; la réalité vient de montrer que le monde préfère toujours le veau d'or. Cette adoration reste universelle et, au-delà de ses justifications sentimentales, elle peut s'expliquer par des propriétés qui relèvent cette fois de la métallurgie.*

● Sur l'échelle standard des temps préhistoriques, on a coutume de placer âge de pierre, âge du bronze, âge du fer ; il y a là une erreur, ou plutôt une omission, car l'ordre exact est le suivant : âge de pierre, âge de l'or, âge du bronze, âge du fer. L'or est en effet le premier métal travaillé par la main des hommes : il fit son apparition dès le néolithique sur le pourtour oriental de la Méditerranée, particulièrement en Egypte sous forme de bijoux et d'objets décoratifs.

Par rapport à la pierre qui n'était que taillée, et dont la forme n'apparaissait qu'à la cadence où sautaient les éclats, l'or était réellement façonné et la permanence de son éclat en faisait le symbole de la richesse et de la longévité. La vérité oblige à dire qu'il est toujours le symbole de la richesse, aussi bien pour les émirs du Golfe Persique que pour les consommateurs français. Il gardera même sa suprématie dans l'avenir, étant assuré de durer beaucoup plus longtemps que le pétrole ou même que l'uranium.

Ce n'est pourtant pas un métal follement rare : on extrait dix fois moins de platine et métaux associés, et pourtant la valeur de certains d'entre eux n'atteint pas même la moitié du cours de l'or. Ce dernier possède certes, comme nous le verrons, des caractères physiques très particuliers, et souvent même uniques, mais il est évident que ces traits n'ont d'intérêt que pour les scientifiques.

Ce qui a toujours fait de l'or un métal à part, et pour tout dire une exception, c'est sa couleur, ce jaune lumineux qui l'apparente au Soleil. Le cuivre, découvert peu après, est franchement rosé : tous les autres métaux utilisables, du fer au tungstène en passant par le nickel ou le rhénium sont blancs. D'un blanc plus ou moins net, plus ou moins bleuté, mais blancs

tout de même. Les métaux alcalins, genre sodium ou potassium, sont certes d'un marron léger, mais cette couleur demande une conservation sous vide. A l'air libre, ils s'oxydent tout de suite, entrent en réaction violente avec l'eau, et sont tout à fait inutilisables en eux-mêmes. Leurs sels, par contre, sont d'un intérêt primordial — en particulier le chlorure de sodium, ou sel de mer.

En pratique, la teinte jaune de l'or, comme celle rose du cuivre, sont uniques. Précisons dès maintenant qu'il s'agit de la teinte du métal pur, et non de celles des innombrables alliages qu'on peut composer. La chose a son importance, puisque les orfèvres et bijoutiers ont pris l'habitude de parler indifféremment d'or jaune, d'or vert, d'or rose, d'or blanc et ainsi de suite, comme s'il existait plusieurs variétés du même métal. Il n'en est rien, bien entendu : l'or, comme le cuivre, le fer ou tout autre métal, est un corps simple, élément chimique n'existant que sous forme unique.

Du point de vue composition précise du noyau, il existe bien des isotopes différents, mais ceux-ci ont rigoureusement les mêmes propriétés physique et chimiques, à part la masse du noyau, et nous n'en tiendrons pas compte. Qui plus est, l'or n'existe à l'état naturel que sous un seul isotope, ce qui règle le problème en ce qui le concerne. Cet isotope a pour numéro atomique 79 et pour masse 197. Cela veut dire que le noyau de l'atome d'or renferme 197 particules, à savoir 79 protons de charge électrique positive et 118 neutrons. Autour du noyau tournent 79 électrons négatifs.

Comme tout élément matériel, l'or est donc fait d'un assemblage de 3 particules fondamentales, proton, neutron, électron. Ces particules existant en nombre illimité dans la nature, la tentation était grande de fabriquer des atomes

d'or en allant chercher les corpuscules dans des métaux plus communs.

Dans la classification atomique des éléments, l'or est encadré, à gauche par l'osmium, l'iridium et le platine, bien plus rares encore, et à droite par le mercure, le thallium et le plomb. La transformation du mercure (numéro atomique 80) en or (79) comptait parmi les rêves des alchimistes. Il fallait pour cela enlever un proton et un ou deux neutrons aux noyaux de mercure 198 ou 199 pour arriver à l'or 197.

Revenons maintenant à des réalités physiques plus terre à terre. La valeur sentimentale de l'or tient certes à sa couleur, mais bien plus encore à un trait marquant de ce métal qui est la résistance à la corrosion. La permanence de son éclat allait lui assurer une vénération sans faille qui s'est poursuivie jusqu'à nos jours. Tous les autres métaux connus anciennement, même l'argent, finissent par ternir à l'air libre : le fer rouille très vite ; le cuivre et ses alliages, airains, bronzes, laitons ne résistent pas très longtemps,



*Jaune et brillant comme le Soleil: rien ne ternit l'éclat de l'or.*

On sait que les alchimistes échouèrent dans leur tentative, la pierre philosophale qui devait servir de catalyseur à la transformation n'ayant jamais pu être mise au point. Par contre, en bombardant des échantillons de mercure avec des neutrons rapides dans les accélérateurs de particules, on a pu réaliser des traces d'isotopes radioactifs de l'or, de numéros atomiques 198 et 199. Mais, même avec les moyens les plus modernes de la sciences nucléaire, il n'a jamais été possible d'obtenir des quantités appréciables. Pour le moment, l'or de synthèse est donc toujours un rêve.

Partir de métaux plus éloignés encore, comme le plomb (n° 82), réclamerait un réarrangement des particules au sein du noyau beaucoup plus complexe : il faut cette fois retirer 3 protons et une dizaine de neutrons. A notre connaissance, l'opération n'a jamais été réussie. Quant à vouloir transmuter les éléments très abondants comme le fer ou le silicium, il s'agit là d'une opération qui, dans l'état actuel de nos connaissances relève du miracle : autant vouloir transformer des HLM en cathédrales gothiques.

malgré un éclat qui les apparente à l'or au moment du polissage. L'argent tient nettement mieux, et de ce fait il coûtait autrefois le même prix que l'or ; mais en présence de matières organiques soufrées, il noircit très rapidement.

Par contre l'or, même allié à des métaux courants, garde son éclat au milieu des pires intempéries : ni l'eau, ni les acides organiques, ni les huiles, ni l'air ne peuvent le ternir. Même l'eau de mer, si corrosive, ne l'entame pas. L'avènement de la chimie expérimentale permit d'expliquer cette fabuleuse résistance à la corrosion qui nous permet de retrouver à l'état neuf des bijoux vieux de plusieurs millénaires.

Dans les laboratoires de recherche, l'or fut soumis à tous les acides possibles, à la potasse, à l'iode, au brome, à la soude, et aux pires mélanges de tous ces composés. C'est ici qu'il nous faut séparer, de manière assez arbitraire, inoxydable et inaltérable. Est inoxydable tout matériau qui résiste à l'attaque de l'oxygène quelles que soient les circonstances. Est inaltérable un élément sur lequel les composés chimiques les plus agressifs restent sans effet.

Pour la résistance à l'oxydation, c'est l'or qui tient la première place : il est réellement et totalement inoxydable. Certes, dans des conditions extrêmes de température, de pression et de milieu, les chimistes parviennent, au prix de grandes difficultés, à former des traces d'oxyde sur des fils d'or. Mais ces oxydes sont toujours instables, soit qu'ils détonnent spontanément, soit qu'ils se défassent peu à peu : de toute façon l'oxygène reprend sa liberté et l'or revient à son état naturel.

De tous les éléments connus, l'or peut donc être considéré comme le seul qui soit parfaitement inoxydable. Les théories modernes de la corrosion ont permis d'expliquer ce record ; dans la classification électrochimique des éléments, l'or possède le potentiel le plus élevé : 1,38 volt. Ce potentiel, dit normal, est la différence de potentiel qui existe entre un métal et une solution d'un de ses sels dans laquelle les ions positifs ont une activité égale à l'unité. Ceci explique qu'il résiste à la plupart des agents chimiques étant, dans la série des tensions, le métal le plus électronégatif par rapport à l'hydrogène qui sert de référence comme électrode.

Rappelons que la théorie électrochimique de la corrosion considère les effets de transfert électrolytique d'un élément à un autre de potentiel plus élevé. Tout se passe comme dans le phénomène classique de la pile électrique : attaque d'un métal par un autre avec production de courant ou, inversement, phénomène d'électrolyse avec apport d'un courant et transfert de la masse anodique vers celle de la cathode.

La théorie complète est d'interprétation beaucoup plus complexe, et nous n'irons pas au-delà des résultats les plus simples : d'une part, plus le potentiel d'un corps est faible, plus il est facilement attaqué et d'autre part, entre deux éléments différents, celui de potentiel élevé résiste à la corrosion au détriment de celui qui possède un potentiel plus bas. C'est ainsi que le fer rouille au contact du cuivre ou du nickel, de plus hauts potentiels, mais se trouve protégé par le zinc ou l'aluminium, plus bas que lui dans l'échelle des valeurs. C'est pour cette raison qu'on fabrique de la tôle galvanisée — fer + zinc — ou de la tôle étamée — fer + étain.

L'or, qui possède une tension normale supérieure à celle de tous les autres corps, reste donc inattaquable dans l'air ou en présence d'autres métaux. Ajoutons que la valeur du potentiel normal est liée à la disposition des électrons autour du noyau. Ces électrons occupent des couches bien distinctes étagées à partir du noyau, chaque couche ne pouvant recevoir qu'un nombre maximum d'électrons. Quand ce nombre est atteint, on dit que la couche est saturée.

Or, les interactions chimiques sont liées aux échanges électroniques entre atomes différents et ces échanges sont d'autant plus difficiles que

les couches électroniques approchent de la saturation. Comme l'or possède cinq couches saturées, on conçoit qu'il puisse résister aux agents corrosifs. Faisant preuve d'une opposition sans concession à toute attaque par l'oxygène, il est tout aussi assuré face aux acides simples : à froid, aucun de ceux-ci ne l'attaque et même le fluor, qui pourtant arrive à ronger à peu près tout, ne parvient pas à mordre sur l'or.

Par contre, la situation se dégrade s'il s'agit d'acides mélangés ; ainsi l'eau régale,  $\frac{3}{4}$  d'acide chlorhydrique pour  $\frac{1}{4}$  d'acide nitrique, le dissout à froid assez facilement, et d'autant plus vite qu'il est moins pur. Bien sûr, le mélange est assez artificiel, ce qui explique que l'or survive à l'état natif dans la nature. Si l'eau régale l'attaque fortement, d'ailleurs, cela est dû à sa moindre résistance aux halogènes, dont le chlore naissant. Les cyanures alcalins le dissolvent de même rapidement.

Il faut reconnaître que l'or, bien qu'inoxydable et très résistant à la corrosion, n'est pas tout à fait inaltérable. En ce domaine, la palme revient à deux métaux très rares, l'iridium et le rhodium, qui résistent pratiquement à tout, aussi bien à froid qu'à chaud. Mentionnons aussi le platine, un incorruptible si on le prend à froid, mais que l'eau régale bouillante dissout aisément.

Notons par contre qu'il existe des oxydes de rhodium ou d'iridium ; bien qu'ils soient difficiles à obtenir, ils ont l'avantage d'être plus stables encore que la rouille du fer. On peut donc considérer qu'aucun élément n'est au sommet de l'échelle pour toutes les qualités physiques et chimiques possibles. Chacun d'entre eux détient une ou plusieurs places de premier pour des domaines bien définis, ce qui permet de garder une certaine variété lors de la distribution des prix.

L'or, nous l'avons vu, détient la palme pour la résistance à l'oxydation ; mais il reçoit encore deux premiers prix pour la ductilité et la malléabilité. Ces termes de métallurgie un peu barbares veulent simplement dire, d'une part que le métal peut être allongé ou étiré sans se rompre, et d'autre part qu'il peut être façonné par simple déformation à froid, comme on modèle une pâte.

Un seul gramme d'or, soit un tout petit cube de 3,7 mm de côté, peut être étiré jusqu'à donner un fil ayant 2 km de longueur, et un diamètre de  $\frac{1}{10\,000}$  de mm, soit un dixième de micron : une performance sensationnelle ! D'un autre côté, un battage à froid avec des maillets de bois entre des couches de parchemin permet d'obtenir des feuilles d'or dont l'épaisseur moyenne est de  $\frac{1}{12\,500}$  de mm, soit un douzième de micron. Notre même gramme d'or, gros comme un pépin d'orange, donnera cette fois une feuille carrée ayant 80 cm de côté et dont l'épaisseur est, comparée à une feuille de papier à cigarettes, dans le même rapport que ce papier à cigarettes avec une épaisse planche de bois.

Par pulvérisation d'un dépôt cathodique sur un support qui est ensuite dissous à l'acétone, on obtient des films dont l'épaisseur est inférieure au centième de micron.

Aucun autre métal n'arrive à ces performances extraordinaires ; bien entendu, tout ceci n'est valable que pour l'or pur : les alliages sont en général beaucoup plus durs. Toutefois l'or natif, bien qu'un peu mélangé, reste à haut titre, de 80 à 85 %, et la plupart du temps se trouve allié à l'argent : la malléabilité se trouve presque intégralement conservée. Ceci explique que les pépites aient pu être travaillées sans aucune difficulté dès la plus haute antiquité, un outillage rudimentaire permettant de les modeler au gré de l'artisan.

**PRODUCTION  
MONDIALE ANNUELLE**  
(en tonnes)

<i>Iridium</i> .....	6
<i>Platine</i> .....	110
<b>Or</b> .....	<b>1 500</b>
<i>Argent</i> .....	9 500
<i>Cuivre</i> .....	8 000 000
<i>Fer</i> .....	500 000 000

En ces temps lointains, un métal ne pouvait avoir que deux usages : la décoration ou l'agrément. Trop mou pour faire un glaive, l'or devenait du même coup le premier métal de la bijouterie. Du rôle décoratif au rôle monétaire, il n'y a qu'un pas qui fut vite franchi : inoxydable, assez rare pour être précieux, assez répandu quand même pour être utilisable, l'or entra naturellement dans le commerce. Cela fut fait dès 3 500 av. J.-C., peut-être même plus anciennement encore.

Les monnaies sont connues depuis Crésus, roi de Lydie, qui les garantissait de son sceau. Cette marque de garantie était d'ailleurs moins nécessaire qu'il n'y paraît, l'or étant difficile à imiter pour plusieurs raisons : sa teinte pour commencer, cet éclat permanent qu'il est seul à posséder, et surtout sa densité. Il est de fait que certains alliages de cuivre bien polis offrent la même couleur ; mais, outre qu'ils ternissent vite, ils n'ont pas le même poids à volume égal : le litre de cuivre pèse 8,9 kg, le litre d'or, 19,3 kg.

Le trébuchet, cette petite balance très précise dont disposaient les changeurs et les orfèvres permettait de repérer au poids toute imitation des pièces d'or, et même toute pièce un peu rognée sur le pourtour. En effet, une pièce d'un modèle défini pèse un certain poids. Pour qu'une imitation soit valable, il faudrait avoir le même poids sous le même volume, et donc partir d'un métal aussi dense que l'or : c'est justement là qu'achoppent bien des tentatives de fausse monnaie.

La densité de l'or est de 19,3 et sept métaux

seulement possèdent des densités voisines ; à titre de comparaison, l'eau, qui sert de référence, a une masse de 1 kg par litre ; l'aluminium fait 2,7 ; le fer 7,9 ; le nickel 8,9 et le plomb qui nous paraît si lourd ne fait que 11,3 kg par dm<sup>3</sup>. Cela situe déjà le caractère à part des 7 métaux lourds. Inconvénient plus grave pour imiter l'or, tous sont, soit rares, soit très difficiles à travailler. Aucun n'est jaune, mais il suffirait de faire un léger revêtement d'or, et là n'est pas l'obstacle.

Dans l'échelle des densités, quatre éléments surpassent l'or : l'osmium, l'iridium, le platine et le rhénium ; densités : 22,5 ; 22,4 ; 21,5 ; 21. Tous sont très rares, très chers, très durs à usiner et très difficiles à fondre. Restent le tungstène, de même densité que l'or 19,3 et l'uranium 19. Mais le tungstène, dur comme la pierre, incroyablement tenace, le plus réfractaire de tous les métaux, est impossible à fondre et à travailler sans un outillage ruineux. L'uranium 238 ne vaut guère mieux. L'imitation du lingot se heurte donc à des obstacles sévères, d'autant plus qu'il existe d'autres critères de comparaison que la densité : par exemple la résistance électrique, ou les propriétés magnétiques.

Par contre, l'or bijoutier qui ne renferme que trois quarts d'or et dont la densité tombe aux alentours de 16, peut être facilement approché par les alliages de tungstène à usage industriel ou par le tantale de densité 16,6. Au prix où sont maintenant les pièces d'or et tous les articles de bijouterie, une telle supercherie pourrait être rentable.

Notons ici que le prix de l'or, plus encore que celui des autres métaux, n'a aucun rapport avec son prix de revient à la production. Celui-ci est déjà influencé par la demande, toute augmentation de la consommation permettant de mettre en œuvre des moyens de production industrielle plus puissants et donc plus rentables. En pratique, seuls les pays socialistes tiennent pour vrai le prix à la production. Dans tous les autres pays soumis à ce qu'on appelle l'économie de marché, le prix est fixé en fonction, non seulement de l'offre et de la demande, mais de bien d'autres critères qui relèvent de la politique, de la spéculation, du plus ou moins grand monopole qu'exerce le distributeur et ainsi de suite.

Il suffit pour s'en convaincre de voir que des métaux mille fois plus rares que l'or, comme l'iridium ou l'osmium peuvent coûter selon les années 5 fois le prix de l'or ou moitié moins. Ajoutons que la production mondiale de l'or est fort difficile à déterminer. On l'évalue, selon les années, de 1 400 à 1 700 tonnes par an ; encore s'agit-il de la production connue... A titre comparatif, la production d'argent avoisine 10 000 tonnes tandis que celle des six métaux rares du groupe platine ne dépasse guère 185 tonnes. Encore faut-il ajouter que platine, palladium et rhodium font déjà 90 % de ce total ; il ne reste donc que 19 tonnes — moins d'un

mètre cube en volume ! — pour les trois autres (osmium, iridium, ruthénium) ce qui situe leur rareté. En comparaison, l'or est un métal courant.

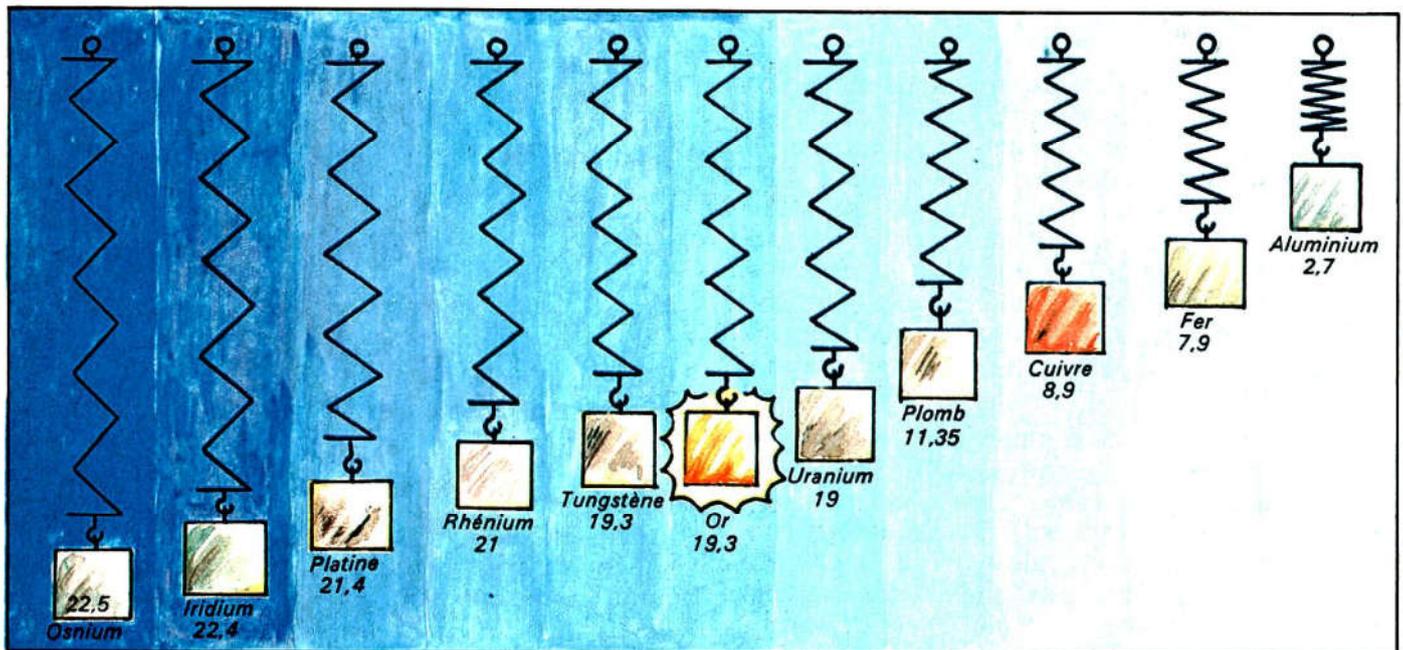
Sa principale utilisation reste la bijouterie et la décoration industrielle — dorures et placages. Commençons par la première, qui consomme de 60 à 70 % de la production. L'or n'est ici jamais utilisé pur, mais en alliage, le plus courant étant le 18 carats. Ces carats n'expriment d'ailleurs qu'une proportion sur 24 parties (et non une masse comme pour les diamants), et beaucoup s'illusionnent en prenant le 18 carats pour de l'or fin : en réalité, un objet à 18 carats renferme 18/24 d'or, soit 75 %.

C'est d'ailleurs le plus bas titre légal en France — et en Suède — ce qui veut dire que nul n'a le droit de vendre des objets décoratifs renfermant moins de 75 % d'or. Le premier titre fait 22 carats (92 %) et le deuxième 20 (84 %) ; pour des raisons de prix et de résistance mécanique, tous deux sont pratiquement abandonnés. On ne trouve plus que le 3<sup>e</sup> titre, ou 18 carats, toujours poinçonné par le bureau de la garantie dépendant du Ministère des Finances.

métal blanc précieux, autant se tourner vers le platine qui, à l'heure actuelle, coûte à peine plus cher.

Mentionnons au passage que si le plus bas titre légal est en France et en Suède de 18 carats, les autres pays tolèrent des proportions beaucoup plus faibles : 14 carats, soit à peine 60 % d'or, en Belgique, Luxembourg, Hollande, Danemark, Norvège et Suisse. Les Anglais permettent 9 carats, 37 % d'or seulement. L'Allemagne et l'Italie tombent à 8 carats, soit un tiers d'or dans l'alliage : ceci explique largement pourquoi la bijouterie d'or est moins chère dans ces deux derniers pays ; en réalité, à poids égal de métal pur, elle est souvent beaucoup plus chère ! Précisons enfin que la plupart de ces pays n'ont pas de garantie nationale pour le titre, ce qui mène à faire confiance au seul marchand.

Nous ajouterons à la bijouterie la décoration industrielle — 6 % de la consommation — qui recouvre toutes les dorures, aussi bien les grilles du Trianon que les assiettes en porcelaine. La monnaie légale prend de 10 à 15 % de la production, mais ces estimations restent un peu aléatoires dans la mesure où une quantité au



#### Densités

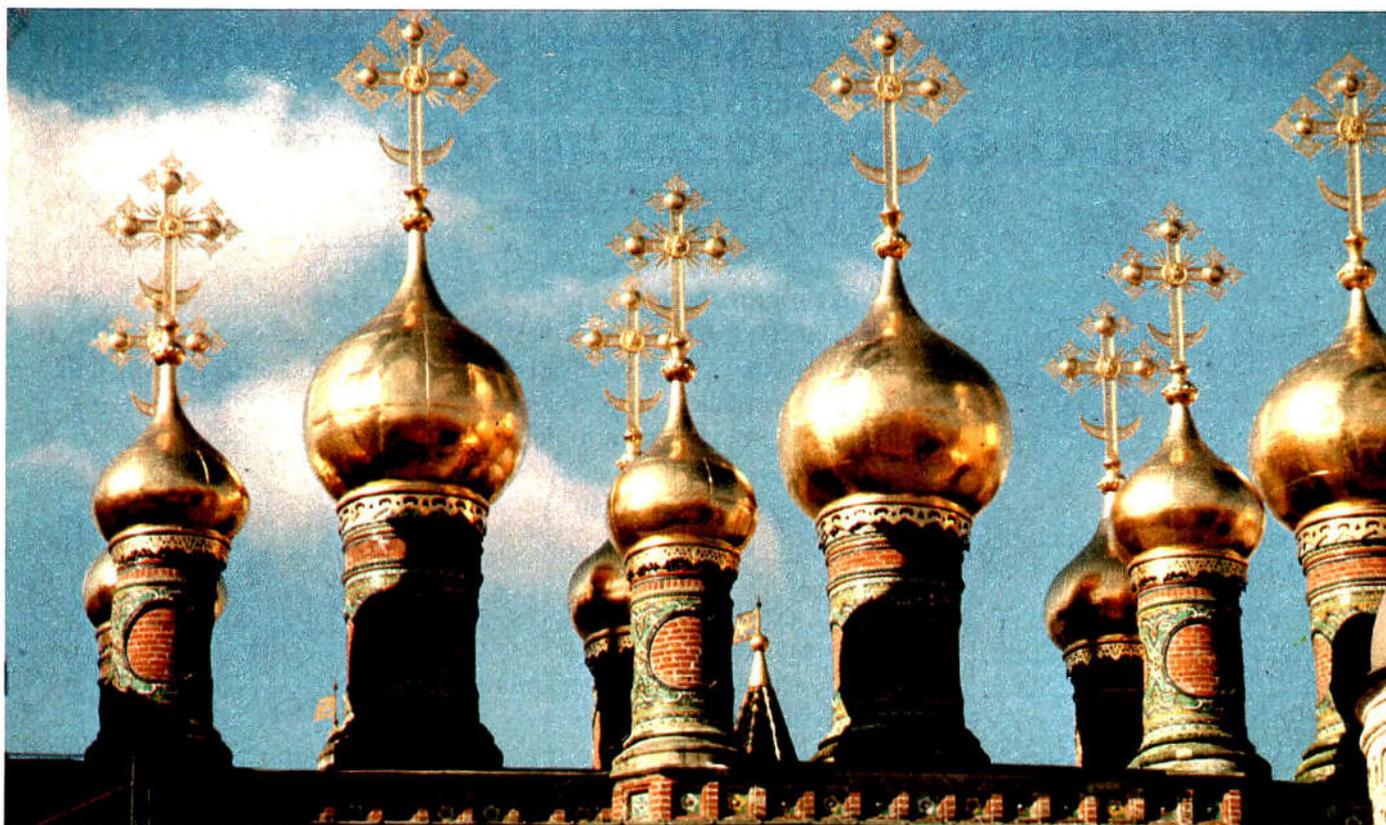
Beaucoup plus dense que le plomb, l'or est un des métaux les plus lourds.

Cette latitude d'ajouter un quart de métal ordinaire à l'or pour satisfaire au plus bas titre légal permet une énorme variété d'alliages dont les couleurs vont du blanc genre argent au rose typique du cuivre ; de là les appellations commerciales courantes d'or vert, jaune, gris, rose, etc. Chaque raffineur a sa recette ; l'or vert est obtenu par addition d'argent, l'or rose par addition de cuivre, l'or gris ou blanc par addition de nickel ou de palladium. Cette dernière variété nous semble une fantaisie de peu de goût, l'alliage ainsi obtenu ayant pris la teinte du nickel, ce qui n'a plus rien à voir avec la couleur originale de l'or. Tant qu'à prendre un

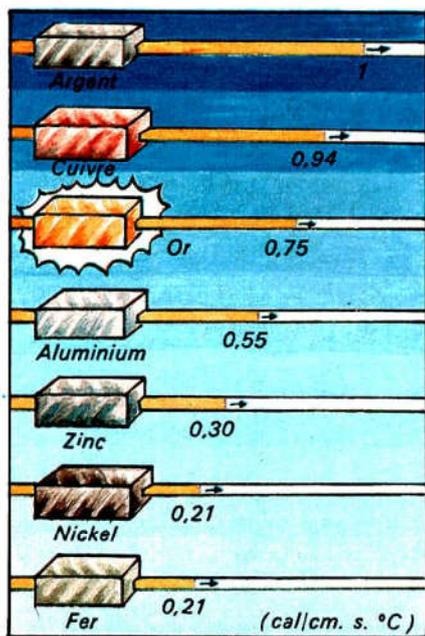
moins égale peut être produite mais non livrée (spéculation au niveau des Etats).

L'art dentaire emporte encore 5 % du total, et l'industrie électronique 6 %. Il est utilisé là pour deux qualités importantes : l'or vient au troisième rang pour ce qui est de la conductibilité électrique et calorifique. Il est précédé par l'argent, le meilleur conducteur de la chaleur et de l'électricité, et par le cuivre très proche de l'argent. Mais aucun des deux ne possède l'excellente résistance à la corrosion de l'or, ce qui justifie son emploi en électronique, et même plus simplement en électricité.

Quand la conductibilité de surface est un

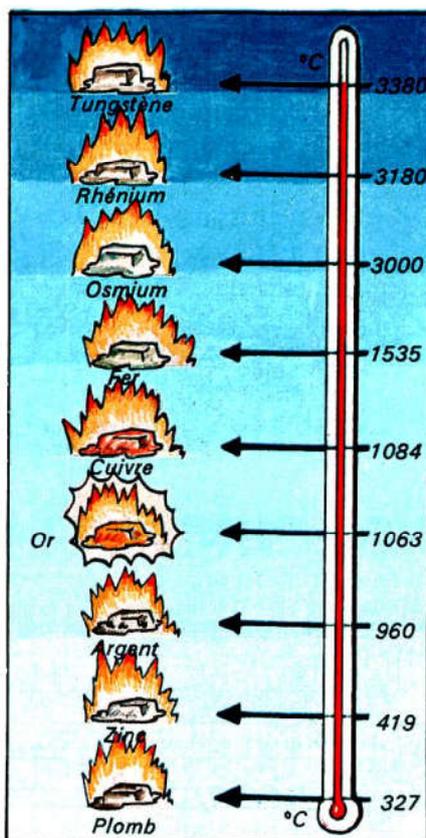


L'or est le plus malléable et le plus ductile des métaux, comme le montre cette vue du Kremlin.



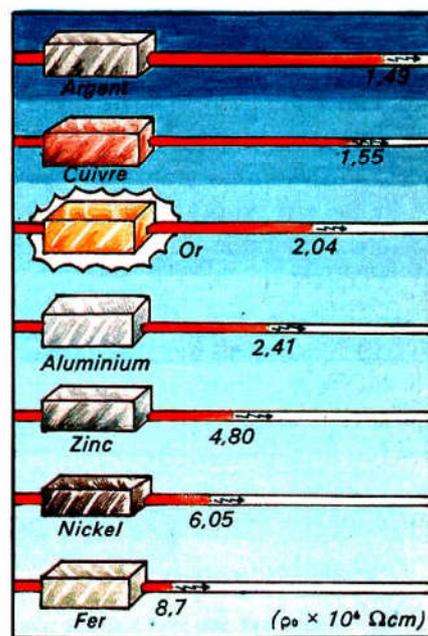
**Conductivité thermique**

Bien qu'il soit un bon conducteur de la chaleur, l'or se situe loin derrière l'argent et le cuivre.



**Température de fusion**

La température de fusion de l'or est relativement basse.



**Résistivité électrique**

La hiérarchie de la conductivité électrique (l'inverse de la résistivité) est la même que celle de la conductivité thermique.

facteur important, et c'est le cas dans le matériel radar et autres appareils à haute fréquence, on le dépose en couches minces sur le quartz, les céramiques ou les surfaces organiques. Transistors, cristaux piézoélectriques, microprocesseurs, thermocouples, microcontacts comptent parmi les applications classiques de l'or.

Son emploi serait d'ailleurs beaucoup plus

vaste encore dans l'industrie, en particulier chimique, si son prix n'était pas si élevé. Mais c'est là un domaine où nous préférons ne pas nous engager ; à vrai dire, peu importe le prix tant que la valeur artistique et affective du métal reste unique.

**Renaud de LA TAILLE ■**

# "JE VOULAIS PERCER LES MYSTÈRES DE L'ÉLECTRONIQUE : J'AI SUIVI LE COURS D'ÉLECTRONIQUE FONDAMENTALE EURELEC."



Faites comme notre élève et en quelques mois vous découvrirez le monde passionnant de l'électronique. Des cours d'électronique, quelque soit votre niveau d'étude.

L'électronique vous intéresse, mais vous ne savez pas comment découvrir cette science inconnue pour vous. EURELEC, premier centre d'enseignement de l'électronique en Europe a préparé un cours spécial pour tous ceux qui veulent s'initier à l'électronique.

EURELEC vous donne en quelques mois des bases solides même si vous n'avez ni formation, ni diplôme.

Un enseignement concret et vivant et un professeur qui

s'occupe personnellement de vous.

Avec les cours EURELEC, vous progressez sans difficulté, les cours sont très facilement assimilables, et pour vous aider et vous conseiller, un professeur d'EURELEC vous suit du début à la fin des cours.

La méthode pédagogique est simple, mais efficace, chaque nouvelle leçon est précédée d'exercices de révision et après chaque nouveau groupe de leçons achevé, différents examens

écrits échelonnés tout au long du programme

sont à renvoyer à EURELEC pour correction. Des

exercices de travaux pratiques sont répartis sur toute

la durée des cours, ce sont eux qui

vous permettent d'assimiler et de

mémoriser plus rapidement les cours.



Vous montez vous-même tout le matériel de travaux pratiques.

Au cours de ces 25 leçons vous recevrez du matériel expérimental, mais aussi des appareils de laboratoire à monter. Par



exemple : un fer à souder, un contrôleur de circuits par substitution, un contrôleur universel, un transistormètre, etc...

Bien entendu tout ce matériel vous appartient.

Après avoir étudié les cours et réalisé tous les montages, vous saurez tout ce qu'il est indispensable de savoir sur l'électronique.

Avec EURELEC vous découvrirez d'une manière très vivante cette science d'avenir qu'il ne faut plus ignorer.



Électronique Industrielle : 1300 composants et accessoires.

## COURS D'ÉLECTRONIQUE EURELEC

CENTRES REGIONAUX - 75011 PARIS : 116, rue J.P. Thimbaud - Tél. (1) 355 28 30/31 - 68000 MULHOUSE : 10, rue du Couvent - Tél. (89) 45 10 04  
13007 MARSEILLE : 104 bd de la Corderie - Tél. (91) 54 38 07

**BON POUR UN EXAMEN GRATUIT**

Je soussigné : Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Domicilié : Rue \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_

Ville : \_\_\_\_\_ Code Postal : \_\_\_\_\_

désire recevoir, à l'adresse ci-dessus, pendant 15 jours et sans engagement de ma part, le premier envoi de leçons et matériel du cours de :

- Si je ne suis pas intéressé, je vous le renverrai dans son emballage et je ne vous devrai rien.  
 Si, au contraire, je désire le garder, vous m'enverrez le solde du cours, à raison d'un envoi en début de chaque mois, soit le cours de :  
 ÉLECTRONIQUE FONDAMENTALE  ÉLECTROTECHNIQUE

- SPÉCIALISATION RADIO STÉRÉO A TRANSISTORS  ÉLECTRONIQUE INDUSTRIELLE

- INITIATION A L'ÉLECTRONIQUE

que je vous réglerai contre remboursement (ajouter 10 F de taxe des P.T.T.). Dans ce cas, je reste libre d'arrêter les envois par simple lettre d'annulation et je ne vous devrai rien.

DATE ET SIGNATURE (pour les enfants mineurs, signature du représentant légal).



institut privé  
d'enseignement  
à distance  
Rue Fernand-Holweck  
21000 DIJON-FRANCE  
Téléphoner en P.C.V.  
au (80) 66.51.34

715 05 1005

# LES MOLÉCULES QUI « MANGENT » LE PLUTONIUM

*Premier grand pas vers la solution du problème des déchets radioactifs et peut-être des intoxications par ces déchets : des molécules capables de capter les molécules des corps radioactifs. Notre correspondante à Los Angeles a interviewé leur inventeur.*

● Berkeley, Californie : des molécules peu banales vont peut-être nous aider à résoudre le problème des déchets radioactifs, et ainsi rendre possible le traitement des gens contaminés par les plus dangereux des corps existants, les actinides, dont fait partie le plutonium.

C'est au laboratoire Lawrence Berkeley, près de San Francisco, que le Pr. Kenneth Raymond et son équipe étudient depuis près de 10 ans des corps compliqués que l'on appelle des « chélates » (du nom grec qui sert à désigner les pinces de crabe). « Ces molécules », nous explique Kenneth Raymond, « ont la particularité d'enserrer les ions métalliques qui passent à leur proximité ; à ce moment-là, elles forment un cercle autour de l'ion et laissent échapper des protons (ions hydrogène). Ce qui libère des liaisons chimiques qui vont se fixer alors sur l'intrus. Les plus connus de ces chélates sont les sidérophores, qui « séquestrent » le fer. Le plus étudié est l'entérobactine, constitué d'azote, d'oxygène, d'hydrogène et de carbone, qui est synthétisée par la bactérie *Escherichia Coli*.

Durant plusieurs années, l'équipe de Berkeley étudia les mécanismes d'action de ces molécules mangeuses de fer et la manière dont ce dernier est transporté dans les cellules qui en ont besoin pour se développer. L'homme est incapable de rendre inoffensif, par dégradation métabolique, les ions métalliques qu'il a absorbés ; les chélates sont donc utilisés pour traiter les malades souffrant d'un excédent de fer.

Puisque la nature sait créer des composés pour récolter sélectivement le fer, les scientifiques, songea Kenneth Raymond, devaient bien pouvoir l'imiter et concevoir des corps capables

de s'attaquer aux métaux dangereux comme les actinides, et le plutonium en particulier.

« J'ai donc approfondi », poursuit Raymond, « la chimie du plutonium, et je fus extrêmement surpris de découvrir de nombreuses analogies — chimiques et biologiques — entre le fer et ce dernier : la solubilité des hydroxydes est la même, le rapport de la charge de l'ion (+ 4 pour le plutonium et + 3 pour le fer) au rayon ionique est similaire, la protéine qui sert à véhiculer le fer et le plutonium est la même (la transférine) et le plutonium se dépose dans les mêmes organes que le fer : la rate, le foie, les os, qui sont tous des usines à cellules rouges, où justement les radiations ionisantes comme celles du plutonium sont les plus dangereuses ». Avec de telles similarités, les chélates bons pour le fer ne devaient pas être fondamentalement différents des chélates « dévoreurs de plutonium ». De plus, les sidérophores sont extrêmement sélectives, elles n'aiment que le fer, alors que bien d'autres chélates agrippent plusieurs types d'ions métalliques. Un peu au hasard, en se fiant à son instinct, Kenneth Raymond se mit à inventer des molécules proches des sidérophores, mais que l'on ne trouvait pas dans la nature. En ajoutant une série d'atomes par là, un groupe de radicaux par ci, l'équipe de Berkeley créa une molécule (linéaire contrairement aux sidérophores, avec en plus un groupe acide sulfonique <sup>(1)</sup>) baptisée 3, 4, 3 LICAMS <sup>(2)</sup> aux propriétés supposées remarquables.

(1)  $SO_3-H_2SO_4$ .

(2) La formule chimique de cette molécule est :  $C_{38}H_{38}N_4O_{29}S_4Na_4 + 6,5 H_2O$ .

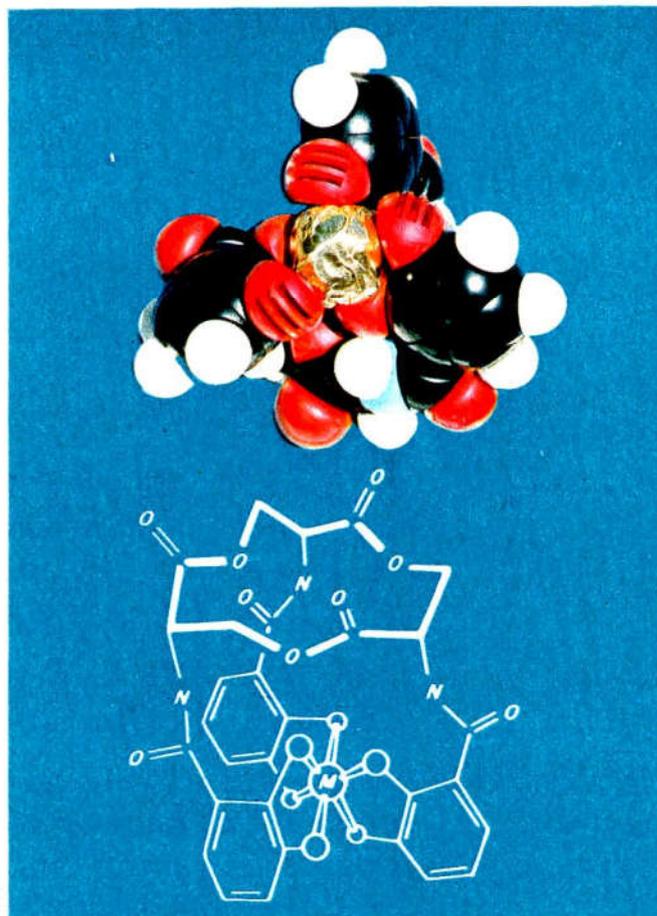
Pour le vérifier, le Pr. Raymond confia son nouveau composé au Dr Patricia Durbin, une physiologiste du département de biologie et médecine du laboratoire Lawrence Berkeley. Le Dr Durbin injecta du plutonium à une souris et trois minutes plus tard, elle lui fit une piqûre de 3, 4, 3 LICAMS. A ce moment-là, le plutonium n'avait pas encore eu le temps de se fixer dans les tissus ; puis elle recueillit les urines de l'animal. Résultat : 74 % du plutonium injecté fut éliminé. La même opération fut recommencée, mais l'injection des chélates eut lieu une heure après l'injection de l'actinide. Pendant ce temps, plus de la moitié du plutonium s'est déjà déposé dans le foie et dans les os. Le Dr Durbin recueillit néanmoins 60 % du dangereux métal dans les excréments de l'animal. En revanche, si l'on attend plus de 24 heures avant d'administrer l'antidote, les résultats sont insuffisants, car le plutonium a alors eu le temps de se fixer totalement sur les organes récepteurs.

« Notre molécule a deux autres avantages, poursuit le Pr. Raymond. D'abord, elle agit à des doses très faibles, dix fois plus faibles que les autres antidotes du même genre ; ensuite elle est très sélective et elle ne s'attaque qu'au plutonium, contrairement aux autres produits utilisés lors d'une contamination. »

L'équipe de Berkeley n'est pas la seule à s'être intéressée aux problèmes de l'intoxication par le plutonium, mais elle est la seule à avoir annoncé de nouveaux résultats qui ne soient pas contestables. Jusqu'à présent, les contaminations par le plutonium étaient « soignées » à l'aide de composés, des chélates eux aussi, appelés DTPA et connus depuis 20 ans au moins (3) ; seulement ces produits ont un inconvénient majeur, ils « mangent » un peu tout ce qui passe dans leur voisinage, les ions ferriques, mais aussi ceux du zinc et du calcium, dont le corps a grand besoin. De plus, les DTPA sont totalement inefficaces dès que le plutonium a quitté le système circulatoire. Enfin, ils n'agissent qu'en fonction de leur concentration, et il faut beaucoup plus d'une molécule de DTPA pour ôter un ion de plutonium.

Malgré tous leurs défauts, les DPTA faisaient l'objet de nombreuses recherches et l'un des derniers scandales de la science porte sur les molécules mangeuses d'ions métalliques ; il a été révélé il y a quelques mois par notre confrère britannique « New Scientist » (4 oct. 79). On y révélait que les résultats « spectaculaires » annoncés l'année précédente par deux savants américains, le Dr Jack Schubert et Steven Krog Derr, tous deux du Hope College de Holland, dans le Michigan, avaient purement et simplement été inventés par l'un des deux chercheurs, Derr. Les deux chercheurs, dans un article publié dans « Nature », affirmaient avoir trouvé le moyen, à l'aide de DTPA additionné d'acide salicylique (qui est à la base de l'aspirine) d'ôter tout le plutonium absorbé par un sujet ; à

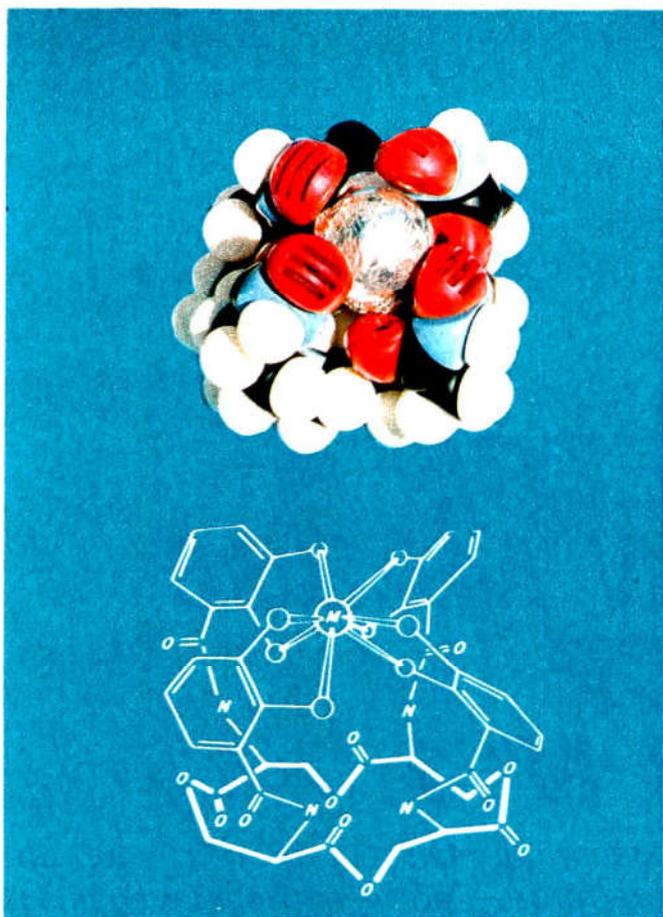
(3) Le véritable nom de ce corps est : acide diéthylène-triamine-penta-acétique.



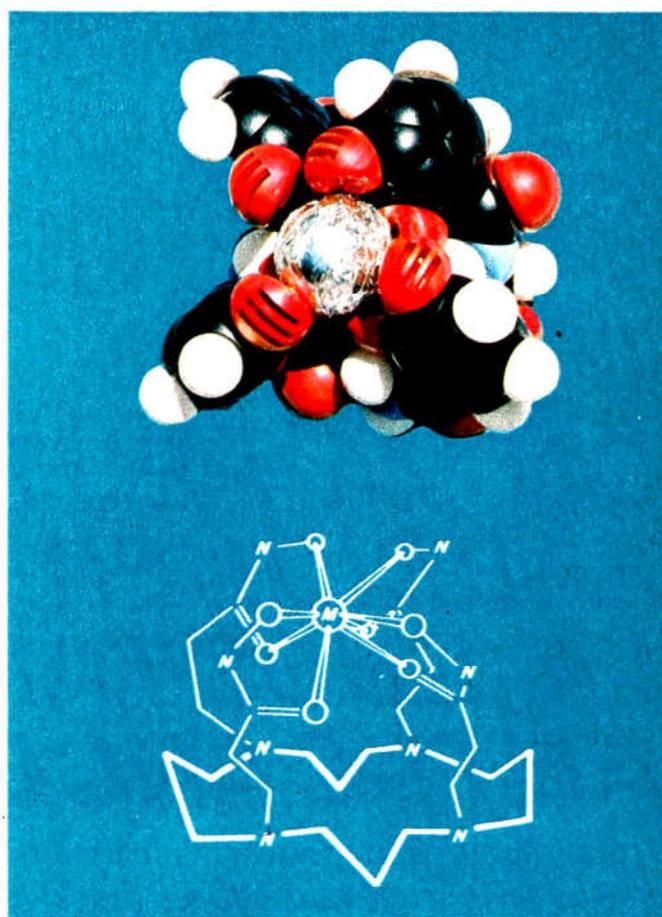
**DES PINCES DE CRABE CHIMIQUES POUR CAPTER LES MÉTAUX RADIOACTIFS :** les chélates sont des molécules qui enserrant les ions métalliques situés à leur proximité. La mieux connue de ces molécules est l'entérobactine 1 qui « séquestre »

l'appui de leurs déclarations, ils publièrent même les résultats d'expériences effectuées sur les souris ; quelques chimistes doutèrent du bien-fondé de ces travaux, en dépit de la notoriété du Dr Jack Schubert, un pionnier dans l'étude des chélates. D'autres scientifiques suivirent la piste prétendument tracée par l'équipe Schubert-Derr. Ce fut le cas, entre autres, du Dr Charles Mays, chercheur en pharmacologie à l'université de Utah. Seulement, pas une seule fois — et pour cause — Mays ne parvint à obtenir des résultats similaires à ceux du Hope College. Lorsqu'il voulut contacter le Dr Schubert, il le trouva évasif, puis contrit ! Schubert venait, en effet, de découvrir que son coéquipier avait tout simplement inventé tous les résultats de leurs expériences ! Le professeur du Hope College annonça publiquement la supercherie à un congrès à Tokyo, en mai dernier ; mais durant les six mois que dura la tricherie, sept équipes de chercheurs éparpillées dans le monde entier ont perdu leur temps et englouti plus de deux millions de francs. Le Département à l'énergie américain, qui avait financé les travaux du Hope College, retira son soutien à presque toutes les équipes qui travaillaient dans ce domaine.

« C'est dommage, car les subventions font défaut », explique le Pr. Raymond. « Je suis le seul au monde à chercher à fabriquer des chélates sur mesure pour le plutonium, et j'ai



2



3

le fer. Sur son modèle, l'équipe du Pr. Kenneth Raymond a synthétisé l'hyperbactine **2** et le cyclamate **3**, capables d'emprisonner le plutonium. Les chélates sont constituées d'azote (bleu), d'oxygène (rouge), d'hydrogène (blanc) et de carbone (noir) ; le fer est représenté avec la couleur or, et le plutonium avec la couleur argent. Sur les formules chimiques, la lettre N représente l'azote, O l'oxygène et M les ions métalliques. Six liaisons chimiques suffisent à retenir l'ion ferrique ( $Fe^{+++}$ ), alors qu'il en faut huit pour l'ion plutonium ( $Pu^{+++}$ ).

du mal à financer mes travaux. Avec les résultats obtenus, nous pouvons créer des molécules spécifiques pour tous les actinides comme l'américium, le neptunium, le curium. »

La décontamination des personnes exposées n'est pas la seule application qu'entrevoit le chercheur de Berkeley ; son but, à plus long terme, c'est le traitement des déchets radioactifs. « En effet », dit le Pr. Raymond, « je crois que les recherches dans ce domaine ont fait fausse route ; tous les fonds ont été engloutis dans la recherche de résines ou de verres capables de contenir les déchets irradiés. Depuis le projet Manhattan, aucune étude sérieuse n'a été entreprise dans le domaine de la chimie des actinides et je crois que la solution au stockage des déchets radioactifs passera par la séparation des actinides des autres produits de fission (4) ». Or, les chélates spécifiques offrent un moyen simple d'effectuer cette séparation. Il suffit de les incorporer dans un substrat solide, une résine par exemple, et de faire passer la solution contenant les produits de fission et les actinides sur ce corps ; les chélates agrippent alors les ions des transuraniens et laissent filer ceux des produits de fission. Pour récupérer les actinides, il suffit de laver la résine avec un acide ; pourquoi ? Parce que les chélates mis au point par Kenneth Raymond ne sont bons mangeurs d'actinides que lorsque leur pH est neutre, mais

ils sont pratiquement inefficaces en milieu acide ; dans ce cas, les grosses molécules s'ouvrent et laissent échapper l'ion prisonnier.

Voilà donc en vue la possibilité de séparer les produits de fission des actinides. A-t-on pour autant résolu le problème du stockage des déchets radioactifs ? Certainement pas, mais on aura diminué le volume des produits les plus dangereux à stocker. N'empêche qu'il faudra quand même se débarrasser de ces transuraniens et qu'aujourd'hui, aucun lieu de stockage n'est considéré comme sûr (5). Reste à brûler les actinides dans le cœur des réacteurs, où ils se fissionneraient à leur tour. Si les études débouchent sur des résultats satisfaisants, les molécules mangeuses d'actinides deviendront indispensables.

Le danger potentiel des déchets radioactifs est tel qu'aucune voie ne peut rester inexplorée et, même si les chélates du Pr. Raymond ne sont pas aujourd'hui une panacée, ils offrent au moins l'espoir qu'un jour, on parviendra à se débarrasser de corps qui risquent d'empoisonner notre planète pendant des milliers d'années.

**Françoise HARROIS-MONIN** ■

(4) Les produits de fission ont une période beaucoup plus courte (12,3 ans pour le Tritium, 10,26 ans pour le Krypton, 52,7 jours pour le Strontium 89, 27,7 ans pour le Strontium 90, etc.) que celle des actinides (24 000 ans pour le Pu 239, 6 580 ans pour le Pu 240, 7 950 ans pour l'américium 243).

(5) Science et Vie n° 726, mars 1978, p. 67.

# ON VA PEUT-ÊTRE FABRIQUER EN MASSE LA SUBSTANCE ANTI-CANCER N° 1

*Trois récentes découvertes d'ingénierie génétique laissent prévoir pour un proche avenir la fabrication massive d'interféron, l'arme anti-cancéreuse la plus prometteuse découverte jusqu'ici. L'ennui est que, dans ce domaine, comme dans l'ensemble de l'ingénierie génétique, la France prend un retard important, du fait de principes surannés.*

● Vingt-deux ans d'existence, deux mille fois plus cher que l'or<sup>(1)</sup>, agent anti-viral et anti-cancéreux de premier ordre : l'interféron, substance immunitaire naturelle extraite du sang. Actuellement, et parce que la quasi-totalité de la communauté scientifique du monde n'avait pas compris l'intérêt de l'interféron, il n'en existe qu'un producteur mondial, la Croix-Rouge finlandaise. Prix d'un traitement : des dizaines de milliers de francs, du moins si l'on parvenait à prendre un numéro d'ordre dans la file d'attente pendant qu'il en était temps (600 cas traités par an).

Tout d'un coup, branle-bas de combat :

● En Suisse, le Pr. Charles Weissman, directeur de l'Institut de Biologie Moléculaire de l'Université de Zurich, parvient à faire fabriquer de l'interféron par une bactérie manipulée d'*E. coli*. Ce qui devrait permettre d'abaisser le prix d'interféron au niveau des antibiotiques.

● Aux Etats-Unis, les Drs Michael Hunkapiller et Leroy Hood, de Caltech (Institut de Technologie de Californie) à Pasadena, déchiffrent la séquence des acides aminés qui constituent l'interféron, quinze jours après l'annonce de la réussite de Weissman. Du coup, ils ouvrent la voie à la synthèse de l'interféron, autre moyen, non seulement de commercialiser celui-ci à grande échelle, mais peut-être aussi de le potentialiser.

● Tout de suite après, les autorités américaines, représentées par les National Health Institutes, relâchent les règlements draconiens qui limitaient l'ingénierie génétique. Les deux victoires remportées par celle-ci aux Etats-Unis et en Suisse ne permettent plus de tenir enchaînée l'une des plus grandes disciplines de recherche modernes.

● Enfin, le 5 février, le Pr. Pierre Lépine présente à l'Académie des Sciences la découverte des Drs Bernard Fauconnier et Annick Ruffault, de Rennes, qui permet de produire de l'interféron humain par culture de cellules de rate (l'organe humain) infectées en laboratoire par le virus Sendai. « La méthode est pratique et immédiatement applicable », selon le Pr. Lépine. « Ce n'est pas une révolution dans la production d'interféron », nous a déclaré modestement le Dr Fauconnier, ajoutant que c'est seulement une méthode plus simple et plus rentable que la méthode hollandaise. En effet, une rate d'une centaine de grammes (certaines en pèsent jusqu'à 500) peut produire 100 millions d'unités d'interféron, soit autant que ce qui est produit en Finlande à partir du sang de 30 à 40 donateurs. Par ailleurs, la méthode<sup>(2)</sup> est plus pratique parce que les cultures de leucocytes de

(2) Pour l'essentiel, les cellules de rate préparées sont centrifugées et mises à incuber avec le virus qui déclenche la production d'interféron. La suspension est de nouveau centrifugée et la « crème » qui contient l'interféron est purifiée et concentrée 100 fois, puis titrée.

(1) 200 000 F le gramme, contre environ 100 F le g d'or.

la rate se conservent mieux que celles de fibroblastes ou de lymphoblastes. Certes, il faut disposer de rates : « Il y en a beaucoup plus de disponibles qu'on pense », a déclaré le Dr Faconnier, qui a évoqué le rythme d'une à deux rates par semaine pour la seule ville de Rennes. Outre les ruptures par accident, on dispose aussi de rates prélevées à la suite de maladies telles que la leucose. La rate n'est pas indispensable à la vie.

Dans tout cela, il y a l'essentiel et la chronique.

L'essentiel, ce sont les travaux de base.

● Expériences sur l'être humain. Ce n'est pas pour rien qu'en septembre 1978, l'American Cancer Society allouait 2 millions de dollars à l'achat de 40 mg (40 milliards d'unités) d'interféron en Finlande, qu'elle distribua ensuite à un petit nombre de cancérologues américains. Il n'y avait plus moyen de ne pas tenir compte de recherches européennes (pourtant relativement anciennes) telles que celles de Hans Strander à l'hôpital Karolinska de Stockholm et qui faisaient état d'une augmentation de 120 % des taux de cancéreux qui, 2 ans et demi après traitement, ne souffraient pas de métastases. Depuis lors, les confirmations de l'action de l'interféron sur les cancers se sont multipliées. Le Pr. Gutterman, de l'hôpital M.D. Anderson, à Houston, Texas, nota que 21 sur 38 patients traités avec des doses quotidiennes de 3 à 9 millions d'unités d'interféron pendant 28 à 56 jours bénéficiaient de rémissions. Ce furent, d'ailleurs, ces travaux qui déclenchèrent une série d'essais sur 150 patients dans 10 centres de recherche hospitalière et parmi lesquels on relève des exemples tels que ceux-ci : rémission de cancer du sein pour 7 femmes sur 17, rémission de myélomes (cancer de la moelle épinière ou osseuse) pour 6 patients sur 10, rémission de lymphomes (cancer du tissu ganglionnaire) pour 8 patients sur 11. Mieux encore, des injections directes dans la tumeur, pratiquées par les Drs William A. Carter et Julius S. Horoszewicz au Memorial Institute de Roswell Park, Buffalo, Etat de New York, ont donné des résultats plus favorables en moins de temps et avec moins d'unités : avec des doses de 500 000 à 1 million d'unités, les médecins cités ci-dessus ont observé 13 régressions de cancers du sein sur 14 cas, dans les 10 à 14 jours suivant le début du traitement. Et de quinze jours à un mois plus tard, les 13 patientes ne présentaient plus de tumeur mesurable, bien que les prélèvements indiquassent encore la présence de cellules cancéreuses.

Impossible de citer tous les travaux : ils occuperaient un volume. De la leucémie lymphoblastique aiguë (Dr Norwood Hill, Wadley Medical Institute, Dallas, Texas) aux tumeurs de la muqueuse et de la peau (Dr Ivo Brodarec, Hôpital universitaire, Zagreb, Yougoslavie), on a obtenu des résultats souvent très satisfaisants, parfois négatifs, mais parfois aussi absolument exceptionnels, qui, en dépit de réactions quel-

quefois pénibles (chutes de cheveux, fièvre), justifient largement l'intérêt international pour l'interféron.

L'interféron n'est pas encore dans le domaine public : c'est que son prix limite actuellement les essais et que l'on connaît imparfaitement ses limites et sa posologie et encore moins les rapports entre celles-ci et celle-là.

● D'où l'immense intérêt de la réussite de Weissman à Zurich. Déjà connu pour ses travaux sur la structure génétique de micro-organismes, entre autres, Weissman avait, dès 1978, appliqué l'ingénierie génétique à la fabrication d'interféron par *E. coli*. Il s'intéressait alors à la production d'interféron de souris ; c'est alors que Biogen, l'une des trois grandes firmes américaines et internationales d'ingénierie génétique (les deux autres étant Genentech et Cetus<sup>(3)</sup>) lui offrit un siège à son comité scientifique et puis lui demanda s'il ne serait pas plus utile de s'intéresser à l'interféron humain.

En effet, l'interféron est spécifique aux espèces, mais non aux virus. C'est-à-dire que l'interféron de souris n'a aucun effet injecté à l'homme, mais, en revanche, en a contre tous les virus. Avec la collaboration d'une équipe prestigieuse<sup>(4)</sup>, Weissman réussissait, en décembre 79, à faire fabriquer par chaque *E. coli* une à deux molécules d'interféron. Certes, c'est là, à quantités égales, 1 000 fois moins que n'en sécrètent des globules blancs infectés par un virus, et, certes aussi, l'interféron obtenu par Weissman n'est pas identique à l'interféron humain, bien que son poids moléculaire s'en rapproche beaucoup, mais enfin, la culture peut être à la fois étendue et perfectionnée. On se fonde, pour le penser, sur le fait qu'une bactérie dûment programmée peut produire de 20 000 à 40 000 molécules d'une substance pour laquelle elle a été programmée. Et l'on compte bien obtenir, par l'ingénierie génétique, de l'interféron beaucoup plus pur que celui qu'on obtient par la méthode artisanale actuelle (en traitant 30 000 l de sang humain pour obtenir 100 mg d'interféron). Du reste, l'interféron de Weissman est neutralisé en laboratoire par les anticorps spécifiques aux interférons humains et, soumis à la même acidité que ces derniers, il reste stable. Des essais réalisés sur d'autres espèces ont indiqué une action analogue à celle de l'interféron humain (faible sur le singe et la souris, nulle sur le poulet) ; autant dire que Weissman n'est pas loin du but.

● La méthode utilisée par Weissman permet de mesurer, à son tour, l'immense intérêt du déchiffrement de la structure de l'interféron, réalisée par Hunkapiller et Hood à Caltech. Jusqu'ici, l'identification de l'interféron était expérimentale, et Weissman ne disposait pas de méthode scientifique absolue pour dire par quoi exacte-

(3) Voir *Science et Vie*, Juin 1979, n° 741.

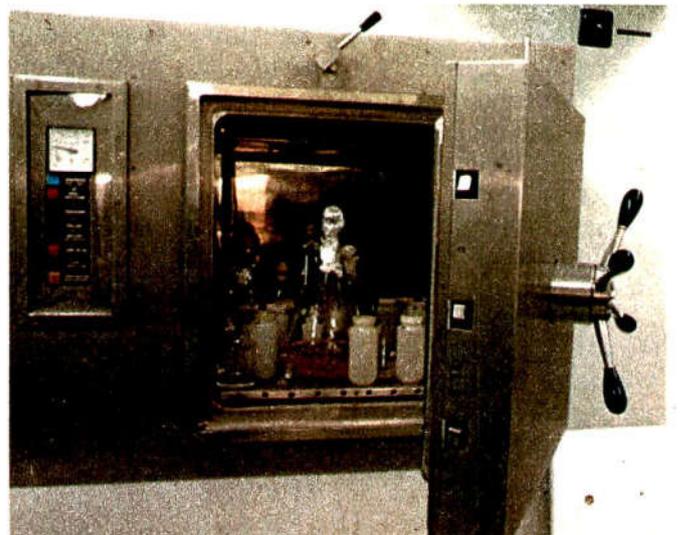
(4) Shigekazu Nagata, Hideharu Taira, Alan Hall, Lorraine Johnstrud, Michael Streuli, Joseph Ecsödi, Werner Boll, de l'Université de Zurich, et Kari Cantell, du Laboratoire central de Santé Publique, Helsinki.

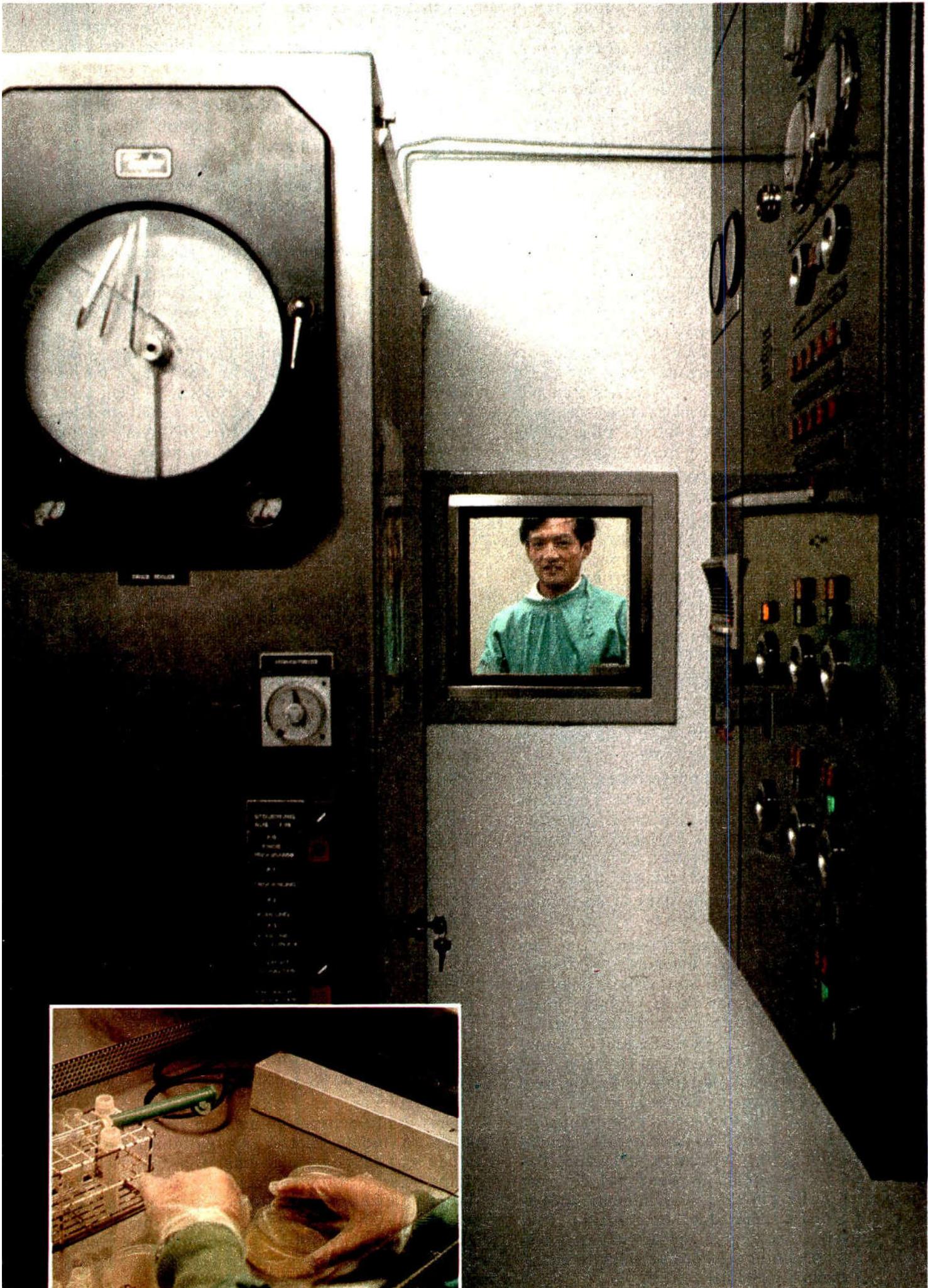
**LES RECHERCHES EN SUISSE :** une image qui devrait faire date dans l'histoire de la science est bien celle du Pr. Charles Weissman (ci-dessous), qui a réussi à faire fabriquer de l'interféron par une bactérie et qui tient en main la plaquette de tests grâce auxquels il a vérifié son exploit. Découverte si précieuse que, le soir, les précieux flacons de cultures sont enfermés dans un coffre-fort (ci-dessous). Le labo, derrière la vitre duquel apparaît le Dr Shigekazu Nagata, l'un des collaborateurs de Weissman, n'est qu'un P 3, de sécurité moyenne, et le matériel se limite à des éprouvettes et des boîtes de Petri... et beaucoup d'idées. Ci-contre, notre collaborateur Alexandre Dorozynski, examinant les documents que lui soumet M. Robert Cawthorn, P.D.G. de Biogen.



ment « son » interféron diffère de l'interféron humain, ni par quoi il s'en rapproche. Or, Hunkapiller et Hood ont inventé un appareil qui va permettre de le dire ; c'est un appareil qui, en utilisant une réaction chimique cyclique, permet de cisailer une protéine et d'identifier un par un les acides aminés qui la constituent. Ils l'ont appelé « protein sequenator », en français barbare « séquenceur de protéines ». Peu importe le nom, c'est un appareil qui doit jouer en ingénierie génétique le rôle du compteur à scintillation en physique : il permet de dresser la carte d'identité de toutes les protéines au monde. Grâce à lui, on connaît désormais les

*(suite du texte page 54)*





structures de l'interféron de lymphoblaste, la cellule souche des globules blancs, et de l'interféron de fibroblaste, cellule conjonctive en cours de prolifération. On a pu déterminer le poids moléculaire de l'interféron de lymphoblaste : 18 500 environ.

Or, c'est là un raccourci de plus vers la production industrielle d'interféron. A partir de là, on peut « monter » comme un jouet de Meccano tous les acides aminés qui permettraient d'obtenir tel ou tel interféron, ou encore tel autre à découvrir ; mieux encore, si l'on découvre que, dans l'interféron, il n'y a qu'un segment actif, on se limitera à monter celui-là. Hood, que nous avons interrogé sur son invention, va encore plus loin : « On peut envisager d'utiliser la molécule complète comme une sonde qui permettrait d'établir la séquence des bases qui représentent le code génétique ». En d'autres termes, cela revient à utiliser l'interféron comme un appât qui permettrait de saisir ses fabricants... On ne se contente plus de déguster les gaufres : on veut le moule avec !

On peut, comme certains savants, tels Jonathan King, du M.I.T., trouver que le gouvernement américain a été un peu vite en besogne en relâchant les normes de sécurité qui avaient été imposées aux laboratoires de haute sécurité dits « P 4 ». Des bactéries modifiées ont bien provoqué le cancer chez la souris, estime King, et il n'est pas interdit de penser qu'on fasse aussi mal avec une molécule aussi banale que *E. coli*. Et Richard Goldstein, de l'Université Harvard, pourtant conseiller scientifique des N.I.H., trouve, lui aussi, qu'on a cédé aux pressions des « activistes » de l'ingénierie génétique ; c'est probable, et il faut souhaiter que l'on rétablisse des normes de sécurité satisfaisantes.

Mais le mouvement d'enthousiasme du gouvernement américain exprime bien l'immense intérêt supplémentaire que l'ingénierie génétique revêt avec les deux derniers « coups » de Zurich et de Pasadena. A la grandeur de l'aventure scientifique s'ajoute son importance financière.

Et c'est là que l'on tombe dans la chronique. Elle n'est pas gaie pour la France.

Qu'on le veuille ou pas, Biogen, l'une des trois multinationales de l'ingénierie génétique, existe et prospère. Dans son comité figurent quelques-uns des fleurons de la biologie internationale et européenne : le Pr. Brian Hartley, de l'Imperial College of Science and Technology, Londres, le Pr. Peter Hans Hofschneider, du Max Planck Institut, Munich, le Pr. Bernard Mach, de l'Université de Genève, le Pr. Kenneth Murray, de l'Université d'Edimbourg, le Pr. Heinz Schaller, de l'Université de Heidelberg, ainsi que le Pr. Weissman, déjà cité. Pas un Français. N'aurions-nous donc pas de pairs à présenter à Biogen ? Et les éminents spécialistes d'ingénierie génétique de l'Institut Pasteur ? Biogen a bien tenté de les inviter à son comité : la « tradition » française a invité également ces derniers à décliner l'offre.

Qu'est-ce donc que cette tradition qui nous tient à l'écart ? Celle qui veut qu'en France, il n'y ait aucun lien entre les organismes officiels et l'industrie privée, si ce n'est par le truchement du gouvernement. En France, un chercheur est un fonctionnaire ; il ne doit pas « faire d'argent ». C'est la tradition du microscope cassé de Pasteur, celle qui veut que des chercheurs de premier ordre continuent à travailler dans des caves ou des soupentes, avec peu ou prou de matériel. En France, l'argent est « mal ».

Sans doute, le gouvernement français espère-t-il contourner le domaine privé grâce à un organisme d'Etat de recherche en ingénierie génétique ; c'est le G 3, ou « Groupement Génie Génétique », qui vient d'être créé par le Cnrs, l'Inserm et l'Inra avec « l'encouragement » du secrétariat d'Etat à la recherche. Ce serait là notre équivalent à nous de Biogen. Il n'en reste pas moins que les brevets, qui seront pris et exploités par l'Anvar (Agence nationale pour la valorisation des recherches), seront et resteront des brevets d'Etat. C'est-à-dire qu'ils ne rapporteront pas un sou aux inventeurs privés. Et l'on peut se demander si certains de ceux-ci, et non les moindres, ne céderont pas aux appels étrangers.

Comment fonctionne donc, à l'étranger, le régime « honteux » de la collaboration entre recherche universitaire et industrie ? Les savants du comité Biogen ne sont pas salariés par cette société ; ils continuent de travailler pour les universités où ils enseignent ; mais chacun est actionnaire de Biogen et participe à plusieurs réunions annuelles, qui ont lieu les samedi et dimanche, afin de ne pas empiéter sur les emplois du temps académiques. C'est de la « perruque » officielle. Lors de leurs réunions, les chercheurs, qui participent aux décisions de Biogen, évaluent les possibilités de diverses techniques de recombinaisons génétiques et de leurs applications éventuelles.

Lorsqu'un projet est retenu, Biogen s'engage, auprès de la faculté à laquelle appartient le chercheur intéressé, à financer le projet ; et elle s'engage, en outre, à verser à cette faculté une subvention ou des royalties dans le cas où les recherches débouchent sur une exploitation commerciale. De son côté, le chercheur reçoit des actions supplémentaires de Biogen. Tout le monde est content, le meunier, son fils et l'âne. Mais voilà, en France, « ce n'est pas bien, parce que ce n'est pas normal ». Vous imaginez, si Pasteur ou Pierre Curie avaient été riches ! Une honte !

Sans doute pense-t-on, en haut lieu, que nous pourrions monter notre propre industrie génétique ; ça ne coûte pas cher, en matériel du moins, c'est vrai. « En fait », nous a déclaré Robert Cawthorn, p.d.g. de Biogen, et qui fut pendant 18 ans collaborateur de la firme Pfizer, « nous n'avons besoin ni d'équipements coûteux, ni d'investissements exorbitants. Notre capital le plus exorbitant, ce sont les cerveaux ».

**LES RECHERCHES AUX ÉTATS-UNIS:** tandis qu'en Suisse l'on envisage déjà la production industrielle de l'interféron par ingénierie génétique et qu'en France on améliore la technique « artisanale » finlandaise d'extraction dans des organes humains, aux États-Unis l'on s'attaque à la structure même de la substance. Cela vient d'être permis par le « séquenceur de protéines » de Leroy Hood et Michael Hunkapiller, biologistes de Caltech (ci-dessous). Grâce à cet appareil, on connaît déjà les 20 premiers



Interféron fibroblastique chez l'homme



Interféron fibroblastique chez la souris



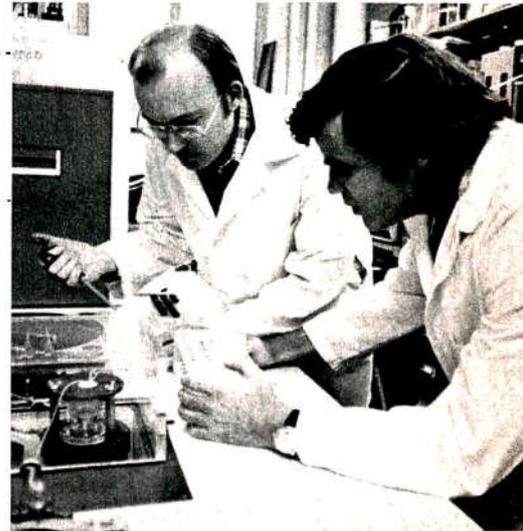
Interféron lymphoblastoïde chez l'homme



Interféron lymphoblastoïde chez la souris



acides aminés (sur 150) de l'interféron des lymphoblastes chez l'homme et chez la souris (les 2 rangées supérieures dans notre schéma) et les 13 premiers (sur 150 également) de l'interféron de fibroblaste (les 2 rangées inférieures). Ce travail a déjà abouti à une constatation de première grandeur : entre l'interféron de l'homme et celui de la souris, qui sont tous deux spécifiques, il existe pourtant des dénominateurs communs (en rouge sur notre schéma). Ce sont probablement les segments actifs des interférons. Et c'est peut-être à leur reconstitution artificielle qu'il faudra s'attaquer pour la synthèse d'un interféron universel.



C'est là que le bât risque de blesser.

En effet, Biogen a conclu avec le canton de Genève un accord qui permet à la société d'obtenir un certain nombre de permis de travail et de résidence en Suisse. Puis Biogen a publié dans « Nature » une annonce en recrutement de biologistes moléculaires à plein temps. « Nous avons reçu plus de 400 réponses », nous a déclaré M. Cawthorn. « Nous avons été surpris non seulement par la quantité, mais aussi par la qualité des postulants. » Visiblement, les biologistes moléculaires, eux, n'ont pas besoin de longs discours pour être convaincus du double intérêt scientifique et matériel de l'ingénierie génétique industrielle.

Or, parmi les réponses reçues, il en est plusieurs de Français. Il est vraisemblable que la France sera représentée au sein de l'équipe permanente, qui sera malgré tout composée d'une vingtaine de scientifiques et d'une dizaine de techniciens.

Mais la conséquence en est que, jusqu'à nouvel ordre, les biologistes français qui travailleront pour Biogen ne travailleront pas pour la France. Ce ne seront certes pas les moins bons. Et plus les Français s'entêteront à maintenir la sacrosainte séparation de l'industrie et de l'université, plus la situation se détériorera. A long terme, nous risquons de subir une « fuite de cerveaux » qui ne fera que rendre plus difficile une éventuelle création d'industrie d'ingénierie génétique française. Car les biologistes qui ne seront pas

allés rejoindre l'équipe de Biogen n'auront sans doute aucune peine à aller rejoindre celles de Cetus, de Genentech ou d'autres firmes du même secteur.

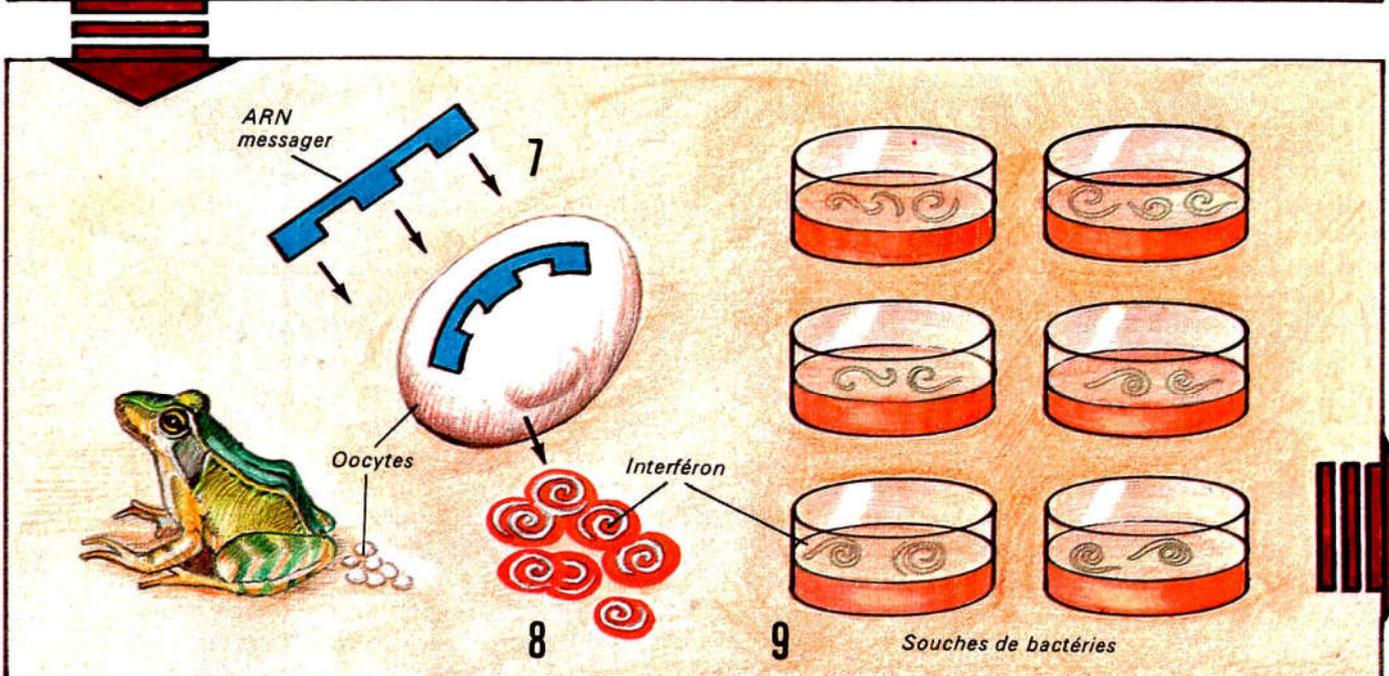
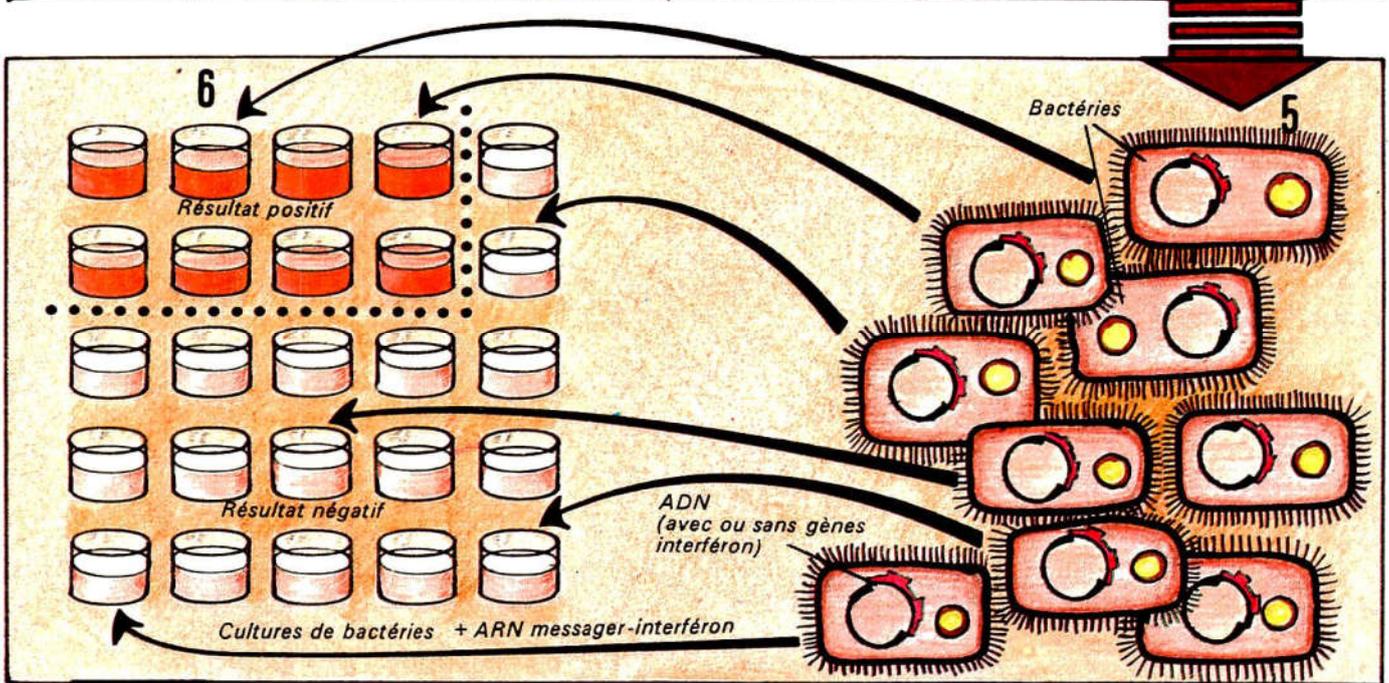
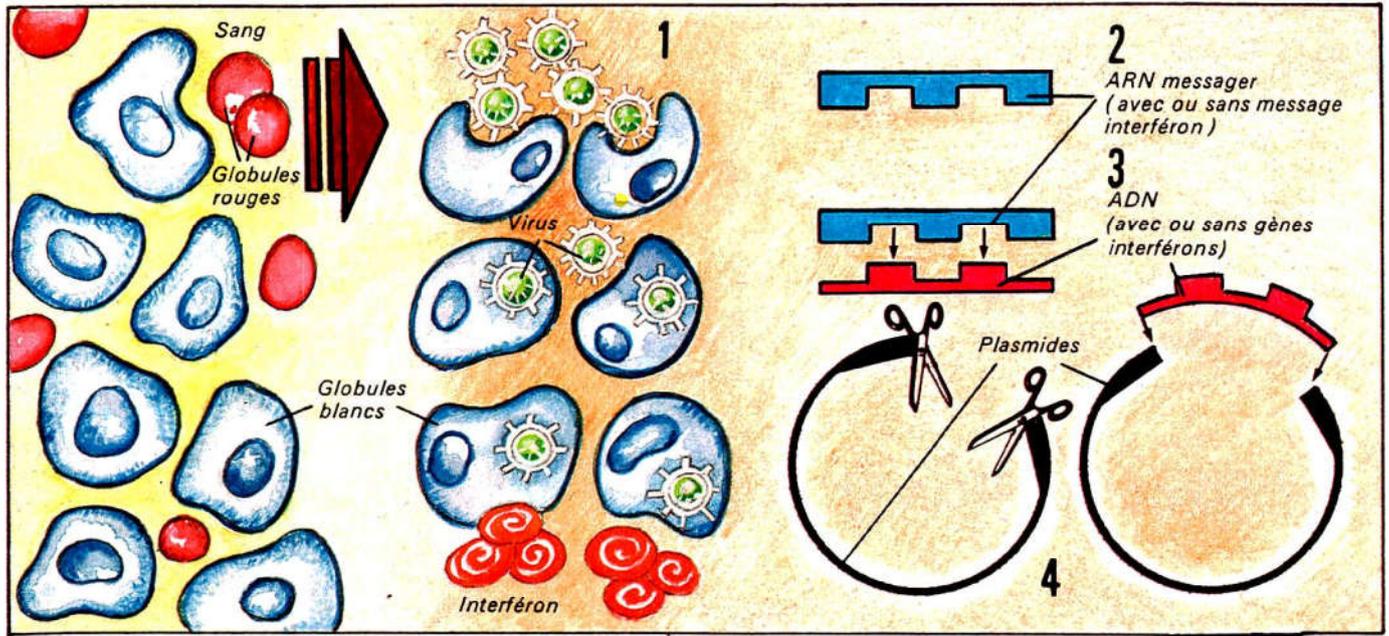
Pour corser le tout, certains capitaux français qui auraient pu contribuer à la création d'une ingénierie génétique française sont allés travailler pour Biogen. L'origine de ces capitaux reste confidentielle pour le moment. Précisons qu'au capital initial apporté par la société canadienne Inco, se sont ajoutés des capitaux hollandais et suédois. En outre, la société américaine pharmaceutique Schering-Plough a acheté 16 % des parts de Biogen pour 32 millions de francs (\$ 8 millions). Biogen, déjà cotée en bourse de New York, a vu ses actions monter dès l'annonce de la synthèse bactérienne de l'interféron.

Et ce n'est qu'un début. Pour Biogen, les progrès technologiques les plus importants des deux ou trois décennies à venir seront sans doute des fruits de l'ingénierie génétique.

● Dans le domaine de l'énergie, la manipulation de bactéries pourrait permettre une extraction d'éthanol et d'hydrocarbures à partir de la biomasse végétale à un rythme accéléré. Des bactéries présentant une affinité pour le pétrole pourraient être créées et permettre une extraction plus facile des gisements de pétrole résiduels (champs déjà exploités) ou bitumineux. D'autres encore pourraient transformer sur place des gisements de charbon en gisements de carburants liquides.

(suite du texte page 155)  
(suite de l'article page 56)

# VOICI COMMENT LE DOCTEUR WEISSMANN A INCITÉ



# UNE BACTÉRIE A PRODUIRE DE L'INTERFÉRON HUMAIN

Pour faire fabriquer de l'interféron humain à des bactéries, le docteur Weissmann a commencé par mettre en suspension dans 10 litres d'un milieu physiologique, 100 milliards ( $10^{11}$ ) de globules blancs humains traités avec le virus de Sendai, un virus qui ne provoque pas de maladie chez l'homme.

La présence du virus déclenche naturellement chez ces globules blancs la production d'interféron 1.

Mais ce n'est pas cet interféron lui-même qui est recherché : c'est le mécanisme qui le produit, puisque c'est lui qui doit être greffé à la bactérie. C'est d'ailleurs un mécanisme d'un modèle classique. L'interféron est une protéine et comme toute protéine, il a nécessairement été synthétisé de la manière suivante : dans l'ADN des globules blancs humains, il y a des millions de gènes (fragments d'ADN), et, parmi ceux-ci se trouve celui qui va commander la synthèse de l'interféron (le premier problème sera justement de le distinguer) ; ce gène, comme tous les autres, va recopier son message sur un ARN messager (ARN m) ; cette copie sera ensuite lue par les ribosomes et la machinerie de la cellule va enfin exécuter cette « dictée » en produisant sur mesure la protéine qui lui est ainsi commandée. Donc, la suspension du docteur Weissmann contient des milliers d'ARN m de toutes sortes. Mais ils sont malheureusement impossibles à distinguer les uns des autres, même au microscope électronique. Cependant, on peut faire un premier tri en séparant les ARN m selon leur taille. Celui qu'on cherche appartiendra soit aux grands soit aux petits. En fait, il est parmi les moyens. Voilà déjà éliminés les 9/10 des ARN m. A la foule hétéroclite restante, parmi laquelle se cache encore le bon, on va faire faire marche arrière, en quelque sorte, on va lui faire remonter le cours normal des choses (qui est encore une fois ADN  $\rightarrow$  ARN m  $\rightarrow$  protéine). On va demander à tous ces ARN m 2 de redevenir ADN. Pour cela on utilise une enzyme connue depuis quelques années, la « transcriptase inverse » bien nommée 3. C'est maintenant une foule d'ADN de toutes sortes, et non plus d'ARN m, dont on dispose. Autrement dit, on a les « originaux » (ADN) et non plus les « copies » (ARN m) des « bons de commande » de diverses protéines. On ne peut pas trier davantage. On va donc

commencer, dès maintenant, la greffe génétique proprement dite. C'est-à-dire qu'on va transférer aux bactéries ces ADN humains encore hétéroclites et on verra plus tard comment reconnaître celles qui ont reçu le bon. Il ne s'agit pas d'une greffe chirurgicale, d'ailleurs : les bactéries et les ADN humains sont simplement mélangés ; la greffe se fait spontanément chez certaines bactéries de la manière suivante : à l'intérieur de la bactérie, il y a des petites boucles constituées d'ADN bactérien appelées « plasmides », dans lesquels peuvent s'incorporer les fragments d'ADN humain 4. Cela ne se fait d'ailleurs pas dans 100% des cas. Ensuite, les bactéries, modifiées ou non, sont mises en culture sur de la gélose 5. En modifiant le milieu nutritif, on réussit à garder seulement les bactéries chez qui la greffe a pris (les autres meurent). On obtient ainsi une dizaine de milliers de clones (un clone provient de la descendance d'une seule bactérie : toutes les bactéries qui en sont issues sont la réplique exacte de la bactérie d'origine) dont seuls quelques-uns fabriquent de l'interféron (ceux qui ont le « bon » ADN). Il s'agit encore de retrouver ces aiguilles dans cette meule de foin.

Comment faire ? Les essais, un par un, sur une dizaine de milliers de clones auraient représenté un travail byzantin. On a donc fait appel à une femelle de crapaud *Xenopus*. Ces milliers de clones, Weissmann les répartit en 10 groupes de 512. Dans chacun de ceux-ci, il a ajouté des ARN m de toutes sortes pris dans sa suspension première. Chacun de ces ARN m va spontanément se mettre en face de l'ADN dont il est le complément 7. On a donc une série de bactéries qui contiennent dans leurs plasmides des fragments d'ADN humain plus un ARN m humain complémentaire qui vient de se « coller » à elles. Mais on ne sait toujours pas quel clone produit de l'interféron. Pour le savoir, on injecte aux ovules du crapaud ces divers ARN m. Si l'ovule se met à fabriquer de l'interféron 8, on peut dire que le clone d'où vient l'ARN messager contient bien le bon ADN. Et chaque fois qu'un groupe contient de l'ADN-interféron, on continue de procéder par élimination en le subdivisant en 8 groupes de 64, puis en divisant un groupe positif de 64 en 8 groupes de 8 et enfin, en identifiant le clone du gène de l'interféron 6.

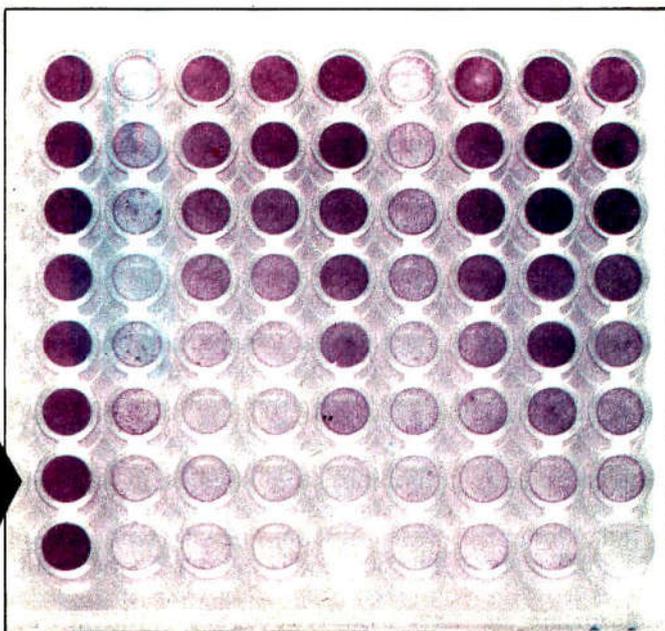
En procédant ainsi, on a pu passer au crible dix groupes, soit 5120 clones de bactéries modifiées, pour finalement en identifier 180 qui contenaient soit un gène complet d'interféron, soit un fragment.

Finalement, parmi les 180 clones, seule une demi-douzaine semblait avoir le gène complet pour la synthèse de l'interféron 9. On vérifia : cet interféron protégeait bien les cellules humaines contre les virus qu'on tentait de leur inoculer. C'est ce que prouve la photo 10. La rangée verticale de gauche montre des cultures de cellules humaines intactes (elles sont colorées en violet). La seconde rangée montre ces mêmes cultures détruites par un virus (virus Mengo).

Sur les rangées suivantes, on a introduit des interférons humains produits par les bactéries (en quantités de plus en plus diluées en partant du haut, sauf dans la sixième où on n'en a pas mis du tout). La couleur violette témoigne de la survie des cellules. Plus c'est pâle, plus la cellule tend vers la mort. On voit que plus la concentration d'interféron est élevée, plus les cellules survivent (sauf dans la sixième où tout est mort puisqu'il n'y a pas d'interféron). □

(suite de l'article page 155)

10



## DES MYSTÉRIEUX «BLANCS» DANS LE MESSAGE GÉNÉTIQUE

*Une équipe française communique une hypothèse non vérifiée, qui est ensuite présentée au public comme une découverte, sur les « blancs » qui se trouvent intercalés dans les messages génétiques. Une équipe américaine, qui n'a pas encore publié, a cependant mieux qu'une hypothèse à présenter quoique sur un autre ARN.*

● Le lundi 28 janvier, François Jacob, prix Nobel, présente à l'Académie des Sciences la communication d'une équipe de chercheurs du Centre de génétique moléculaire du C.N.R.S. de Gif-sur-Yvette. Le prestige du parrain fait passer la communication au premier rang de l'actualité, malgré un libellé aussi rébarbatif que prudent : «*Éléments hypothétiques de l'expression des gènes morcelés : protéines messagères de la membrane nucléaire* ». A première vue, rien là de sensationnel pour le grand public. Il n'y est question que de la manière dont le message génétique contenu dans le noyau des cellules serait réarrangé après sa synthèse par un système enzymatique. Or, ce système enzymatique, qui est la clé de ce réarrangement, n'est pas encore découvert, mais présenté sous forme d'hypothèse. C'est pourtant de «*découverte* » dont parle la presse. Tant et si bien d'ailleurs que le professeur Piotr P. Slonimski, chef de l'équipe et directeur du Centre de génétique moléculaire ferme sa porte aux journalistes. On le comprend d'autant mieux que le malentendu ne vient pas de lui : «*Ma communication, dit-il, ne fait état que d'une hypothèse de travail extrêmement spéculative et dont il est peu probable qu'elle se vérifie entièrement. Il est même fort possible que dans les deux mois qui viennent elle soit réfutée.* »

La question que les journalistes, qui connaissent mieux sans doute les lois de l'information que les prudences scientifiques, sont en droit de se poser, c'est : pourquoi

publier avant qu'il y ait résultat ? Les chercheurs répondent à cela que chacun a le droit de faire état de simples spéculations. Nous avons voulu chercher les raisons de ce qui nous a tout de même paru une hâte à communiquer. Il nous est, bien entendu, venu à l'esprit celle qui tombe sous le sens : y a-t-il quelque part, en France ou ailleurs, une autre équipe sur la même piste, et prête, peut-être, à décrire précisément elle, le système enzymatique en question ? Finalement, c'est à l'Université de Californie de San Diego, que nous avons découvert une troublante coïncidence : l'équipe du professeur John Abelson vient en effet de mettre en évidence un système enzymatique sur un ARN, différent, il est vrai, dans son rôle de celui sur lequel travaille l'équipe française, mais très voisin dans sa structure fondamentale. Cependant, cette équipe américaine n'a encore rien publié.

Quel qu'en soit l'auteur officiel, cette découverte est importante. Elle vient à point combler une lacune. On avait d'abord cru, il y a quelques années, avoir tout compris des mécanismes par lesquels les protéines sont synthétisées au sein des cellules. Le message correspondant à la structure de la protéine était inscrit dans la double hélice d'acide désoxyribonucléique (ou ADN) que l'on rencontre dans le noyau des cellules. Puis, sous l'influence d'une enzyme, l'ARN polymérase, le message était recopié pour donner naissance à une molécule d'acide ribonucléique messager (ou ARN m). Enfin cet ARN m sortait du

noyau et pénétrait dans le cytoplasme de la cellule où des structures particulières, appelées ribosomes, déchiffraient son message pour fabriquer enfin une protéine, à partir des acides aminés présents dans le cytoplasme. Ces acides aminés sont apportés au ribosome par des ARN de transfert (ARNt) et ordonnés en une séquence définie par le message. En fait, depuis deux ans, on s'était aperçu que ce modèle n'était valable que pour les cellules «*procaryotes* », c'est-à-dire les cellules qui ont un noyau bien délimité (celles de l'homme, par exemple), il ne le serait pas. En effet, chez ces cellules, le message du gène écrit sur l'ADN serait parsemé de «*silences* » alors que sur celles des procaryotes il serait écrit en continu.

Voyons les choses d'un peu plus près. Chaque segment d'ADN sur lequel est écrit le «*film* » d'une protéine est appelé gène. Autrement dit, à chaque gène correspond la synthèse d'une protéine. Ce message est écrit avec un alphabet de quatre lettres : adénine, guanine, cytosine, thymine, qui sont des bases azotées de l'ADN. Tout comme les lettres de notre alphabet, ces bases azotées s'assemblent en séquences qui forment des «*mots* » différents. Ainsi, dans un gène de cellule «*procaryote* », cet alignement va du début jusqu'à la fin du gène et sans laisser de trous, alors que dans un gène de cellule eucaryote, on observe des régions non transcrites sur l'ARN m. A ces régions on a donné le nom «*d'introns* », et aux parties «*imprimées* » celui d'«*exons* ».

La découverte de ce phénomène est très récente puisqu'elle a été faite durant l'été 1977 par plusieurs équipes à quelques jours de distance, dont notamment celle du professeur Pierre Chambon (1), directeur du laboratoire de génétique moléculaire des eucaryotes à Strasbourg. C'est d'ailleurs cette équipe qui a montré aussi qu'aux frontières qui séparent les introns des exons, on retrouvait toujours les deux mêmes séquences de lettres, la première étant la séquence GT (guanine, thymine) et la seconde la séquence AG (adénine, guanine).

«*Ces introns ne portent aucun message et ne sont là que pour être enlevés* », nous dit le docteur Jean-Louis Mandel, attaché au

laboratoire du professeur Pierre Chambon. Et c'est ce qui se passe. Le processus se décompose en deux temps. Dans le premier, l'enzyme ARN polymérase lit chaque lettre du message génétique porté par le gène et fabrique une molécule d'ARN pré-messager qui est, en quelque sorte, un calque du message génétique écrit sur l'ADN. Autre-

ratoires dans le monde et notamment celui du professeur Slonimski. Pour l'expliquer, il propose une hypothèse. « Une hypothèse intéressante mais qui demandera à être vérifiée », précise le docteur Jean-Louis Mandel. Elle postule, en effet, qu'il existerait des protéines particulières appelées « protéines messagères » qui enlèveraient ces introns inutiles

C'est sur les mitochondries de levures que les chercheurs de Gif-sur-Yvette ont construit leur système hypothétique. Les levures sont des organismes unicellulaires eucaryotes, et les mitochondries sont des systèmes présents à l'intérieur du cytoplasme de toutes les cellules et qui servent à la respiration des cellules. « Or, nous dit le docteur Jean-Louis Mandel, les hypothèses du professeur Slonimski peuvent peut-être s'interpréter comme cela dans les mitochondries, mais elles ne peuvent être généralisées au noyau des cellules eucaryotes. En effet, les mitochondries constituent un système indépendant très particulier qui est en quelque sorte une cellule dans la cellule ».

De son côté, le professeur John Abelson a, lui, vraiment trouvé deux protéines responsables de l'épissage : l'une coupe les introns, alors que l'autre recolle les exons. « C'est la seule personne qui, à ma connaissance, ait été aussi loin », nous a dit le professeur Francis Crick, qui partagea le prix Nobel avec Watson en 1962 pour avoir découvert justement le modèle de l'ADN et qui enseigne actuellement à l'Institut Salk à San Diego.

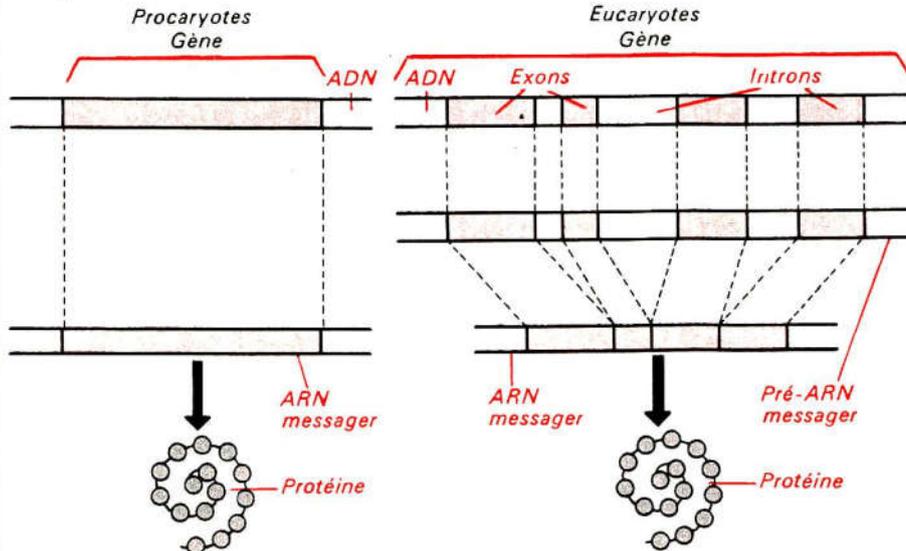
C'est en travaillant sur des ARN de transfert de levures qu'Abelson a mis en évidence ces deux protéines. Les ARN de transfert ou ARNt sont des molécules présentes dans le cytoplasme et qui, comme l'ARNm, sont codées à partir des messages portés par l'ADN du noyau. Ces ARNt, nous l'avons dit, servent à transporter les acides aminés présents dans le cytoplasme au niveau des ribosomes. Ils portent eux aussi des introns légèrement différents de ceux des ARNm car leurs terminaisons ne portent pas les séquences GT et AG.

« Il ne semble pas que ces deux protéines soient codées à partir de ces introns. Ce serait absurde, en effet, ces introns sont très petits et les protéines qui en résulteraient ne pourraient avoir au plus que cinq acides aminés, ce qui est insuffisant pour qu'elles aient une activité enzymatique », nous dit le docteur Mandel.

Les fameuses protéines responsables de l'épissage existent bien et ne relèvent plus de l'hypothèse. Reste maintenant à connaître leur origine. Peut-être, à son tour, l'équipe française répondra un jour à cette question.

**Pierre ROSSION** ■

(1) Le professeur Pierre Chambon vient de recevoir la médaille d'or du C.N.R.S.



**Comment les blancs disparaissent.** Le plan de chacune des protéines qui constituent les êtres vivants est d'abord écrit sous forme de message codé, sur les gènes qui s'alignent sur l'ADN, avant d'être traduit en protéines. Chez les cellules procaryotes (exemple les bactéries), le message est écrit en continu. Puis il est recopié également sous cette forme sur un ARN m. Enfin, et ARN m passe dans une « chaîne de montage » où il est décodé et où s'élabore la protéine. Par contre, chez les eucaryotes (exemple les cellules de l'homme) le message du gène contient des silences ou « introns » intercalés dans les parties imprimées ou « exons ». Dans un premier temps, l'ensemble du message est recopié sur un pré-ARN m. Dans le second, les introns inutiles sont coupés et enlevés tandis que les exons sont recollés ensemble de sorte que l'on a un ARN m portant un message continu, qui pourra ensuite passer dans la « chaîne de montage ». Deux protéines seraient impliquées dans le processus de la découpe et du collage.

ment dit, sur ce pré-messager on retrouve dans leur intégralité les « exons ». Mais on y retrouve aussi les « introns » et le mystère de leur rôle n'a toujours pas été élucidé. Puis, dans le second temps, l'ARN pré-messager subit, toujours dans le noyau, une transformation consistant cette fois-ci dans la perte de ses « introns ». Cette opération, appelée « épissage » (en anglais « splicing »), consiste tout d'abord à couper les « introns » à l'endroit de leurs frontières, c'est-à-dire à l'endroit des séquences GT et AG. Puis, à recoller ensemble les « exons » entre eux pour constituer cette fois l'ARN messenger. Cet ARN m sort alors du noyau et suit le déroulement classique : il est lu par les ribosomes, ce qui conduit à l'élaboration d'une protéine. Comment l'épissage s'effectue-t-il ? Telle est la question à laquelle s'attachent plusieurs labo-

après les avoir reconnus. Puis ces protéines recolleraient les « exons » entre eux de manière à avoir un message continu. Enfin, le professeur Slonimski suggère que ces protéines messagères seraient responsables du transfert des ARNm de l'intérieur du noyau vers le cytoplasme.

Ces mystérieuses protéines messagères seraient synthétisées à partir du message inscrit sur les « introns ». Autrement dit, elles seraient fabriquées par les « introns », puis les détruiraient.

Il ne s'agit là encore que d'une hypothèse qui sera très difficile à vérifier, ce que le professeur Slonimski ne nie d'ailleurs pas. En effet, comme ces protéines sont synthétisées à l'intérieur du noyau, cela implique que des ribosomes nécessaires à cette synthèse soient présents à l'intérieur du noyau. Or, il ne semble pas que l'on en ait vu.

# L'ORDINATEUR CALCULE

« On a l'âge de ses artères », prétend le dicton. Mais, pour un scientifique, surtout américain, la sentence de la sagesse populaire ne vaut pas celle de l'ordinateur. Aussi a-t-on mis au point, aux Etats-Unis, une méthode qui, grâce

## POUR COMPRENDRE LE LANGAGE DE L'ORDINATEUR

**LA DONNÉE ESSENTIELLE** fournie par l'ordinateur se trouve sous le tableau général. Il s'agit des trois âges de la personne testée :

**l'âge réel.** c'est-à-dire celui de son état civil ;

**l'âge selon l'état de santé.** c'est-à-dire celui que la personne a pour l'ordinateur, en fonction des différents paramètres absorbés par la machine. Si, par exemple, un homme âgé « réellement » de 39 ans se voit attribuer par l'ordinateur un « âge selon l'état de santé » de 47 ans, cela signifie que cet homme a autant de chances de mourir dans les dix années à venir qu'un homme qui a un âge réel de 47 ans et une hygiène de vie au moins égale à celle de la moyenne des Américains de cet âge ;

**l'âge possible.** c'est-à-dire l'âge que pourrait avoir le participant s'il suivait fidèlement les conseils de l'ordinateur. Il aurait alors les mêmes chances de mourir dans les dix années à venir qu'un Américain moyen qui a « réellement » cet âge-là. Ainsi, en modifiant son mode de vie, notre homme de 39 ans n'aurait plus les chances de décès d'un homme de 47 ans, mais celles d'un homme de 43 ans.

### LECTURE DU TABLEAU :

● A gauche, les causes de décès. On a rangé dans cette colonne les douze causes de décès les plus fré-

quentes pour la moyenne des Américains ayant l'âge du participant.

● Premier groupe de chiffres : les chances de décès par 100 000 habitants.

**Colonne 1 :** pour chacune des causes de décès, le chiffre représente le nombre de décès dont la cause est responsable dans une population de 100 000 habitants ayant le sexe et l'âge du participant. (Ces chiffres sont extraits des statistiques nationales américaines de 1976.)

**Colonne 2 :** le chiffre représente le nombre de décès dont chaque cause est responsable dans une population de 100 000 habitants ayant l'âge que « paraît » le participant.

**Colonne 3 :** le chiffre représente le nombre de décès dont chaque cause est responsable dans une population de 100 000 habitants ayant l'« âge possible » que pourrait avoir le participant.

● Deuxième groupe de chiffres : les ratios ou risques composés.

**Col. 1/Col. 2 :** c'est le rapport entre les chiffres des colonnes 1 et 2 du premier groupe. Ce rapport représente le facteur par lequel les chances de mourir de la cause en question sont multipliées en raison d'un mode de vie funeste. Par exemple, dans le premier des cas exposés ici, le participant a 3,34 fois plus de chances de mourir d'une crise cardiaque que la moyenne des Américains de son âge. Il court égale-

● Pour l'état civil, Peter a 39 ans. Mais l'ordinateur vient de lui apprendre qu'il en a, en fait, 48 ; qu'il a quatre fois plus de chances de mourir d'une crise cardiaque que la moyenne des hommes de son âge ; qu'il a également trois fois plus de chances d'être frappé d'une congestion cérébrale ; que, s'il ne change pas radicalement de mode de vie, s'il ne fait pas de sport, s'il ne surveille pas son poids, s'il ne diminue pas la quantité d'alcool qu'il consomme, il a exactement deux fois plus de chances de mourir dans les dix ans à venir que la moyenne de ses contemporains.

Peter est américain ; il travaille à Atlanta dans un service de santé officiel. Comme 1 400

de ses collègues, tous volontaires, il vient de se soumettre au « programme d'évaluation des risques » mis au point par le C.D.C. (Center for Control Disease : Centre pour le contrôle des maladies).

Ce nouveau test, très complet, n'a rien à voir avec les élucubrations d'une quelconque pytho-nisse ; il est fondé sur des études statistiques et épidémiologiques<sup>(1)</sup> très poussées, et il est le premier exemple d'un outil ultra-moderne utilisé

(1) On appelle « épidémiologie » l'étude des rapports existant entre les maladies et divers facteurs (mode de vie, milieu ambiant ou social, particularités individuelles) susceptibles d'exercer une influence sur leur fréquence, leur distribution, leur évolution.

# VOTRE ESPÉRANCE DE VIE

à l'informatique, calcule l'âge véritable de l'organisme. Et ses chances de survie. Les résultats sont impressionnants : il est des « coups de vieux » qui font réfléchir !

ment 3,25 fois plus de risques de mourir d'une congestion cérébrale que la moyenne des Américains de 39 ans. Toutes causes confondues, il a 1,74 fois plus de chances de mourir qu'un homme de son âge.

**Col. 3/col. 1 :** ce rapport — entre les colonnes 3 et 1 du premier groupe — représente le facteur par lequel les chances de mourir seraient multipliées si le participant se décidait à changer radicalement son mode de vie, selon les conseils de l'ordinateur. Si nous reprenons le cas envisagé ci-dessus, les risques de mourir d'un infarctus ne seraient plus multipliés que par 2,16 (au lieu de 3,34). Toutes causes confondues, le participant n'aurait plus que 1,31 fois plus de chances de mourir dans les dix prochaines années que la moyenne des hommes de son âge.

● **Troisième groupe de chiffres : les différences.**

**Col. 2 - col. 1 :** le chiffre figurant ici est le résultat de la différence entre la colonne 2 et la colonne 1 du premier groupe. Tout chiffre positif indique que, dans le domaine en question, le participant doit être vigilant, ses risques étant supérieurs à ceux de la moyenne. Un zéro signifie que les risques sont identiques à ceux de la moyenne.

**Col. 3 - col. 2 :** le chiffre figurant ici est le résultat de la différence entre la colonne 3 et la colonne 2. Il permet de déterminer les priorités. Plus il est négatif, plus il est urgent d'intervenir dans le domaine en question pour modifier les facteurs défavorables (en suivant les conseils donnés par l'ordinateur).

sur une grande échelle pour l'amélioration de l'état sanitaire de la population.

Dans les locaux du C.D.C., à Atlanta, le déroulement des opérations est le suivant. Chaque employé qui désire se soumettre au test remplit une fiche comportant une quarantaine de questions. Une vingtaine concernent son mode de vie : Fait-il du sport ? Combien de fois par semaine ? Combien de cigarettes fume-t-il ? Combien de verres d'alcool absorbe-t-il quotidiennement ? Combien de kilomètres parcourt-il annuellement en voiture ? Utilise-t-il sa ceinture de sécurité ? A-t-il un casier judiciaire ? Porte-t-il une arme ? Prend-il une drogue quelconque ? A cette enquête générale viennent s'ajouter vingt

## DÉTAILS

● **Première colonne :** elle recense les causes de décès les plus fréquentes pour l'âge et le sexe du participant. A côté de chacune des causes, figurent les facteurs qui contribuent le plus à ces causes.

● **Deuxième colonne :** elle concerne l'état de santé du participant. Sous la rubrique « données », figurent les réponses du participant concernant son état actuel. En face de chaque réponse, un coefficient indique l'importance relative de chaque facteur dans la maladie en question. Un chiffre au-dessous de 1 signifie que le résultat du participant est meilleur que celui de la moyenne nationale ; un chiffre supérieur à 1 indique que le résultat est plus mauvais.

● **Troisième colonne :** elle envisage l'état de santé possible du participant. La rubrique « données modifiées » indique dans quel sens le participant doit modifier son état et ses habitudes s'il veut atteindre son âge possible, et donc diminuer ses risques. La rubrique « risques modifiés » montre ce que deviennent les risques actuels lorsque le participant a modifié chaque facteur contributif.

(Pour des raisons de place, nous n'avons pas reproduit les chapitres « Détails » concernant les deuxième et troisième cas. Ceux-ci étaient d'ailleurs peu significatifs, les deux participants ayant un « âge estimé » inférieur à leur âge réel.)

autres questions plus médicales, portant sur le taux de cholestérol, la pression sanguine systolique et diastolique, les antécédents diabétiques, pneumoniques, bronchitiques, cardiaques, les problèmes intestinaux, le passé médical de la famille, etc.

Dûment rempli et codé, ce questionnaire est ingurgité par l'ordinateur, qui fournit en retour une imprimante résumant l'état de santé du participant, évaluant ses risques de décès dans les dix prochaines années et lui suggérant les modifications de son mode d'existence qui pourraient éventuellement ajouter quelques années à son espérance de vie.

Pour chaque individu d'un âge donné, dit âge

chronologique ou âge réel, l'ordinateur calcule, en fonction des informations qu'on lui a transmises, l'« âge estimé selon l'état de santé » (*appraisal age*), qui souvent diffère notablement de l'âge réel. Expliquons-nous : le risque probable de décès d'un Américain de 39 ans est le même que celui de la moyenne de la population du même sexe et du même âge ; mais un homme de 39 ans sédentaire, gros buveur, ayant des antécédents cardiaques ou pneumoniques, court des risques nettement plus élevés que la moyenne de ses contemporains, risques comparables, par exemple, à ceux de la moyenne des Américains âgés de 48 ans. Cet « âge estimé selon l'état de santé » est l'une des données essentielles du programme C.D.C.

L'ordinateur calcule aussi l'« âge possible » (*compliance age*), c'est-à-dire l'âge que pourrait



## VOICI LE CAS D'UN HOMME DE 39 ANS QUI,

### PROGRAMME D'ÉVALUATION DES RISQUES DE SANTÉ

Les données concernant votre santé ont été analysées.  
Les résultats sont résumés ci-dessous et reliés aux 12 causes de décès les plus fréquentes chez un homme de 39 ans.

CAUSE DU DÉCÈS	CHANCES DE DÉCÈS PAR 100 000			RATIOS OU RISQUES COMPOSÉS		DIFFÉRENCES	
	Col. 1 (Age réel)	Col. 2 (Age estimé)	Col. 3 (Age possible)	Col. 2/ Col. 1	Col. 3/ Col. 1	Col. 2- Col. 1	Col. 3- Col. 2
1 Crise cardiaque .....	1 822	6 092	3 934	3,34	2,16	4 270	- 2 158
2 Homicide .....	1 157	1 157	1 157	1,00	1,00	0	0
3 Cirrhose du foie .....	797	1 594	797	2,00	1,00	797	- 797
4 Congestion cérébrale .....	618	2 008	1 638	3,25	2,65	1 390	- 370
5 Cancer des poumons .....	536	589	471	1,10	0,88	53	- 118
6 Accident de voiture .....	399	1 157	319	2,90	0,80	758	- 838
7 Pneumonie .....	307	675	614	2,20	2,00	368	- 61
8 Alcoolisme .....	205	205	205	1,00	1,00	0	0
9 Autres formes de maladies cardiaques .....	143	143	143	1,00	1,00	0	0
10 Cancer de l'intestin du rectum .....	94	188	56	2,00	0,60	94	- 132
11 Néphrite .....	90	90	90	1,00	1,00	0	0
12 Bronchite chronique, emphyseme .....	46	50	35	1,10	0,77	4	- 15
Autres causes .....	4 173	4 173	4 173	1,00	1,00	0	0
Toutes causes de décès confondues .....	10 387	18 121	13 632	1,74	1,31	7 734	- 4 489

1) AGE RÉEL : 39 ans

2) AGE SELON L'ÉTAT DE SANTÉ : 47,4 ans

3) AGE POSSIBLE : 43,1 ans

Poids : 90,7 kg, poids trop élevé pour un homme de 1,83 m.

Les chances de décès à l'âge possible sont calculées en supposant que le participant observera les conseils suivants :

Sport :	de pratique modérée	à pratique régulière.
Tabac :	de plus de 10 cigarettes par jour	à arrêt complet.
Alcool :	de 7 à 24 verres par semaine	à 3 à 6 verres.
Poids :	de 90,7 kg	à 79,8 kg.
Drogue :	de usage modéré	à arrêt complet.
Ceinture de sécurité :	de pas d'utilisation	à utilisation régulière.
Examen médical :	de jamais	à un par an à l'avenir.

avoir un individu s'il consentait à modifier son hygiène et ses habitudes de vie. Si, par exemple, un homme de 39 ans qui, en raison de son mode de vie et de son état de santé, en « paraît » 48, décidait de surveiller son poids, de réduire sa consommation d'alcool, de faire du sport et de se soumettre à un bilan médical régulier, il aurait de grandes chances de regagner quelques années d'espérance de vie. Dans le cas de Peter, notre travailleur d'Atlanta, cet « âge possible » est de 45 ans. Peter peut donc, par une hygiène appropriée, regagner 3 années sur son « âge esti-

mé » ; mais, quoi qu'il fasse, jamais il ne rattrapera son âge réel d'homme de 39 ans.

En revanche, une personne n'ayant aucun antécédent médical et menant une vie saine pourra avoir un « âge estimé » inférieur à son âge réel ; elle aura donc une espérance de vie supérieure à la moyenne des personnes de son âge et de son sexe.

Dans le but de joindre l'utile à l'impitoyable, l'ordinateur fournit, en même temps que l'« âge possible », les moyens de regagner ces quelques années. A Peter, par exemple, il a conseillé de

faire du sport, d'arrêter de fumer, de n'absorber que 6 boissons alcoolisées par semaine au lieu de 24, de perdre une dizaine de kilos et de boucler en permanence sa ceinture de sécurité. En outre, comme à chaque participant concerné, il lui a communiqué une liste des centres médico-sportifs, des centres de désintoxication et des cliniques du stress des environs.

Après un an de fonctionnement, le programme du C.D.C. peut être considéré comme une réussite. Alors que l'examen était facultatif, les deux tiers des employés du Centre (soit 1 400 personnes) s'y sont volontairement soumis. Après le test, 115 se sont inscrits dans un centre de contrôle de l'obésité, 87 dans un centre de désintoxication tabagique, et 221 ont commencé à faire sérieusement du sport.

Le concept d'évaluation des risques n'est pas

une découverte de la science moderne. Hippocrate déjà, au V<sup>e</sup> siècle avant J.-C., essayait de calculer les risques encourus par les habitants d'une cité en fonction de la topographie de celle-ci. Au XVIII<sup>e</sup> siècle, cette notion d'évaluation connut un renouveau d'intérêt à la lumière des dernières découvertes médicales : ainsi, en 1775, sir Percival Pott, un célèbre chirurgien anglais, étudia les relations entre les émanations nocives des fumées et certaines tumeurs. Cependant, la plupart du temps, ces investigations avaient un caractère trop partiel pour être considérées comme de véritables études épidémiologiques d'où l'on pourrait tirer des « indicateurs de risques ».

La mise au point de véritables « indicateurs de risques » n'a été possible que ces dernières années, grâce : 1<sup>o</sup> à de nouvelles techniques statistiques et mathématiques qui permettent de

## SELON LES CRITÈRES DE L'ORDINATEUR, A 47,4 ANS

### DÉTAILS

Pour chacune des principales causes de décès, on a inventorié les facteurs qui y contribuaient, et calculé l'incidence de ces facteurs sur la cause en question.

CAUSE DU DÉCÈS	Facteurs contributifs	ÉTAT DE SANTÉ		ÉTAT DE SANTÉ POSSIBLE	
		Données	Risques actuels	Données modifiées	Risques modifiés
<b>Crise cardiaque</b>	Pression sanguine	150/95	1,1/1,4	150/95	1,1/1,1
	Cholestérol	220-279	1,0	220-279	1,0
	Diabète	Diabète contrôlé	2,5	Diabète	2,5
	Poids	90,7 kg	1,0	79,8 kg	0,9
	Sports	Irrégulier	0,6	Régulier	0,5
	Tabac	Plus de 10 cigarettes par jour	1,5	Arrêt du tabac	0,7
	Antécédents familiaux	Oui	1,2	Oui	1,2
		Total (risque composé)	3,34	Total (risque composé)	2,16
<b>Homicide</b>	Arrestations	Sans violence	1,00	Sans violence	1,00
	Port d'arme	Non	1,00	Non	1,00
		Total (risque composé)	1,00	Total (risque composé)	1,00
<b>Congestion cérébrale</b>	Pression sanguine	150/95	1,1/1,4	150/95	1,1/1,1
	Cholestérol	220-279	1,0	220-279	1,0
	Diabète	Diabète contrôlé	2,5	Diabète contrôlé	2,5
	Tabac	Plus de 10 cigarettes par jour	1,2	Arrêt du tabac	1,0
		Total (risque composé)	3,25	Total (risque composé)	2,5
<b>Cancer du poumon</b>	Tabac	Plus de 10 cigarettes par jour	1,1	Arrêt du tabac	0,9
<b>Accident de voiture</b>	Alcool	7-24 verres/semaine	2,0	3-6 verres/semaine	1,0
	km parcourus/an	16 000 km/an	1,0	16 000 km/an	1,0
	Port ceinture	25 à 74 %	0,9	75 à 100 %	0,8
	Drogue	Modérément	2,0	Suppression	1,0
		Total (risque composé)	2,90	Total (risque composé)	0,80
<b>Pneumonie</b>	Alcool	7-24 verres/semaine	1,0	3-6 verres/semaine	1,0
	Antécédents pulmonaires	Non	1,0	Non	1,0
	Tabac	Plus de 10 cigarettes par jour	1,2	Arrêt du tabac	1,0
	Emphysème	Oui	2,0	Oui	2,0
		Total (risque composé)	2,20	Total (risque composé)	2,00
<b>Cancer des intestins</b>	Polypes	Non	1,0	Non	1,0
	Examen rectal	Non	1,0	Annuel à l'avenir	0,3
	Saignements	Non	1,0	Non	1,0
	Colite ulcéreuse	Oui, il y a mois de 10 ans	2,0	Oui	2,0
		Total (risque composé)	2,0	Total (risque composé)	0,60
<b>Bronchite chronique</b>	Tabac	Plus de 10 cigarettes par jour	1,1	Arrêt du tabac	0,8

corrélés entre elles de nombreuses variables ; 2° à la diminution du coût du traitement de l'information ; 3° à l'accroissement de la taille des mémoires d'ordinateurs, lesquelles sont désormais capables d'analyser d'énormes quantités de données ; 4° aux progrès de la physiologie et de la biochimie, qui ont rendu possible le repérage de nouveaux facteurs de risques ; 5° à la multiplication des études épidémiologiques, car il est indispensable de disposer d'un très grand nombre de références concernant chaque maladie si l'on veut déterminer avec



## VOICI LE CAS D'UN HOMME DE 39 ANS QUI, SELON LES CRITÈRES DE L'ORDINATEUR, A 31,5 ANS

### PROGRAMME D'ÉVALUATION DES RISQUES DE SANTÉ

Les données concernant votre santé ont été analysées.  
Les résultats sont résumés ci-dessous et reliés aux 12 causes de décès les plus fréquentes chez un homme de 39 ans.

	CAUSE DU DÉCÈS	CAUSES DE DÉCÈS PAR 100 000			RATIOS OU RISQUES COMPOSÉS		DIFFÉRENCES	
		Col. 1 (Age réel)	Col. 2 (Age estimé)	Col. 3 (Age possible)	Col. 2/ Col. 1	Col. 3/ Col. 1	Col. 2- Col. 1	Col. 3- Col. 2
1	Crise cardiaque	1 822	71	71	0,04	0,04	- 1 751	0
2	Homicide	1 157	1 157	1 157	1,00	1,00	0	0
3	Cirrhose du foie	797	79	79	0,10	0,10	- 718	0
4	Congestion cérébrale	618	111	111	0,18	0,18	- 507	0
5	Cancer des poumons	536	107	107	0,20	0,20	- 429	0
6	Accident de voiture	399	127	127	0,32	0,32	- 272	0
7	Pneumonie	307	307	307	1,00	1,00	0	0
8	Alcoolisme	205	205	205	1,00	1,00	0	0
9	Autres formes de maladies cardiaques	143	143	143	1,00	1,00	0	0
10	Cancer de l'intestin, du rectum	94	28	28	0,30	0,30	- 66	0
11	Néphrite	90	90	90	1,00	1,00	0	0
12	Bronchite chronique, emphyseme	46	9	9	0,20	0,20	- 37	0
	Autres causes	4 173	4 173	4 173	1,00	1,00	0	0
	Toutes causes de décès confondues	10 387	6 607	6 607	0,64	0,64	- 3 780	0

1) AGE RÉEL : 39 ans

2) AGE SELON L'ÉTAT DE SANTÉ : 31,5

3) AGE POSSIBLE : 31,5 ans

Poids : 79,4 kg, normal pour une taille de 1,83 m chez un homme ayant une solide ossature.

L'âge selon l'état de santé étant inférieur à l'âge réel, le participant possède une hygiène de vie supérieure à la moyenne, et aucune modification de son mode de vie n'est préconisée. Donc l'âge possible est égal à l'âge selon les critères de santé.

exactitude le « poids » — c'est-à-dire la valeur quantitative — de chaque facteur de risque.

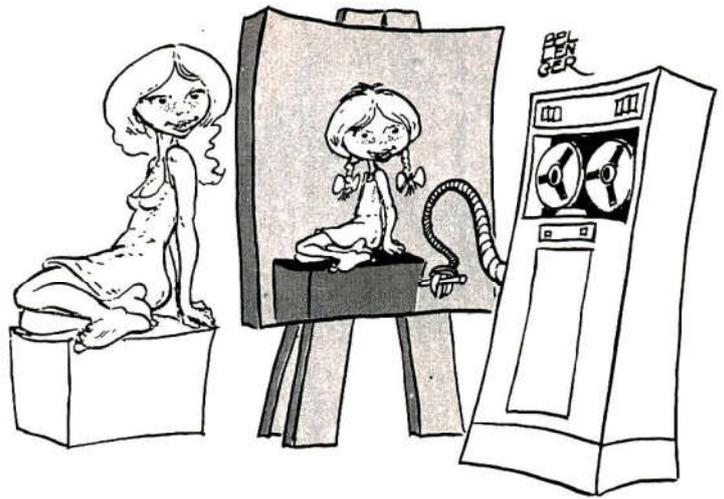
Ce calcul « pondéral », extrêmement délicat, se complique encore lorsque plusieurs facteurs de risque se combinent entre eux, comme c'est le cas pour l'infarctus du myocarde, par exemple, où interviennent simultanément la corpulence du sujet, son taux de cholestérol, sa pression sanguine, sa pathologie diabétique, etc. Le risque global s'évalue en définitive par une pondération adéquate de tous les risques particuliers.

Bien sûr, on ne meurt pas de moyenne, et l'évaluation des risques représente plus une tendance qu'une certitude. Un individu exempt de tout facteur défavorable peut très bien mourir brutalement d'un accident ou d'une maladie non détectée ; à l'inverse, un sujet gravement me-

nacé peut s'éteindre de vieillesse à 90 ans. Mais, ces exceptions mises à part, le sort de chacun d'entre nous ressortit davantage à celui de la moyenne de la population. Ce que donne l'ordinateur, ce n'est pas la vérité absolue, mais une sorte de martingale à partir de laquelle chacun peut « jouer » sa vie comme il l'entend.

Aujourd'hui, l'évaluation des risques par ordinateur est en train de s'implanter aux Etats-Unis. Une dizaine de centres ont vu le jour, rattachés à des universités (université du Wisconsin, université de Californie-San Francisco), à des hôpitaux (Methodist Hospital of Indiana) ou à des organismes d'Etat (St-Louis Country Health Department). Les programmes d'évaluation sont plus ou moins complets (le plus vaste est sans aucun doute celui d'Atlanta), et leur coût varie entre 10 et 30 dollars (41 et 123 F).

Peut-on dire qu'ils soient efficaces, c'est-à-dire qu'ils provoquent des réactions salutaires chez les personnes testées ? A cet égard, les premiers sondages sont encourageants. A l'université du Wisconsin, par exemple, des chercheurs ont effectué une première série d'évaluations des risques sur 200 personnes ; dix-huit mois plus tard, ils ont recommencé l'opération sur ce même groupe. En un an et demi, la différence entre l'« âge estimé » et l'âge réel des membres du groupe avait baissé en moyenne de 20 %. A Duluth, dans le Minnesota, les fonctionnaires du



## VOICI LE CAS D'UNE FEMME DE 29 ANS QUI, SELON LES CRITÈRES DE L'ORDINATEUR, A 25,1 ANS

### PROGRAMME D'ÉVALUATION DES RISQUES DE SANTÉ

Les données concernant votre santé ont été analysées.  
Les résultats sont résumés ci-dessous et reliés aux 12 causes de décès les plus fréquentes chez une femme de 29 ans.

	CAUSE DU DÉCÈS	CHANCES DE DÉCÈS PAR 100 000			RATIOS OU RISQUES COMPOSÉS		DIFFÉRENCES	
		Col. 1 (Age réel)	Col. 2 (Age estimé)	Col. 3 (Age possible)	Col. 2/ Col. 1	Col. 3/ Col. 1	Col. 2- Col. 1	Col. 3- Col. 2
1	Suicide .....	102	102	102	1,00	1,00	0	0
2	Accident de voiture .....	93	15	15	0,17	0,17	- 78	0
3	Cancer du sein .....	85	42	42	0,50	0,50	- 43	0
4	Congestion cérébrale .....	54	7	7	0,14	0,14	- 47	0
5	Crise cardiaque .....	47	4	4	0,09	0,09	- 43	0
6	Cirrhose du foie .....	43	8	8	0,20	0,20	- 35	0
7	Cancer de l'utérus .....	26	6	1	0,25	0,05	- 20	- 5
8	Pneumonie .....	22	22	22	1,00	1,00	0	0
9	Diabète .....	18	9	9	0,54	0,54	- 9	0
10	Cancer des trompes .....	17	17	17	1,00	1,00	0	0
11	Rhumatismes articulaires ..	16	16	16	1,00	1,00	0	0
12	Noyades .....	9	9	9	1,00	1,00	0	0
	Autres causes .....	563	563	563	1,00	1,00	0	0
	Toutes causes de décès confondues .....	1 095	820	815	0,75	0,74	- 275	- 5

1) AGE RÉEL : 29 ans      2) AGE SELON L'ÉTAT DE SANTÉ : 25,1 ans      3) AGE POSSIBLE : 25,1 ans  
Poids : 49,9 kg, poids légèrement trop faible pour une taille de 1,68 m. Poids souhaitable : 53,6 kg.  
L'âge selon l'état de santé étant inférieur à l'âge réel, le participant n'a pas à modifier son hygiène de vie.

département de la Santé ont sondé 366 personnes six mois, puis dix-huit mois après les avoir soumises à un programme d'évaluation des risques : à chaque sondage, 70 % des personnes interrogées ont reconnu avoir modifié au moins l'une de leurs mauvaises habitudes. Parmi elles, 50 % avaient cessé de fumer, 50 % avaient perdu au moins 2,5 kg, et 83 % avaient réduit leur consommation d'alcool. Parmi les femmes, 82 % s'étaient fait faire un frottis vaginal (méthode de détection précoce des cancers de l'utérus), et 72 % effectuaient régulièrement des auto-examens destinés à déceler une éventuelle tumeur du sein. De plus, les deux tiers des personnes testées avaient recommandé la méthode d'évaluation des risques à leurs proches.

L'impact sur la population du test informatique est donc réel, et bien des chefs d'entreprise

seraient d'ores et déjà disposés à faire bénéficier leur personnel de ce nouveau service.

Pour rendre les examens encore plus efficaces, sans doute devra-t-on accroître le nombre des données personnelles recueillies, en ajoutant, par exemple, des informations sur le niveau de vie, les caractéristiques ethniques, l'éducation, le type de travail effectué, etc., car les facteurs sociaux ont également une influence sur la santé des individus.

Mais, même sans ces compléments, le verdict peut déjà être bien lourd. Ainsi, à Atlanta, une jeune employée du Centre pour le contrôle des maladies vient d'apprendre que, selon l'ordinateur, son « âge estimé » était de 48 ans et que, quoi qu'elle fasse, elle ne pourrait jamais descendre au-dessous de 40 ans. En réalité, elle en a 27 ! **Françoise HARROIS-MONIN** ■

# jeux & stratégie

**Le nouveau magazine édité par SCIENCE et VIE va désormais paraître tous les deux mois.**

Nous vous rappelons que vous pouvez vous procurer le 1<sup>er</sup> numéro chez votre marchand de journaux habituel **mais aussi souscrire un abonnement à des conditions très avantageuses :**

**1 AN 6 NUMÉROS**

**58 F**

(ETRANGER 86 F)

**ATTENTION :  
OFFRE LIMITÉE A LA PÉRIODE  
DE LANCEMENT**

Pour votre plaisir, une centaine de pages consacrées aux **JEUX DE REFLEXION**.

A découvrir crayon en main.

Mille problèmes et jeux soumis à votre virtuosité mentale :

**LOGIQUES • TACTIQUES • PUZZLES • DEVINETTES • LETTRES • BRIDGE • ECHECS • SCRABBLE • GO • STRATEGIE • CASSE-TETE • LABYRINTHES • CHIFFRES • MOTS-CROISES • TAROT • DAMES • BACKGAMMON • INEDITS OU CLASSIQUES etc.**

Dans chaque numéro un vrai jeu inédit sous forme d'encart détachable, pour vous constituer une ludothèque originale.

Et une information très complète sur le monde des jeux : nouveautés, festivals, adresses, sélections, joueurs réputés, livres spécialisés, bancs d'essais, jeux électroniques...

Un voyage passionnant dans l'univers du jeu.

## BULLETIN D'ABONNEMENT

à retourner, paiement joint à JEUX et STRATEGIE  
5 rue de la Baume 75008 PARIS

• **OUI**, je désire m'abonner à JEUX et STRATEGIES, en bénéficiant du tarif spécial de lancement, réservé aux lecteurs de SCIENCE et VIE, soit

**1 AN : 6 numéros = 58,00 F seulement** (au lieu de 72 F)

(étranger 86 F)

Nom ..... Prénom .....

N° ..... Rue .....

Code postal [ ] [ ] [ ] [ ] Ville .....

Age et profession (facultatifs) .....

Je joins à ce bulletin le montant de mon abonnement établi par  C.C.P. 3 volets  chèque bancaire  mandat, à l'ordre de JEUX et STRATEGIES (étranger : mandat international ou chèque compensable à Paris).

# PIRE QUE LA RAGE: L'ÉCHINOCOCCOSE ALVÉOLAIRE

*Traditionnellement localisée en Sibérie et en Alaska, l'échinococcose alvéolaire, maladie humaine mortelle qui se développe dans le foie à la manière d'un cancer, est en train d'envahir l'Europe. Après l'U.R.S.S., l'Autriche, l'Allemagne, la Suisse, c'est au tour de la France d'être touchée. Comme la rage, cette maladie est véhiculée par le renard. Or, malgré les massacres, les renards se multiplient plus que jamais sur notre territoire.*

*L'échinococcose aussi !*

● L'échinococcose a toujours existé à l'état endémique dans l'est de la France : de temps à autre un cas était signalé ici ou là. Mais, depuis une dizaine d'années, on assiste à une prolifération inquiétante de la maladie et, qui plus est, à sa pénétration à l'intérieur du pays : 50 cas ont été recensés en Lorraine, 35 en Franche-Comté, une dizaine en Alsace et en Savoie, quelques-uns dans le Bassin parisien, le Puy-de-Dôme et même dans les Pyrénées. En fait, ces chiffres sont certainement au-dessous de la vérité, car le mal évolue très lentement, sans douleur et bien souvent sans signes cliniques extérieurs. Il est donc probable que, d'une part, d'autres sujets soient atteints sans encore le savoir, et que, d'autre part, un certain nombre de personnes soient mortes sans que l'on ait songé à attribuer leur décès à cette maladie.

On s'est beaucoup interrogé sur les causes de la recrudescence et de l'extension de l'échinococcose. L'explication la plus plausible — encore qu'elle ne soit pas partagée par tout le monde — incrimine la destruction massive des renards entreprise depuis une dizaine d'années, destruction qui aurait entraîné, par contre-coup, la venue de renards contaminés d'outre-Rhin.

C'est en 1968 qu'a débuté le massacre des renards. Cette année-là, l'Institut Pasteur avait diagnostiqué un cas de rage sur un renard abattu sur la commune de Montenach, en Moselle. On commença par en tuer 10 000, puis, à coups de décrets, de circulaires et de primes, on transforma la chasse en extermination. Tous

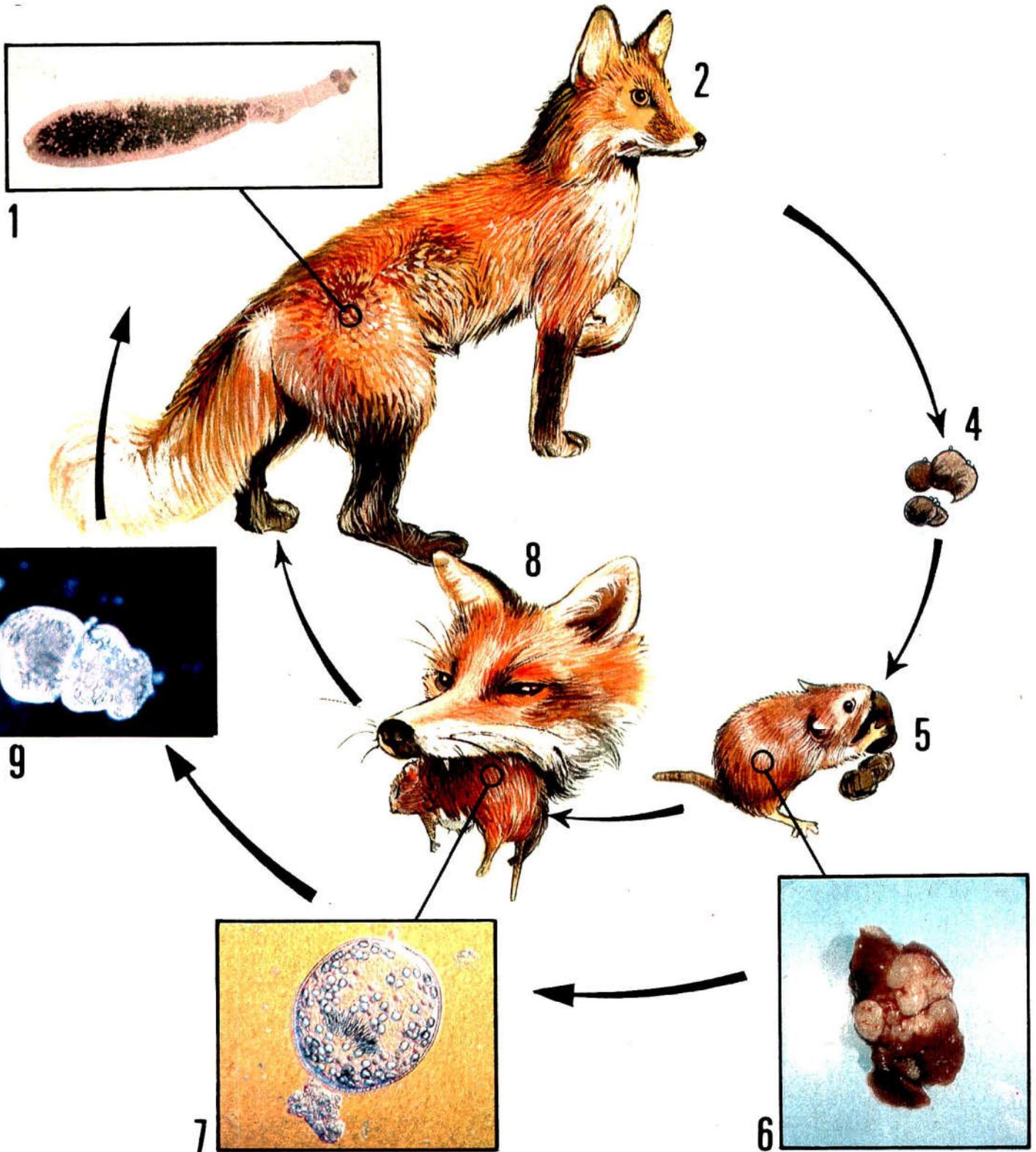
les moyens furent bons pour venir à bout de la gent vulpine : fusil, piégeage, gazage à la chloropicrine, empoisonnement à la strychnine. Les chiffres traduisent bien l'escalade : 24 000 victimes en 1969, 30 000 en 1971, 82 000 en 1979.

Malgré ce carnage, la progression de la rage a continué. Un seul département était touché en 1968 ; on en dénombre aujourd'hui une trentaine. L'échec est donc patent, mais d'aucuns le prévoyaient. Dès juin 1969, nous rapportions dans nos colonnes<sup>(1)</sup> les propos de M. Bruno Condé, professeur de zoologie à l'université de Nancy : « Les renards n'ont pas besoin des naturalistes pour les défendre : ils se défendent très bien tout seuls. En effet, de tous les carnivores, ils sont ceux qui résistent le mieux aux tentatives d'extermination. Pour entraver leur pullulation, il n'y a qu'un moyen : maintenir leur équilibre naturel par la présence d'espèces concurrentes. Or, après l'éradication du loup, la disparition du lynx, la raréfaction du chat sauvage et la régression des loutres, des belettes et des hermines, cet équilibre paraît malheureusement bien compromis. »

Normalement, les renards, animaux grégaires, ne pratiquent pas le nomadisme : chaque bande occupe un territoire déterminé et n'empiète pas sur celui de la bande voisine. Cependant, lorsqu'un territoire se trouve libre, pour cause d'extermination par exemple, les bandes des territoires adjacents accourent et se le partagent. Ainsi, en admettant que l'on élimine tous les goupils du Bassin parisien, le vide serait rapi-

(1) « Science et Vie » n° 621.

# UNE MALADIE VÉHICULÉE PAR LE RENARD MAIS QUI

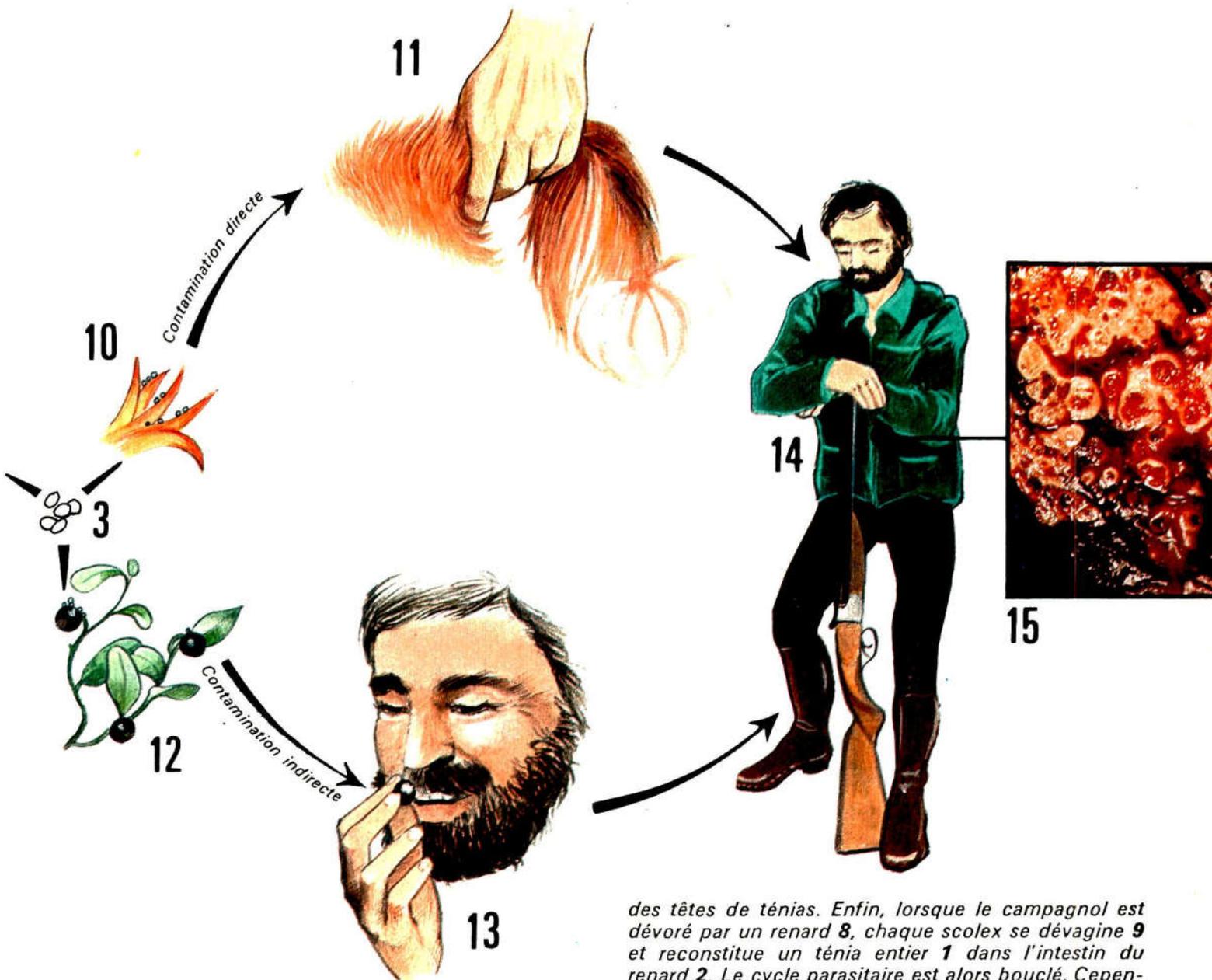


dement comblé par des renards venus des quatre coins de France.

A partir de cette constatation, on imagine facilement que des renards d'outre-Rhin soient venus combler les vides français. Hypothèse hasardeuse, objectent certains, comme le docteur Louis Andral, attaché au centre de la rage de Pixérécourt, en Meurthe-et-Moselle : « Certes, les animaux sauvages, comme les hommes d'ailleurs, ont tendance à migrer d'est en ouest ; mais, dans le cas précis des renards, il est bien difficile de prouver cette tendance, car ils n'ont pas de passeport et on n'en a jamais vu aucun

traverser le pont de Kehl ni franchir le Rhin à la nage ». Pour le docteur Andral, point n'est besoin d'imaginer une migration germanique : la persistance des renards en France, malgré les massacres, a une explication nationale. La voici. Lorsqu'un vide apparaît, les bandes voisines disposent d'un territoire plus grand et d'une nourriture plus abondante. De ce fait, chaque femelle peut élever tous ses petits (en moyenne une douzaine par portée annuelle), alors que, dans des conditions contraignantes, elle met au monde des portées moindres, dont seuls 4 ou 5 individus parviennent à l'âge adulte. Le repeu-

# N'APPARAÎT QUE CHEZ L'HOMME ET LE CAMPAGNOL



L'*Echinococcus multilocularis* **1** agent de l'échinococcose alvéolaire est un petit ténia qui vit en parasite et qui se reproduit dans l'intestin du renard **2**. Les œufs d'*Echinococcus* **3** se retrouvent alors dans les excréments du renard **4**. Puis lorsque ces excréments sont consommés par un campagnol **5**, les œufs développent une larve dans le foie de l'animal **6**. Cette larve produit par bourgeonnement des scolex **7** qui sont

plement s'effectue donc d'autant plus vite que les renards ont un plus grand territoire à leur disposition.

Si cette hypothèse est parfaitement vraisemblable, elle n'explique cependant pas l'implacable progression de l'échinococcose alvéolaire en France, en dépit de tous les massacres de renards. Carte à l'appui, le professeur Miguet, hépato-gastro-entérologue au centre hospitalier de Besançon, souligne cette avancée et interroge : « Avant l'hécatombe, l'échinococcose alvéolaire se trouvait distribuée dans un triangle dont la base se situait en Sibérie et la pointe en

des têtes de ténias. Enfin, lorsque le campagnol est dévoré par un renard **8**, chaque scolex se dévagine **9** et reconstitue un ténia entier **1** dans l'intestin du renard **2**. Le cycle parasitaire est alors bouclé. Cependant, le cycle peut bifurquer vers l'homme. Cela se produit, d'une part, lorsque le renard répand sur son pelage **10** des œufs d'*Echinococcus* qui pourront contaminer l'homme par contact direct **11**. D'autre part, lorsque les œufs déposés avec les excréments sur des myrtilles **12** sont consommés par l'homme **13**. Dans les deux cas les œufs passent dans l'organisme humain **14** où ils développent des larves dans son foie **15** : c'est l'échinococcose alvéolaire. □

Franche-Comté. Or, aujourd'hui, la pointe est parvenue jusqu'aux rivages de l'Atlantique. En conséquence, je pose la question suivante : le massacre des renards n'a-t-il pas en définitive provoqué le remplacement d'animaux sains par des animaux contaminés en provenance de l'Est ? »

Le docteur Christian Bougerol, médecin vétérinaire et ardent défenseur des renards, n'est pas loin de partager ce point de vue. Certes, il y a l'obstacle du Rhin soulevé par le docteur Andral ; mais il suffit d'ouvrir un livre de géographie pour voir que le Rhin prend sa source

dans le massif du Saint-Gothard, dans les Alpes suisses, et que, à ce niveau, il est très facile de le contourner, ne serait-ce qu'en empruntant le col du même nom (2 112 m), qui se trouve à proximité. Ensuite, la route est libre. En allant vers l'ouest, on arrive à Besançon, où la recrudescence de l'échinococcose alvéolaire commence à inquiéter sérieusement les autorités médicales. « Au point que nous envisageons un dépistage systématique dans la population du Doubs », précise le professeur Miguet.

Le professeur René Houin, qui enseigne la parasitologie à la faculté de médecine de Créteil, est d'un avis encore différent. Son argumentation, à vrai dire discutable, innocente, elle aussi, les renards d'outre-Rhin pour accuser les campagnols. Mais, direz-vous, que viennent faire les rats des champs dans cette histoire de renards ? Pour comprendre leur rôle, quelques notions de parasitologie sont indispensables.

L'agent responsable de l'échinococcose alvéolaire est un petit ver parasite connu sous le nom d'*Echinococcus multilocularis*, qui, dans la classification zoologique, appartient à l'embranchement des plathelminthes (ou vers plats) et à la classe des cestodes. Comme le ténia, ou ver solitaire, appartient lui aussi à cette classe, les zoologistes eux-mêmes ont l'habitude de considérer l'*Echinococcus multilocularis* comme une sorte de ténia minuscule (à l'âge adulte, il mesure au maximum 3 à 4 millimètres).

Ce petit ténia se compose d'une tête, ou scolex, agrémentée de petites ventouses de fixation, et d'une série d'anneaux (de deux à quatre). Chaque anneau s'élabore par bourgeonnement de la tête : d'abord immature, il devient successivement mâle, puis femelle. Le renouvellement est continu, c'est-à-dire qu'à l'apparition d'un nouvel anneau correspond l'élimination de celui qui occupe la position extrême.

C'est dans l'anneau mâle que se trouve l'appareil reproducteur mâle : celui-ci est constitué de plusieurs testicules prolongés par de fins canalicules qui débouchent dans un canal déférent, lequel aboutit au cirre, ou organe de copulation. Quant à l'appareil de reproduction femelle, situé dans l'anneau femelle contigu, il comporte un ovaire communiquant avec un utérus par un oviducte.

Possédant à la fois les deux appareils reproducteurs, l'*Echinococcus multilocularis* peut être considéré comme un animal hermaphrodite ; cependant il ne peut pas s'autoféconder, car sa trop petite taille l'empêche de se replier sur lui-même. Un partenaire est donc nécessaire. Lors de l'accouplement, le cirre de l'un pénètre dans l'utérus de l'autre, et les spermatozoïdes émis viennent féconder les ovules. Les ovules fécondés, ou œufs, s'accumulent alors dans l'utérus, et l'anneau tout entier se détache du corps du petit ténia.

C'est dans l'intestin du renard que vit et se reproduit l'*Echinococcus*. L'anneau libéré est donc expulsé avec les excréments de l'animal. Les œufs qu'il contient sont entourés d'une

coque protectrice qui leur permet de résister aux froids les plus vifs (jusqu'à  $-20^{\circ}\text{C}$ ) ; en revanche, ils meurent à  $+30^{\circ}\text{C}$ .

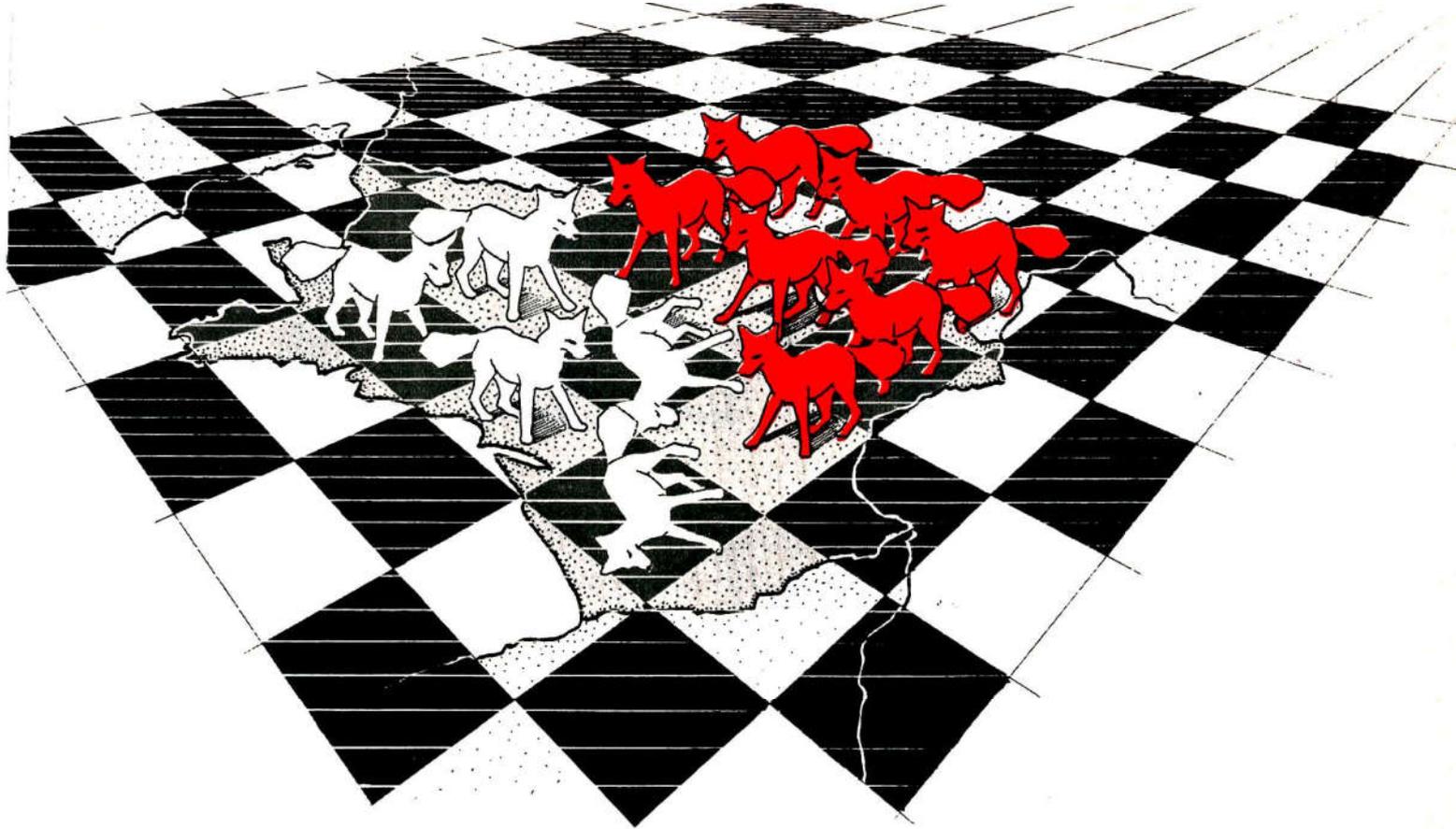
Pour que les œufs éclosent, il est nécessaire qu'ils soient avalés par un campagnol, car c'est dans l'organisme de ce rongeur qu'ils vont trouver les conditions idéales de développement. Comme la nature ne laisse rien au hasard, les crottes de renard, très odorantes, exercent une attraction particulière sur le campagnol. Une fois absorbés, les œufs passent dans le foie de la bestiole, où ils donnent naissance à de petites larves qui vont ronger l'organe comme un cancer : c'est l'échinococcose alvéolaire.

Dans le foie du campagnol, la larve ressemble à une grappe de raisin qui produirait continuellement de nouveaux grains. La paroi interne de ces grains est le siège d'un phénomène curieux : par bourgeonnement, elle émet de petits « pépins » qui sont en fait des scolex, c'est-à-dire des têtes de ténias. Ces scolex se comptent par milliers ; autrement dit, par ce biais, chaque larve engendre (par reproduction asexuée) une multitude d'*Echinococcus*, alors que, généralement, chez les animaux qui passent par le stade larvaire, chaque larve ne donne qu'un seul individu (un têtard ne donne qu'une seule grenouille).

Afin que la boucle soit bouclée, c'est-à-dire que les scolex deviennent des ténias adultes, il faut qu'ils repassent par l'intestin du renard. Ce rapatriement s'opère aisément, car les renards sont très friands de campagnols. Ainsi, réinstallés dans leur gîte privilégié, les scolex entament leur processus de dévagination, élaborant un premier anneau, puis un second, etc. Le cycle parasitaire de l'*Echinococcus multilocularis* peut recommencer.

La contamination humaine, elle, est soit directe, soit indirecte. Directe, elle s'effectue par simple contact avec un renard infecté. En effet, en se léchant, l'animal parsème son pelage d'œufs d'*Echinococcus*, et, si l'on omet de se laver les mains après avoir touché un pelage, ces œufs peuvent passer dans l'organisme humain. Indirecte, la contamination a pour origine l'absorption de myrtilles ou de fraises des bois polluées par des excréments de renard. Le développement des œufs dans le foie de l'homme est identique au processus observé dans le foie du campagnol, à ceci près que la larve demeure stérile, c'est-à-dire qu'elle ne produit pas de scolex. Cette stérilité serait due au fait que l'homme n'est pour ce parasite qu'un hôte accidentel, et non son habitat normal.

En U.R.S.S. plus de deux cents espèces de campagnols seraient contaminées, tandis qu'en France, où il n'en existe qu'une demi-douzaine, une seule serait touchée. L'aire de distribution de cette espèce correspond d'ailleurs à la carte des zones où sévit l'échinococcose humaine : on la trouve généralement dans des contrées froides, c'est-à-dire dans des régions situées soit en altitude (Alpes, Jura, Massif Central, Pyrénées) soit à une latitude élevée (est de la Fran-



**Une invasion de renards contaminés venus des pays de l'Est.** Dans la nature, chaque bande de renards occupe un territoire bien déterminé et n'empiète pas sur celui de la bande voisine (sur le dessin chaque territoire est représenté par la case d'un damier). Cependant, lorsqu'un territoire est inoccupé il est aussitôt habité par les renards des bandes voisines. C'est ce qui expliquerait qu'à la suite du massacre des renards en France les territoires laissés vides aient été occupés par des renards venus de l'Est et contaminés par l'échinococcose alvéolaire.

ce). L'espèce en question, dénommée *Arvicola terrestris*, est particulièrement nuisible, car elle cause des dégâts considérables aux cultures ; en outre, elle est très difficile à piéger, car elle vit dans des galeries souterraines peu accessibles.

Nous pouvons maintenant revenir à l'explication du professeur Houin. Pour lui, nous l'avons dit, ce n'est pas le renard qui serait responsable de la recrudescence de l'échinococcose alvéolaire, mais bien le campagnol *Arvicola terrestris*. « Cette espèce, commente-t-il, est sujette à des cycles de pullulation : certaines années, on en trouve peu ; d'autres, il y en a beaucoup. Aussi ne serais-je pas étonné que la recrudescence actuelle de l'échinococcose corresponde à une période de pullulation de ce campagnol. »

Le raisonnement est séduisant, mais il présente une lacune : il n'explique pas comment des régions comme le Massif Central, les Pyrénées ou le Bassin parisien, qui n'avaient jamais été touchées par l'échinococcose alvéolaire, ont pu être contaminées. Alors, ne faut-il pas en revenir bon gré mal gré à l'hypothèse des renards venus de l'Est pour occuper le territoire des goupils massacrés ?

Cependant, quel que soit le mode de propagation du parasite, il reste que l'échinococcose alvéolaire est une maladie très grave, semblable à un cancer hépatique à évolution lente. Une fois installée dans le foie, la larve s'y développe en tous sens, entraînant une destruction progressive du viscère. Certes, l'organisme tente

de réagir en déclenchant par l'intermédiaire des lymphocytes une réaction immunitaire ; mais la lutte est inégale, car le foie est vulnérable et la larve indestructible.

Sans traitement, le malade peut vivre de dix à quinze ans sans avoir conscience de la gravité de son mal. C'est pourquoi le professeur Miguet suggère un dépistage systématique, seul moyen de diagnostiquer l'échinococcose chez des personnes apparemment en bonne santé. Un foie gros au toucher, de vagues douleurs intestinales peuvent fournir une première indication, que des tests sanguins confirmeront ou infirmeront par la suite.

Lorsque le mal n'est pas trop avancé, c'est-à-dire lorsque l'atteinte est localisée à un seul lobe du foie (environ 10 % des cas), le chirurgien peut pratiquer une hépatectomie limitée. Mais lorsque les deux lobes sont touchés (soit dans 90 % des cas), le malade est inopérable. On n'aura plus que la ressource d'endiguer un certain temps la progression du mal en administrant au patient du flubendazole (antiparasitaire utilisé dans le traitement d'une affection voisine, le kyste hydatique, provoqué par un parasite du chien) ; mais, lorsque la larve aura proliféré dans les poumons et le cerveau, toute thérapeutique sera vaine.

Aussi, pour conclure, n'est-il pas superflu de rappeler ces sages recommandations du professeur Miguet : ne jamais toucher un renard, vivant ou mort, et ne pas consommer de myrtilles ni de fraises des bois sans les avoir lavées et cuites.

**Pierre ROSSION ■**

# Au plaisir des yeux.

Les téléviseurs couleur Grundig vous offrent le spectacle total. Celui de la réalité, fidèlement reproduite par l'image haute en couleur de leur tube auto-convergent; une image constante et sûre.

Tous les téléviseurs Grundig sont équipés du châssis modulaire et sont indéréglables.

Résistez à la tentation de fermer les yeux, le son est riche, c'est le son Grundig.

Avec ou sans télécommande, du portable au téléviseur de salon, il y a 18 modèles super color Grundig.

Performance



Super color 4309.  
56 cm à télécommande  
sans fil encastrable.

**Grundig, la sécurité d'un grand nom.**

# GRUNDIG

# RECHERCHE

ARCHEOLOGIE

## LA MISE EN BOUTEILLE D'UN VRAI BATEAU

De 1967 à 1974, les terrassiers ont découvert à Marseille, dans le quartier de la Bourse (et au grand mécontentement des entrepreneurs) un certain nombre de vestiges de l'ancienne Massilia. Vestiges exceptionnels, tels que les 150 m d'un ancien rempart hellénistique et les restes d'un bateau.



*Les ruines du bateau dans l'état où on les trouva*

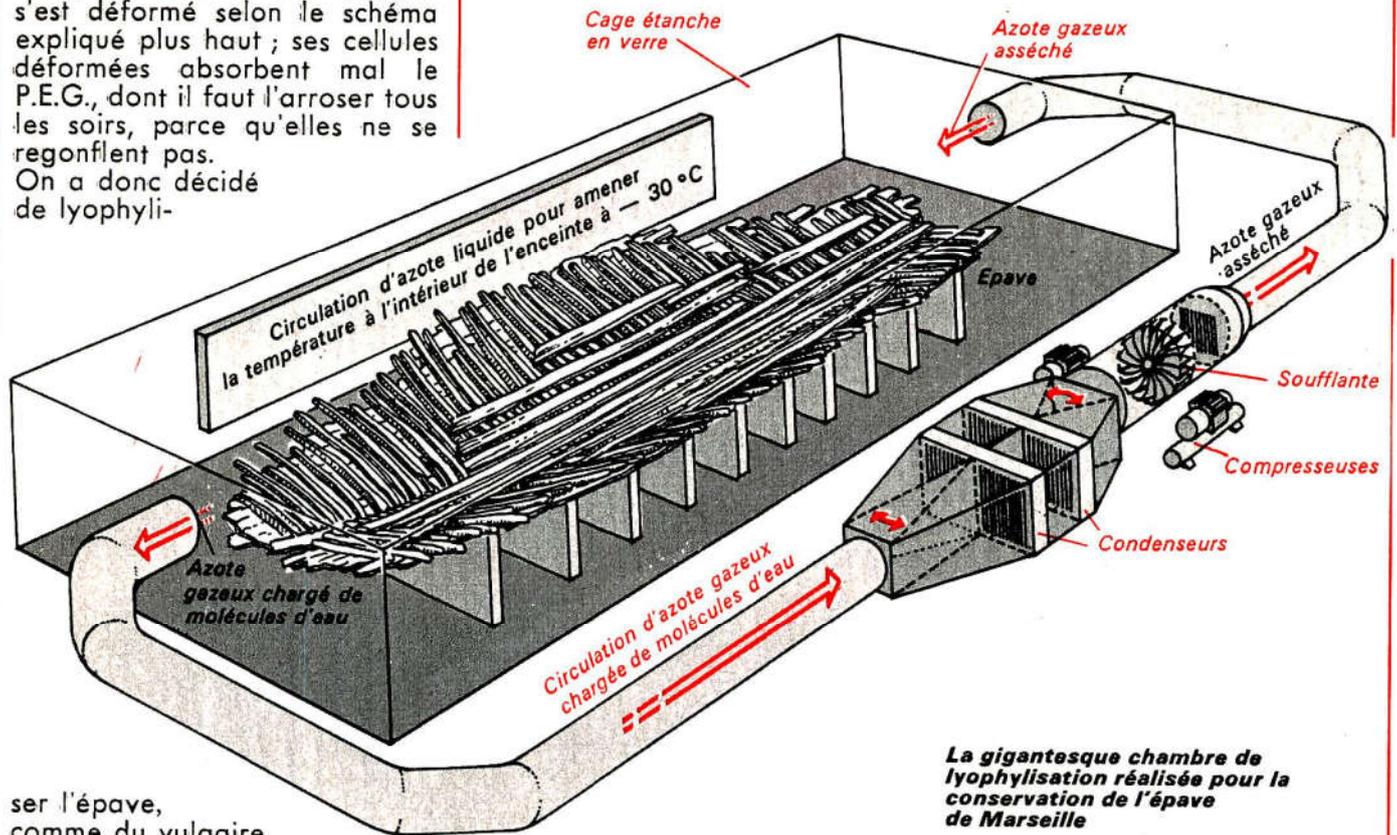
Ce bateau posait un beau problème : demeuré dix-sept siècles dans une couche de vase, il s'était gorgé d'eau à près de 95 %. Encore l'eau formait-elle un milieu constant ; exhumé, il risquait de pourrir sous le double effet des micro-organismes et des variations de température. Comme il n'y avait pas de solution immédiatement disponible, il ne resta plus à Daniel Drocourt, chargé de mission de la ville de Marseille, qu'à replonger l'épave dans l'eau, c'est-à-dire dans un bassin de

fortune. Le bateau replongea cinq ans de plus. Entretiens, on chercha comment conserver ce bateau au sec. Ce n'est pas simple que d'assécher du bois détrempe à ce point : ses substances organiques se sont oxydées et hydrolysées et sa cellulose s'est détruite. Si l'on insiste pour faire sécher ce bois, dès qu'il a perdu 30 % de son eau, les parois des cellules ligneuses, qui ont eu tout le temps de remplacer leur cellulose et leur semi-cellulose par de l'eau, s'effondrent. La struc-

ture se déforme et les dimensions changent.

On pensa évidemment à l'exemple du « Wasa », cette épave du XVII<sup>e</sup> siècle trouvée par les Suédois et actuellement exposée au public. Ce n'est pas un exemple encourageant : les Suédois avaient pensé qu'en baignant le bois dans du polyéthylène-glycol (P.E.G.) dilué dans de l'alcool, on remplacerait l'eau par un produit capable de polymériser le bois, c'est-à-dire, en somme, de le plastifier. Hélas, dès qu'on l'a

un peu asséché, le « Wasa » s'est déformé selon le schéma expliqué plus haut ; ses cellules déformées absorbent mal le P.E.G., dont il faut l'arroser tous les soirs, parce qu'elles ne se regonflent pas. On a donc décidé de lyophiliser



La gigantesque chambre de lyophilisation réalisée pour la conservation de l'épave de Marseille

ser l'épave, comme du vulgaire café en poudre. C'est théoriquement simple : on commence par congeler à  $-40^{\circ}\text{C}$  ; les substances traitées se solidifient ; ensuite, on soumet au vide à  $-30^{\circ}\text{C}$  ; la glace s'évapore ; au bout de 10 jours, les molécules d'eau, aspirées par le vide, vont se fixer sur un piège froid, le « condenseur ». On baisse progressivement la température en plaçant l'objet dans une atmosphère inerte, azote ou argon, à l'abri de l'humidité et de l'oxygène, dans une cuve étanche munie de deux robinets, l'un faisant entrer de l'azote, l'autre, sortir de l'oxygène.

L'idée, inspirée d'expériences de Geneviève Meurgues au Muséum, a été réalisée avec l'aide de Jacques Amoignon et Philippe Larat. Le plus remarquable est l'immense cage de verre étanche, placée sur une semelle de béton et polyester, dans laquelle on a installé l'épave. L'expérience a commencé en novembre 1979 ; il faudra bien jusqu'à décembre 1980 pour que le bateau ait perdu ses 12 t d'eau et qu'il se trouve enfin au sec. Le million de francs que coûte l'opération a été pris en charge par Usifroid, filiale de l'Air Liquide.

L'hiver prochain, les visiteurs pourront aller murmurer devant les bois — passablement râpés — « O combien de marins, combien de capitaines... ».

## TOXICOLOGIE & PSYCHIATRIE

### DROGUES, MÈRES DE MALADIES MENTALES

Un certain nombre de plaidoyers, émanant souvent de personnalités respectées, sont publiés de ci, de là, en faveur d'une libéralisation de la loi sur les stupéfiants. Ces plaidoyers sont le plus souvent basés sur des considérations philosophiques, politiques et culturelles dont le thème est cependant unique : résistance à « la dépression ».

Or, une série d'études réalisées à partir de 1972 sur 51 vétérans militaires américains qui s'adonnaient à des toxicomanies diverses, vient rappeler, à propos, que la raison de la réserve persistante à l'égard des drogues est d'abord de nature médicale. Réalisée par les Drs Thomas McLellan, George E. Woody et Charles O'Brien, au Coatesville Veterans Administration, et publiée dans le Journal of American Medical Association du 13 décembre dernier, cette série est sans ambiguïté. Quelles que soient les drogues utilisées, barbituriques, benzodiazépines, hypnotiques sédatifs, hallucinogènes, amphétamines, gaz, héroïne, méthadone, opiacés synthétiques ou marijuana, il est indéniable que les drogues modifient le psychisme. En effet, de 1972 à 1978, on a enregistré une évolution de 13 sur 51 vétérans vers la psychose et la dépression (5 psychoses et 8 dé-

pressions).

Le détail des tests est particulièrement intéressant. Ce sont les déprimeurs qui ont accusé la nocivité la plus marquée ; ils sont suivis de près par les psychostimulants (amphétamines), créateurs de symptômes schizophréniques et de manies. Ce sont les opiacés qui, à la surprise des médecins, ont provoqué le moins de dégâts psychiques. Les médecins notent, d'ailleurs, que les opiacés ont pu être parfois utilisés comme anti-psychotiques. Ce qui ne veut pas dire que les opiacés soient inoffensifs et encore moins bénéfiques, car les tests indiquent qu'ils favorisent, entre autres détériorations, l'hypocondrie et la paranoïa.

Précisons que la marijuana et l'alcool étaient les seules drogues consommées par l'ensemble des sujets. Les autres consommaient telle drogue « dure » ou telle autre.

## LA TEMPÊTE AUTOUR DE JACQUES LACAN

Tout au long du mois de janvier, c'est par pages entières que la presse française — et même étrangère — a consacré de l'espace à l'« affaire Lacan ». Affaire suscitée par la décision de dissoudre l'École freudienne de Paris que Lacan, son président, prit en vertu de son autorité et en raison du fait que cette école aurait compté du monde dont l'illustre théoricien de la psychanalyse n'avait pas besoin, dit-il.

Gageons que bien peu parmi les lecteurs de cette presse auront été en mesure de juger du fond de l'affaire, de l'importance qu'elle revêtait et de l'intérêt de ses péripéties. Aussi croyons-nous utile de préciser ici l'essentiel de l'incident, et surtout son arrière-plan.

Né en 1902, Jacques Lacan, psychanalyste depuis 1931, se signala dès 1952 à l'attention du public par son conflit avec la Société française de psychanalyse. Ce conflit fut assez aigu pour que l'Association internationale de psychanalyse, fondée par Freud lui-même en 1912, décidât d'exclure l'analyste. L'année suivante, celui-ci fonda néanmoins l'École freudienne de Paris. C'est là, à travers des conférences qui remplirent le grand amphithéâtre de l'hôpital Sainte-Anne — où il avait professé — à travers des publications telles qu'« Écrits » et aussi à travers sa revue « Scilicet », que Lacan diffusa ses théories.

Un langage exceptionnellement ambigu, abstrus, jargonneur-jargonnant, ne permet de se faire qu'une idée approximative de la principale théorie de Lacan, celle du « stade du miroir ». Pendant les premiers mois de sa vie, l'enfant est surtout lié à sa mère, dans laquelle il se reconnaît comme l'on se reconnaît dans un miroir — c'est le « stade du miroir ». Apparaît alors l'image du père, qui occulte celle de la mère et qui oblige l'enfant à un conflit avec le « gêneur ». Ce conflit, bénéfique, contraint l'enfant à se différencier du reflet du monde qu'il avait jusqu'alors contemplé au « stade du miroir » ; il scelle l'avenir de sa personnalité. S'il n'y a pas de conflit, l'absence de différenciation entraîne des troubles psychotiques, dont un délire destiné à compenser les conflits ultérieurs vécus avec le monde extérieur. Ces conflits sont pénibles pour le sujet. En effet, sa personnalité n'ayant pas été structurée à la faveur du conflit primordial, et se fondant

trop bien avec les diverses situations affrontées, finira par s'émietter. Cet émiettement, appelé aussi dédoublement, est plus connu sous le nom savant de schizophrénie.

Dans le cas contraire, celui où le conflit a été très fortement vécu, la personnalité triomphatrice aura tendance à structurer le monde à l'excès, toujours en centrant ses interprétations sur soi-même. Cette autre extrême est le délire logique, plus connu également sous son nom savant de paranoïa.

Cette théorie, apparemment séduisante et qui comporte sans doute des approches utiles de la maladie mentale, appelle cependant des réserves : la neurologie a depuis longtemps démontré que la schizophrénie se caractérise par des anomalies métaboliques. On a pu même, en administrant de l'urine de schizophrènes à des animaux, déclencher en eux des crises de schizophrénie expérimentale. On a même pu désorganiser ainsi la technique grâce à laquelle les araignées tissent leurs toiles. Il resterait donc à démontrer que c'est la schizophrénie qui déclenche ces troubles métaboliques et non l'inverse, ce qui est loin d'être fait. Il restera également à expliquer par quel phénomène les schizophrènes vrais sont immunisés contre le cancer, puisque l'on ne connaît pas de cas de schizophrènes cancéreux. Enfin, il restera également à prouver que, dans les cas des enfants autistiques, c'est bien la prolongation anormale du stade du miroir qui serait cause de l'autisme. Ni Bettelheim, ni Lacan et ni les lacaniens n'ont encore réussi cette démonstration-là non plus. A cet égard, Lacan n'échappe pas au travers de l'ensemble de la psychanalyse, qui est de ne vouloir considérer les phénomènes psychologiques que du pur point de vue psychanalytique, sans jamais tenir compte de faits neurologiques avérés.

Une autre théorie de Lacan est que le « langage est structuré

comme l'inconscient ». C'est-à-dire que le langage aurait des structures illogiques. Ce postulat a conduit Lacan dans le groupe des structuralistes, puis il l'a mené à tenter d'établir les schémas essentiels qui régiraient les structures du langage et de l'inconscient. « Écrits », le livre le plus épais de Lacan à tous les sens du mot, comporte quelques dizaines de pages — peu laconiques — sur cette recherche de la formule structurale langage-inconscient.

Cette autre théorie est encore moins convaincante que la précédente. En effet, l'obstination freudienne à vouloir considérer l'inconscient comme la caverne où le langage se replierait en désordre pour mener une vie à part, ne tient pas compte non plus de faits expérimentaux. Les travaux de neurologie actuels indiquent bien que la vigilance, logique exercée par le cerveau à l'égard du langage n'est pas moins instinctive que le manque de vigilance qui caractérise le délire. Bien d'autres travaux de neurologie indiquent que l'illogisme du langage exprimé en dehors de l'emprise du conscient est bien plus explicable par le caractère aléatoire des connections entre neurones que par une quelconque « structure inconsciente ».

Quant aux péripéties de l'affaire Lacan, elles tiennent à une rébellion de disciples. Depuis quelques années, les débats menés par le maître et nombre de lacaniens semblaient dans une logorrhée opaque dont l'examen eut exigé, aux yeux de certains, consultation psychiatrique. On pouvait même y déceler des troubles du langage. Quel que soit notre désir d'illustrer nos critiques par des citations, nous y résisterons. Nous ferons grâce aux lecteurs des subtilités exténuées par lesquelles l'École freudienne de Paris entend, par exemple, différencier le concept du « phallus » de celui du « pénis », entre autres gâtés de cet escadron. Toujours est-il, à cet égard, que les fidèles du maître

tre commençaient à pécher par une préférence excessive accordée au discours sur la pratique et par une misogynie de mauvais aloi. Témoin cette phrase du gendre de Lacan, Miller : « Les femmes sont les meilleures analystes — les pires à l'occasion. C'est à la condition de ne point s'étourdir d'une nature anti-phallique dont il n'y a pas trace dans l'inconscient qu'elles peuvent entendre ce qui de cet inconscient ne tient pas à se dire. » (Texte limpide en regard de quelques autres).

Toujours est-il que certaines analystes eurent les oreilles chauffées par les élaborations lacaniennes sur le thème de la « mère phallique », cependant que d'autres se dirent que la psychanalyse doit après tout servir à traiter des malades. Les uns et les autres apparurent aux yeux du maître comme des dissidents ; ils lui inspirèrent même ce jugement aimable : « Je n'ai plus d'École, j'ai un tas ». D'où la décision de dissoudre.

On s'étonnera d'autant plus du bruit mené autour d'une décision de balayer ce tas, fut-elle prise par un génie de la poussière. Tout cela évoque assez la description que fait Swift de l'île volante de Laputa dans les voyages de Gulliver, où des archontes disputaient sans fin sur des broutilles.

## MEDECINE

### SÉLÉNIUM ET MALADIE DES LÉGIONNAIRES

Il s'en faut que les médecins aient abandonné leurs recherches sur cette mystérieuse et redoutable forme de pneumonie découverte il y a plus de deux ans, la Maladie des Légionnaires, due à un bacille inconnu appelé *Legionella pneumophila*. Deux médecins de l'université d'Etat de New York viennent de constater que le sang des victimes présente une teneur anormalement basse de sélénium, métal rare qui se trouve dans l'organisme en doses infimes, et auquel on attribue un rôle dans la potentialisation de la vitamine E.

On soupçonne que le sélénium serait utilisé par la *Legionella pneumophila* pour sa prolifération.

## PHYSIQUE-CHIMIE

### L'INCONNUE DES PHÉNOMÈNES D'INTERFACES

Jusqu'il y a très peu de temps, la chimie et la physique de surfaces constituaient l'un des domaines les plus négligés. L'on ignorait à peu près tout des mécanismes par lesquels se produisent des échanges entre deux surfaces organiques ou inertes, ou l'absence d'un catalyseur, bien entendu.

L'on constate actuellement que le nombre de publications sur la recherche fondamentale dans ce domaine commence à croître, que ce soit en Europe, en Asie ou aux États-Unis. Il semble, en effet, de plus en plus difficile de rendre parfaitement compte de phénomènes biologiques tels que les phénomènes d'immunité et la division des cellules (mitose) sans faire intervenir la physique des particules. Seule celle-ci peut expliquer les transferts d'énergie qui déclenchent à la surface des cellules des transformations et se propagent jusqu'au noyau pour y déclencher la mitose ou bien des réactions de défense contre, par exemple, un envahisseur.

L'on estime ainsi que ce serait la réception de signaux électriques par la membrane cellulaire qui donne au cytoplasme le « signal » de la mitose. L'on approfondit aussi actuellement les mécanismes par lesquels les microtubules de la membrane cellulaire, ces appendices creux qui se terminent juste à la surface de la membrane et dont la fonction est encore mal connue, captent et transmettent de l'énergie qu'ils dirigent ensuite vers le cytoplasme pour déclencher la mobilité de la cellule et ses réactions à des envahisseurs. Et l'on s'efforce actuellement de comprendre dans quelle mesure la constante diélectrique de la membrane facilite ou freine la pénétration d'ions extérieurs, tels que les ions calcium (qui, eux, dissolvent les microtubules, par exemple). Dans tous ces phénomènes et dans bien d'autres encore, les chercheurs recourent de plus en plus aux théories d'échanges de particules, électrons et protons, pour comprendre les phénomènes dits biologiques. L'intérêt de leurs découvertes dans ce domaine embrasse aussi bien l'industrie pharmaceutique que la cancérologie et l'industrie bactérienne.

En physique, la recherche porte particulièrement sur la manière

dont les atomes s'attachent à des surfaces ; un mot nouveau a été forgé pour cela, c'est le « chemisorption ». L'on s'intéresse également aux phénomènes électriques qui impliquent, pour les métaux, un isolement électrique élevé à l'aide d'une seule couche moléculaire en surface, organisée selon une structure cristalline. Les applications nouvelles que permettrait une compréhension fondamentale des phénomènes superficiels, dont nous n'avons jusqu'ici donné que quelques exemples, toucheraient aussi bien à la catalyse qu'aux semi-conducteurs, aux adhésifs, à la photochimie — et en particulier à la photo — aux revêtements de surface, à la lubrification, etc.

Le très bref aperçu que nous avons donné ici s'inspire, pour la biologie, des travaux de Richard Berlin et Janet Olivier à la Harvard Medical School et au Health Center of the University of Connecticut, de Stefano de Petris de l'Institut d'Immunologie de Bâle, de Gerald Edelman et d'Ichiro Yahara, de l'Université Rockefeller. Pour la physique, de la série d'articles de Denis Newns, de l'Imperial College de Londres. Rappelons que la petite énigme que MM. Orłowski et Copin avaient posé à la sagacité de nos lecteurs (*S. & V.* n° 740) ne nous a valu aucune réponse explicative.

Elle mettait, justement, en jeu des phénomènes d'interfaces et, apparemment, une modification de la conductivité superficielle d'une boule de métal. C'est-à-dire qu'elle faisait appel à un savoir fondamental encore à établir.

●● *Deuxième restauration du Grand Sphinx d'Égypte entreprise par une équipe d'archéologues américano-égyptienne. La première avait été entreprise il y a 3 400 ans par le pharaon Thoutmosis IV. Motif, la tête du monstre pourrait s'effondrer.*

## MINOS, USINE SPATIALE FRANÇAISE

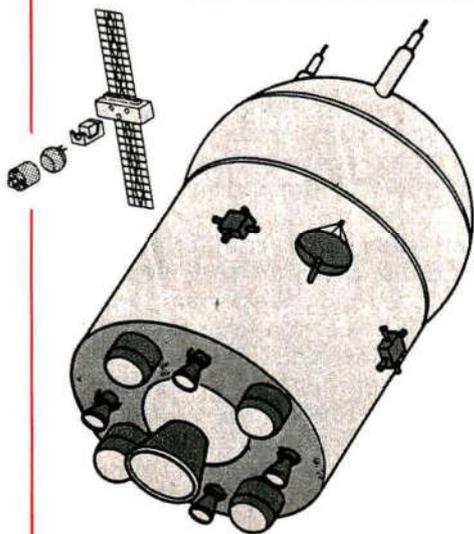
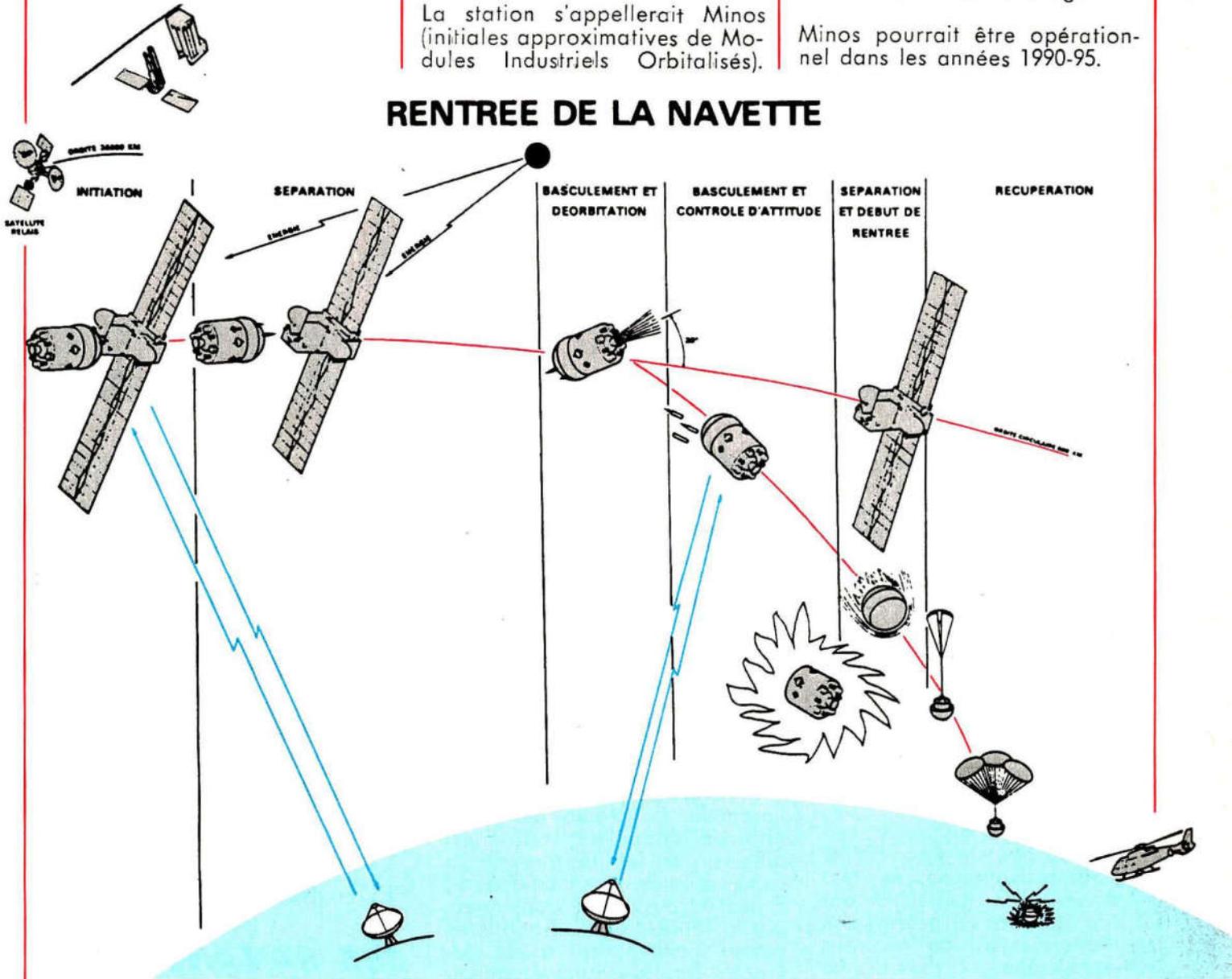
Au terme de six mois d'études, la division Systèmes balistiques et spatiaux de l'Aérospatiale a présenté un projet demandé par le Centre National d'Études Spatiales (C.N.E.S.), pour la réalisation d'une station automatique de production industrielle de matériaux dans l'espace.

La station s'appellerait Minos (initiales approximatives de Modules Industriels Orbitalisés).

raient réintégrés dans la partie « corps de rentrée » de la navette ; celle-ci, décrochée du satellite, basculerait pour entamer sa rentrée ; elle serait séparée de la navette elle-même avant la rentrée elle-même. Le corps de rentrée descendrait en parachutes pour être récupéré théoriquement en Guyane ou dans le Golfe de Gascogne.

Minos pourrait être opérationnel dans les années 1990-95.

### RENTREE DE LA NAVETTE



Ce serait, en gros, un four volant où les minerais, apportés en barres depuis la Terre, seraient fondus et traités par des systèmes automatiques. L'intérêt est que, réalisé en apesanteur, le produit serait plus homogène et que les alliages seraient d'une pureté inconnue des métallurgistes « terrestres ».

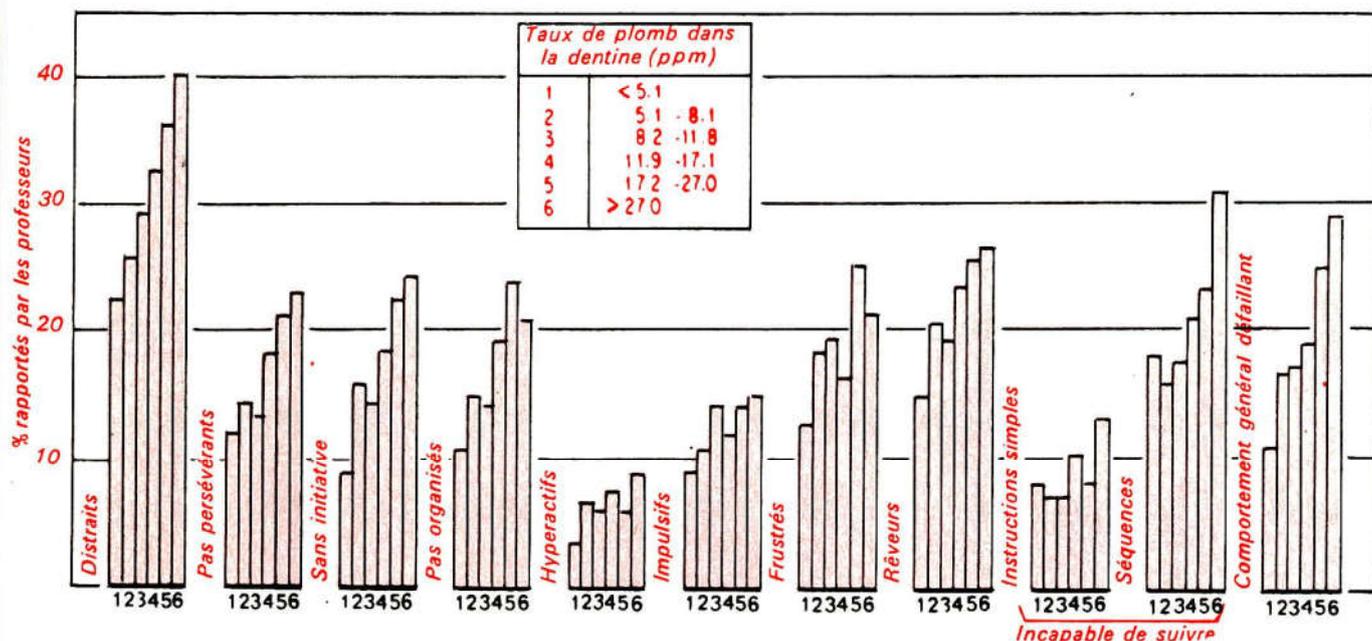
Minos traiterait plusieurs tonnes de matériaux par an ; les cycles de traitement dureraient une dizaine d'heures ; la puissance nécessaire serait, pendant l'activité, de 2 à 10 kW. Après traitement, les matériaux se-

Ci-dessus, la récupération de Minos (qu'on voit à gauche)

●● **Les placebos ne sont pas inactifs :** selon des chercheurs américains (Levine, Gordon et Fields, de l'UCSF) ils agissent sur le cerveau par suggestion et stimulent la production d'endorphines, par exemple.

●● **Première clinique de « conception extra-corporelle »** prévue pour le courant de mars 80 à l'Eastern Virginia Medical School de Norfolk, E.U... On y appliquera les méthodes de Steptoe et Edwards qui aboutirent à la naissance de Louise.

## LE PLOMB ET L'INTELLIGENCE



Les parents et professeurs qui constateraient que des enfants, apparemment intelligents, sont distraits, incapables de suivre des séquences de raisonnements et inconséquents, feraient bien, au lieu de les réprimander, de faire vérifier que ces enfants ne sont pas victimes d'intoxication par le plomb, ou saturnisme. Le même conseil s'adresse d'ailleurs à toute personne qui constaterait chez elle-même ou chez les autres une baisse de l'attention. En effet, les conséquences du saturnisme ne sont pas spectaculaires ; elles peuvent être si discrètes qu'elles passent pour des défaillances de caractère.

Telle est la conclusion d'une enquête menée par un groupe de médecins sur 2146 enfants d'âge scolaire dans deux localités de l'Etat du Massachusetts.

La méthode d'analyse est originale : au lieu de s'en référer aux analyses sanguines, souvent imprécises, ces médecins ont fait recueillir par les professeurs les dents de lait de tous les enfants examinés. Il s'est trouvé que 100 de ces enfants présentaient des taux dentaires élevés en plomb et que 58 présentaient des taux très élevés.

Les chercheurs ont ensuite éliminé 39 facteurs qui auraient pu expliquer d'une manière ou d'une autre les défaillances intellectuelles des 158 enfants en question, afin de bien vérifier que c'était le saturnisme, et non une autre cause, qui expliquait ces défaillances.

Le résultat de leur enquête est le plus clairement lisible sur les graphiques proportionnels ci-dessus.

Le saturnisme n'intéresse pas que les écoliers du Massachusetts : il touche l'ensemble de la population du monde, du monde industriel tout particulièrement. Le plomb peut être absorbé dans l'air, où il est diffusé par les résidus de la combustion de l'essence d'auto ; il peut être absorbé dans l'eau, par la fuite de canalisations en plomb, comme cela a été démontré par une autre étude récente de médecins britanniques. Enfin, certaines faïences émaillées et certains verres au plomb peuvent, par exemple sous l'effet du vinaigre, libérer des particules de plomb. La toxicité du plomb s'exerce sélectivement sur la moelle osseuse et le système nerveux.

Le dosage du plomb dans l'organisme se fait à partir d'échantillons de sang. L'ennui est que les taux relevés peuvent varier de manière déroutante, c'est pourquoi les médecins cités plus haut ont préféré recueillir les dents de lait des enfants

examinés. Les taux de plomb dans la dentine sont, en effet, bien plus stables étant donné que la plus grande partie du plomb absorbé est stockée dans le squelette et dans la moelle osseuse ; le sang, lui, contient 50 fois moins de plomb que celle-ci. C'est-à-dire qu'il faut multiplier par autant toute part de plomb trouvée dans le sang... Mais si l'on n'a pas de dent à offrir à l'examen, un échantillon de sang fait quand même l'affaire !

### SECTIONS FLOUES

## LES SAVANTS ET LA TÉLÉPATHIE

Un sondage publié par la revue américaine « Zetetic scholar » (peu suspecte de sympathie pour le paranormal) indique 16 % de la communauté scientifique américaine tient la télépathie pour un fait, cependant que 50 % l'estiment vraisemblable. Le sondage a porté sur 2100 savants ; le taux de réponses était de 45 %. Le taux de savants favorables à la télépathie est le plus bas parmi les spécialistes de sciences naturelles et les sociologues.

## POUR CHOISIR LE SEXE DE VOTRE ENFANT: PARTICIPEZ A UNE ENQUÊTE

Après une épidémie de rougeole il naît jusqu'à dix fois plus de garçons que de filles. D'autres virus provoquent, au contraire, davantage de naissances féminines que masculines. C'est ce qu'a démontré après étude sur le terrain au Sénégal, et dans d'autres pays africains, André Langaney, sous-directeur du Musée de l'Homme, travaux dont Science et Vie a eu la primeur dans son dernier numéro. Pour savoir si ses observations peuvent être généralisées et en déduire une méthode permettant éventuellement de choisir le sexe de son enfant, André Langaney mène l'enquête en France. Pour l'aider, nos lecteurs sont invités à répondre au questionnaire suivant :

1. L'un ou l'autre de vos enfants a-t-il eu la rougeole ? Dans ce cas, indiquez son prénom, sa date de naissance, la date de la rougeole.
2. Si vous avez eu des enfants dans les cinq ans qui ont suivi cette rougeole, voulez-vous nous indiquer leurs prénoms, leurs dates de naissance, et surtout leur sexe.
3. Si vous vous souvenez avoir eu vous-même (père ou mère) la rougeole, pouvez-vous nous en donner la date, même approximative.

4. Ce questionnaire, purement scientifique, restera anonyme. Mais les chercheurs peuvent avoir à vous demander des informations complémentaires. Ils souhaitent donc connaître votre identité, votre adresse, votre numéro de téléphone. Ainsi que ceux de votre médecin traitant. Merci.

Les résultats de cette enquête vous seront donnés dans le magazine scientifique de TF 1 « Clés pour demain » proposé par Robert Clarke et Nicolas Skrotsky le 4 mars prochain.

Les réponses  
sont à envoyer à l'adresse suivante :  
**Enquête rougeole. Musée de l'Homme.**  
place du Trocadéro - 75116 Paris

### MEDECINE

## UNE NOUVELLE ARME CONTRE LA BILHARZIOSE

La bilharziose est l'une des principales maladies tropicales et subtropicales. Elle sévit dans 71 pays et quelque 300 millions de personnes en sont atteintes. Qui pis est, elle gagne depuis plusieurs années de nouvelles régions et elle prend des formes de plus en plus graves. Aussi saluons-nous avec enthousiasme la découverte par Bayer, la grande firme allemande, d'un produit qui interrompt le cycle biologique de cette maladie.

A vrai dire, il en est trois, d'agents ou schistosomes : le **S. japonicum**, exclusivement asiatique, le **S. haematobium**, qui sévit en Méditerranée Orientale et dans une grande partie de l'Afrique, et le **S. Mansoni**, qui sévit dans les Amériques centrale et du sud. La bilharziose à **S. japonicum** atteint surtout le foie, parfois les poumons, et évolue rapidement vers l'anémie. La forme à **S. haematobium** atteint de préférence le système génito-urinaire et provoque de l'hématurie ; dans les premiers

temps, elle passe souvent inaperçue. La bilharziose à **S. mansoni** est essentiellement intestinale (diarrhées), mais atteint aussi le foie. Toutes les bilharzioses évoluent vers la toxémie. Cette parasitose est causée par un ver, dont la vie suit le cycle suivant : les œufs, évacués dans les selles et les urines des malades, contaminent les eaux douces ; ils y donnent naissance à des larves qui, en 24 heures au plus, vont parasiter un petit mollusque d'eau douce. Là, ces larves se multiplient et repar-

tent dans l'eau sous forme de vers, les cercaires, qui pénètrent dans le corps humain par l'orifice anal ou génital. Les cercaires vivent 5 ans, pendant des milliers d'œufs par jour.

La parasitose ne se limite pas aux dégâts graves déjà signalés : la forme génito-urinaire peut entraîner le cancer de la vessie, la forme pulmonaire peut provoquer des complications cardiaques. Non traitée, la bilharziose est mortelle dans les  $\frac{3}{4}$  des cas.

Le traitement est difficile, en raison de la toxicité des produits les plus efficaces et les vraies guérisons se limitent à 30 % des cas. Les récurrences sont fréquentes. Le nouveau médicament Bayer, la biltricide, tue le cercaire dès qu'il a contaminé l'homme. Il n'entraîne pas d'effets secondaires.

Si l'on associait des mesures d'hygiène convenables au nouveau traitement, la bilharziose pourrait être vaincue en quelques années. L'une des meilleures méthodes consisterait à ensemercer tous les cours d'eau avec une herbe qui pousse facilement et qui est toxique pour les escargots porteurs de larves ; c'est la Damassissa.

### AGRICULTURE

## PASTÈQUES CARRÉES

On connaissait les poules sans plumes et les tomates cubiques. Voici qu'un horticulteur japonais, Tomyuki Ono, vient de faire pousser des pastèques carrées. Pour l'instant il tient sa méthode secrète. Les premiers fruits du genre ont fait leur apparition, il y a peu de temps, dans l'un des plus importants supermarchés de Tokyo. Ces pastèques cubiques se sont vendues « comme des petits pains ». Selon un responsable du grand magasin, certains clients les achetaient plutôt comme curiosité ou comme cadeaux. L'avantage de ces fruits aux formes géométriques est qu'ils sont faciles à transporter et à entreposer et tiennent moins de place dans les réfrigérateurs ou dans les chambres froides... Leur inconvénient : leur prix. A Tokyo, une pastèque ovale de 5 kg coûte environ 40 F ; un fruit équivalent de 18 cm de côté coûte 88 F. Au Japon, la forme se paie...

# La France, pionnière de la TV spatiale

*Un mur de silence épais ne nous a pas empêchés d'obtenir l'essentiel des informations sur un projet de première grandeur : celui du lancement par la France, en 1984 ou 85 d'un satellite de télévision, le premier d'une nuée de 150 qui, en l'an 2000, orbiteront autour de la Terre. C'est pour la France une mine d'or céleste en perspective. Pour tous les pays qui adopteront la télé spatiale, c'est une arme politique et culturelle de première grandeur. Pour toute la planète, c'est un formidable changement technologique et culturel dont voici le détail.*

■ D'ici 1990, la télévision aura décollé du sol. Elle sera spatiale, grâce à un satellite, TDF 1, qui sera lancé par Ariane. Ce ne sera pas un banal relais céleste, comme il en existe déjà tant et qui nécessitent de lourdes installations terrestres pour réamplifier leurs émissions, mais un satellite de télédiffusion directe qui fera pleuvoir ses émissions sur la terre sans nul intermédiaire. Pour l'occasion, le public bénéficiera de la création d'une quatrième chaîne. L'orgueil national sera un peu titillé de ci, un peu mortifié de là : la France sera peut-être le premier pays du monde à avoir une « TV spatiale », mais elle ne l'aura en partie que grâce à l'Allemagne Fédérale. En effet, TDF 1 coûte trop cher pour nos deniers et ne sera lancé que dans le cadre de la coopération franco-allemande. C'était l'objet de la 32<sup>e</sup> rencontre au sommet entre le chancelier Helmut Schmidt et le président Giscard d'Estaing.

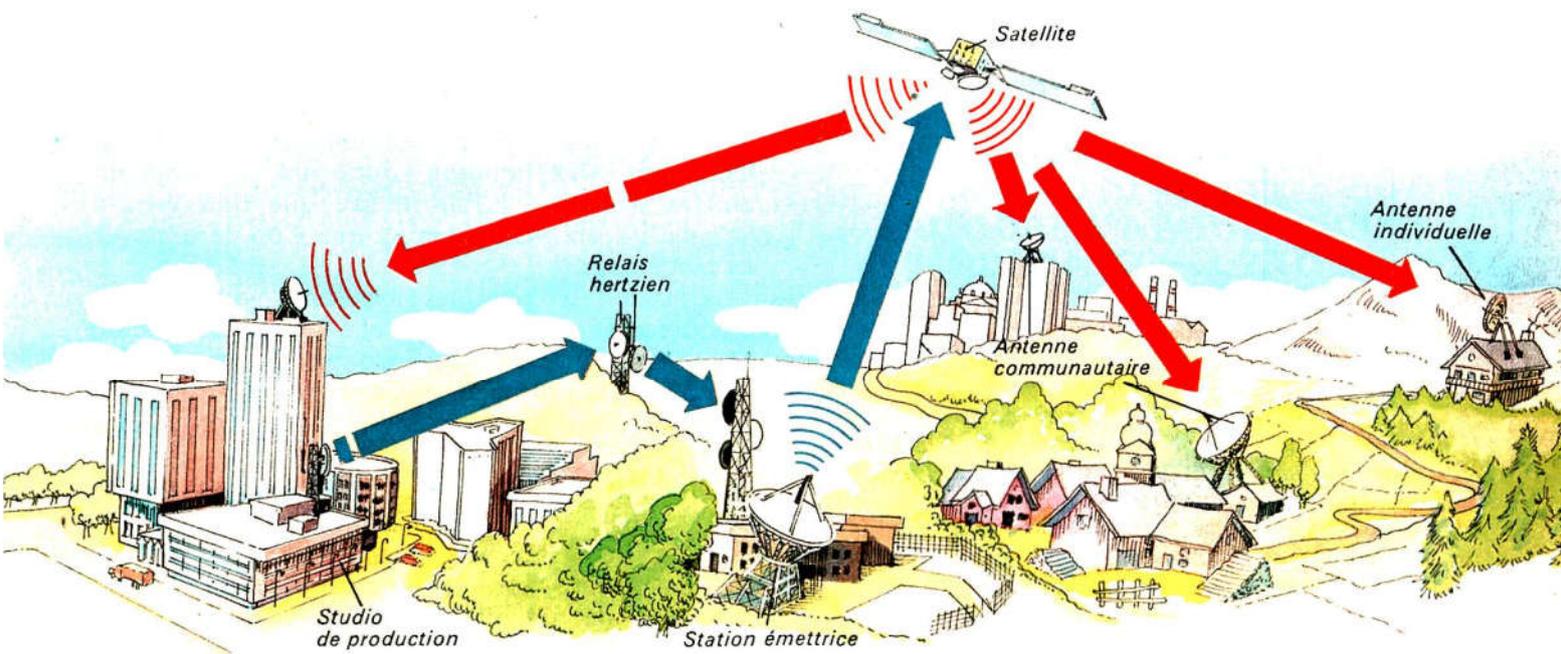
Deux satellites, le français TDF 1 et un allemand, TV Sat, seront lancés vers 1983, plus vraisemblablement 84 ou 85 ; ils sont déjà dits « pré-opérationnels ». Chaque satellite contiendra le matériel nécessaire pour émettre trois programmes. En ce qui concerne les Français, cela représente donc bien un programme de plus, puisque FR 3, elle, restera au sol, en raison de sa vocation régionale.

Quel est l'intérêt de cette « spatialisation » ? C'est, d'abord, de mieux arroser la France. Tous les Français ne sont pas égaux devant leurs postes : il existe encore en France quelque

3 250 zones d'ombre, par exemple les vallées encaissées, où les faisceaux hertziens ne parviennent pas. Pour combler ces trous, il manque 3 250 réémetteurs. Or, si l'on veut mener l'opération à bon train, il faudrait installer 700 relais par an ; mais même dans ces conditions idéales, il faudrait encore 5 ans pour que la France soit complètement équipée. C'est un peu long. Par ailleurs, c'est à la fois coûteux et aléatoire. Coûteux, parce que l'entretien et l'amortissement d'un réseau complété (déjà 52 000 km de voies hertziennes et 5 300 réémetteurs) imposerait une dépense de 230 millions de francs par an (23 milliards de centimes). C'est beaucoup plus cher que ce que coûterait l'entretien de 2 canaux de satellite pendant 20 ans : entre 60 et 80 millions, selon le Haut Conseil de l'Audiovisuel.

Par ailleurs, c'est aléatoire, parce qu'un réseau terrestre est vulnérable. Le premier plastique venu peut faire sauter un pylône, et le rétablissement de celui-ci est long et, encore une fois coûteux.

Ensuite, la télévision spatiale permet de mieux résoudre le casse-tête des fréquences ; le spectre de celles-ci est actuellement saturé. Le Plan de Stockholm qui, en 1961, partagea le gâteau de l'espace hertzien, n'accordait à chaque pays que 3 à 4 chaînes. Or, si l'on veut appliquer en France de nouvelles techniques de transmission d'informations, type télétexte, comme Antiope ou Télétel, ce n'est pas possible : TF 1, Antenne 2 et FR 3 utilisent déjà 3 réseaux



### AVEC TDF 1 PLUS BESOIN DE RELAIS AU SOL

Les programmes de télévision provenant du studio (flèches bleues) sont acheminés par relais jusqu'à la grosse antenne de la station d'émission qui les retransmet vers le satellite. Grâce à la puissance de son émetteur de bord, ce dernier les renvoie vers le sol (flèches rouges) où ils sont captés directement par des petites antennes individuelles branchées sur les téléviseurs. Cette méthode permet, pour la réémission des programmes vers le sol, de s'affranchir des lourdes stations de réception du style Pleumeur Bodou et des réseaux de relais de télévision utilisés actuellement en raison de la faible puissance des signaux émis par les satellites actuels. Lorsque dans les années 90 de nombreux satellites de télédiffusion français et étrangers seront dans le ciel, chacun pourra capter directement une multitude de programmes.

couleurs et TF 1 continue à utiliser le noir et blanc. Il y avait bien une parade : passer aux ondes centimétriques (on utilise actuellement des ondes décimétriques, après avoir utilisé les métriques). Ces ondes, de la bande 12 Gigahertz, auraient permis de multiplier les canaux. Hélas, plus les ondes sont courtes, moins facilement elles passent ; il aurait donc fallu multiplier encore émetteurs et relais, donc dépenser encore plus d'argent. La télévision spatiale arrive à point pour décongestionner un peu notre espace.

L'intérêt de la spatialisation est donc évident. Il devient encore plus évident quand on observe le fond de l'affaire. Là, l'agrément du téléspectateur français passe à l'arrière-plan. L'envoi de TDF 1 dans l'espace est comparable au « coup » du premier Spoutnik : c'est une formidable opération commerciale et... de prestige ; c'est un mât de Cocagne à 35 785 km en orbite géostationnaire (1). Certes, TDF 1 sera commode pour les Français, mais il va l'être infiniment plus pour bien des pays. Pour tous les pays dont la géographie, montagnes infranchissables, déserts,

jungles, archipels, interdisait l'installation d'un vrai réseau terrestre. Avec la télé spatiale, l'Indonésie et les Philippines, par exemple, pourront arroser leurs milliers d'îles. Déjà, certains pays africains sont fascinés par la possibilité d'émettre à destination de pays voisins, à des fins politiques. A qui vont s'adresser les clients à venir ? A ceux qui les premiers auront réussi l'opération : à la France.

On imagine sans peine le marché à l'exportation dont TDF 1 sera le démarcheur ! On imagine aussi les débouchés énormes pour les industries de pointe ! On imagine encore les lancements en perspective pour Ariane ! On comprend les efforts concentrés sur cette lanceuse, décidément digne du nom.

Et les bénéficiaires : la France doit encaisser 62 % du prix de chaque lancement ; celui-ci

(1) C'est une orbite unique, au-dessus de l'Equateur où la vitesse angulaire de rotation d'un satellite est la même que celle de la surface terrestre. Comme la rotation du satellite s'effectue à la même vitesse que celle de la Terre (23 h 56 mn 4 s), il apparaît immobile dans le ciel.

revient, pour le client, à 175 millions ; part de la France : 107 millions. Et cela sera multiplié par dix, par vingt, par cent : le mâle de Cocagne commence à ressembler, là-haut, à un gigantesque puits de pétrole. Trop cher pour les clients ? Infiniment moins cher que l'installation d'un réseau dans de bonnes conditions et que son entretien.

Et puis, c'est un engin d'avenir, de beaucoup plus d'avenir qu'on le pense : d'ici peu de

## **1. LES PROBLÈMES TECHNIQUES QU'IL FAUDRA RÉSOUDRE COTÉ SPECTATEUR**

*Pour recevoir un programme spatial, il n'y aura pas, dans un premier temps, lieu de changer son poste : il suffira de faire installer une antenne parabolique individuelle, de 70 à 90 cm de diamètre, sur une façade ou dans son jardin ou bien, dans le cas des collectivités, une antenne communautaire (de 10 000 à 15 000 F au lieu des 2 000 à 3 000 F pour l'antenne individuelle). On y ajoutera un appareillage électronique, la petite « boîte noire », assurant la compatibilité avec le poste. Seuls seront exclus les postes portatifs, du moins dans un premier temps également. Car on envisage qu'il serait plus tard possible de fabriquer des téléviseurs à « boîte noire » incorporée. De beaux jours en perspective pour les marchands de téléviseurs.*

*Toutefois, pour qu'un pays puisse diffuser à destination d'un autre, il faudra que le téléspectateur soit équipé d'un poste multistandard, capable de recevoir à la fois le PAL et le SECAM.*

*Il faudra également régler des problèmes de polarisation des signaux : certains pays se sont vus attribuer la polarisation circulaire droite, d'autres, la gauche. Pour recevoir des signaux de polarisation inverse, il faudra alors concevoir des systèmes d'éclairage d'antenne à changement de polarisation télécommandée. Il faudra également, toujours pour recevoir des programmes étrangers, dont les satellites n'auront pas la même position orbitale que celle du satellite national, ou bien disposer de plusieurs antennes, ou bien disposer d'un système de pointage d'antenne également télécommandé. Ce sera, par exemple, le cas pour les Français qui voudront recevoir un programme britannique ou espagnol.*

*C'est-à-dire qu'il faudra installer une « quincaillerie » relativement complexe et coûteuse dans le cas où l'on ne voudra recevoir que les programmes nationaux, encore plus complexe et coûteuse quand on voudra recevoir les programmes étrangers. Cet aspect technique et commercial est étroitement lié à la qualité qu'auront les programmes : si ceux-ci ne valent pas vraiment la peine, il est possible qu'une partie du public se détourne de la télévision au profit des magnétoscopes, dont les prix seront alors beaucoup plus accessibles. Dans ce cas, par exemple, FR 3, qui restera une chaîne terrestre, suffira à assurer l'information... □*

temps, les satellites de télécommunications et de radiodiffusion (c'est le terme officiel) seront concentrés dans les mêmes engins. C'est-à-dire, en ce qui concerne la France, que TDF 1 se

trouve à la fois sous les tutelles des P & T et de la télévision (voir encadré n° 3). C'est-à-dire encore que les pays qui ne sont pas encore à l'heure de la télécommunication par satellites pourront faire d'une pierre deux coups.

Certes, la France ne disposera pas toute seule de ce marché miraculeux : nous avons dit plus haut qu'elle s'est assurée la collaboration allemande. Certes encore, la France et l'Allemagne réunies ne vont pas non plus disposer seules du marché : l'un et l'autre pays n'en escomptent que 40 % de 1985 à l'an 2000. Ce n'est déjà pas si mal, car cela représente 30 millions de francs (des francs contemporains) par an. Comment s'expliquerait donc un si fabuleux chiffre d'affaires ? Par le fait que l'on vendra le satellite en même temps que l'on fera payer le lancement.

Ajoutons à cela les bénéfices du marché d'équipement, intérieur et extérieur. Selon M. Defline, chef du groupe Espace à la DIELI (2), le marché du matériel de réception à terre (voir encadré n° 1) représente, lui, 10 milliards par an...

On conçoit le silence jaloux, excessif même, de M. J.-L. Lagardère, directeur d'Europe 1, qui ne veut recevoir aucun journaliste. Car M. Lagardère est aussi président de Matra, fabricant de satellites... Et l'on va, plus loin, comprendre aussi le silence non moins obstiné de M. Yves Cannac, président-directeur général de Havas, laquelle est, par le jeu des participations, actionnaire de la CTL, mieux connue sous le sigle RTL. En effet, nul ne peut encore dire si RTL ne va pas avoir un satellite indépendant (voir encadré n° 3). Car les répercussions politiques de la télévision spatiale n'échappent à personne.

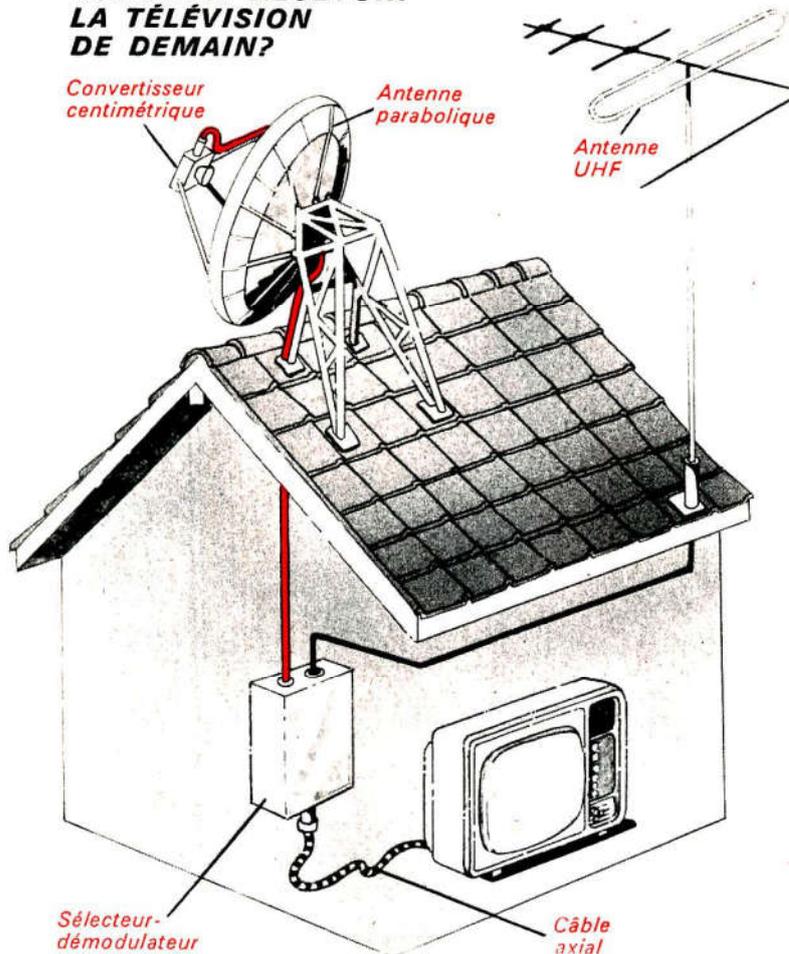
La fable de Perrette et du pot au lait étant bien française, il est possible que les personnalités qui sont au secret de son détail — et qui ont bien peu participé à l'information de cet article, soit dit en passant — veuillent s'éviter le ridicule qui serait la sanction d'un échec. Car échec il y a déjà eu : TDF 1 a eu un précurseur, H-Sat (H comme « Heavy », c'est-à-dire lourd). En 1976, l'Agence Spatiale Européenne avait déjà eu l'idée d'un satellite géostationnaire de radiodiffusion directe ; ce fut un groupe industriel franco-allemand, déjà, qui emporta l'adjudication ouverte par l'ASE. On avait alors monté un projet européen, où la France détenait 27 % des parts et l'Allemagne, 35 %. Tout allait pour le mieux lorsque, crac, au moment de signer l'accord, l'Allemagne fit faux bond : elle ne croyait plus au projet. Les partenaires européens firent pression sur Bonn, la France demanda à l'ASE une version sans capitaux allemands. Puis, rekrac, ce fut la France qui laissa tomber l'aventure : H-Sat était, à son goût, trop expérimental.

Qu'est-ce qui a changé depuis lors ? C'est

(2) Direction des Industries de l'Électronique et de l'Informatique qui dépend du Ministère de l'Industrie.

tout simplement que les satellites de radiodiffusion sont apparus beaucoup moins utopiques et que la France et l'Allemagne avaient décidé d'en lancer, chacune pour son compte. Les Allemands envisagèrent alors de faire lancer leur satellite par la NASA. Puis la NASA eut des déboires avec son projet et annonça un retard de deux ans. Les Français, eux, avaient déjà Ariane ; nécessité fit loi et l'union refit la force. La France et l'Allemagne reprirent le projet

## COMMENT RECEVOIR LA TÉLÉVISION DE DEMAIN?



**A l'extérieur :** l'antenne de réception, simple parabole de métal de moins d'un mètre de diamètre, devra être fixée sur un mur, un toit ou dans un jardin. Orientée vers le satellite dont elle désire capter les signaux, elle sera équipée, à son foyer, d'un changeur de fréquence qui transposera le signal reçu sur une fréquence voisine du gigahertz qui sera envoyé par câble chez le téléspectateur. **A l'intérieur :** un démodulateur transformera l'onde envoyée en modulation de fréquence (qui permet une meilleure qualité malgré la distance de 36 000 km) en modulation d'amplitude pour laquelle sont conçus les téléviseurs actuels. Une antenne classique permettra de recevoir FR 3 qui continuera à être acheminée par voie terrestre. Ultérieurement les téléviseurs seront équipés de façon à ce qu'il n'y ait plus besoin de « boîte noire ». Une antenne individuelle coûtera entre 2 000 et 3 000 francs ; une antenne collective pour un immeuble, 10 000 à 15 000 francs.

abandonné, en choisissant un satellite plus « pratique », TDF 1, justement. Mais enfin, il ne faut pas vendre la peau de l'ours avant de l'avoir tué et une part du rideau de fer qui protège

TDF 1 s'explique sans doute par la crainte de l'échec, l'autre s'expliquant par les problèmes de l'aventure (voir encadrés nos 1, 2 et 3).

Certes, il y a des pays arabes qui se pressent déjà à notre portillon, cependant que la Chine, elle, a consulté l'Allemagne et que la Yougoslavie a consulté l'ASE. Mais la concurrence ne dort pas : le Japon possède, depuis avril 1978 un satellite expérimental de radiodiffusion directe, « Muguet », de son nom technique BSE 1, lancé par l'agence japonaise Nasda avec une fusée Delta. Muguet ne sert pas à l'exploitation publique, mais au développement de matériel ; il fonctionne bien, la réception en est excellente, les signaux de bonne qualité et le matériel de réception à terre très simplifié. M. Gotoh, ingénieur en chef de la télévision japonaise, ne s'avancait sans doute pas trop loin lorsqu'il déclarait il y a quelque temps : « En 1983, nous aurons un satellite de télévision à nous, lancé par une fusée à nous » (3). Les représentants de notre ministère de l'Industrie, qui n'ont pas voulu être cités dans cet article, ne peuvent s'y méprendre : ce n'est pas un client de moins que nous perdons avec le Japon, c'est bien d'autres. Et c'est un peu facile que d'alléguer la faible puissance de « Muguet » (une centaine de watts) pour le reléguer au rang des gadgets.

Un peu échaudés par l'échec de H-Sat, la Grande-Bretagne et l'Italie ont aussi leur projet, au sein de l'Agence Spatiale Européenne, L-Sat (L pour large), qui pourrait être lancé aussi début 84.

Et les Etats-Unis ? On les disait peu friands de télé spatiale. On pourrait le comprendre, étant donnée la richesse de leur réseau à terre, qui est, de plus, doublé par la télé par câble. Pourtant, Comsat, société privée américaine et représentante des Etats-Unis à Intelsat (en quelque sorte l'ONU des télécommunications spatiales), vient de demander qu'on lui attribue des fréquences pour un satellite de télé. Ce n'est pas une manœuvre, car Comsat a bien conclu un accord avec la grande chaîne de magasins américains Sears, Roebuck & Co. (comparable à notre Manufrance). Cette firme se chargerait de la vente des antennes et des adaptateurs qui permettent de recevoir les programmes (voir encadré n° 1). Un système de codage éviterait que les téléspectateurs qui n'auraient pas payé leur redevance (de 15 à 20 \$ par mois) n'accèdent aux émissions. Or, Comsat et Sears, Roebuck & Co. s'appêtent bien à investir 1 milliard dans leur projet. Ce n'est pas cela non plus qui agrandira le marché franco-allemand : le satellite américain ATS 6 a potentiellement entamé une partie du marché de l'Inde, en permettant une réception collective dans 2 500 villages indiens (dans une expérience maintenant terminée). Enfin, les Canadiens ne dorment pas non plus, ils ont fait des expériences avec le satellite CTS, dit Hermès.

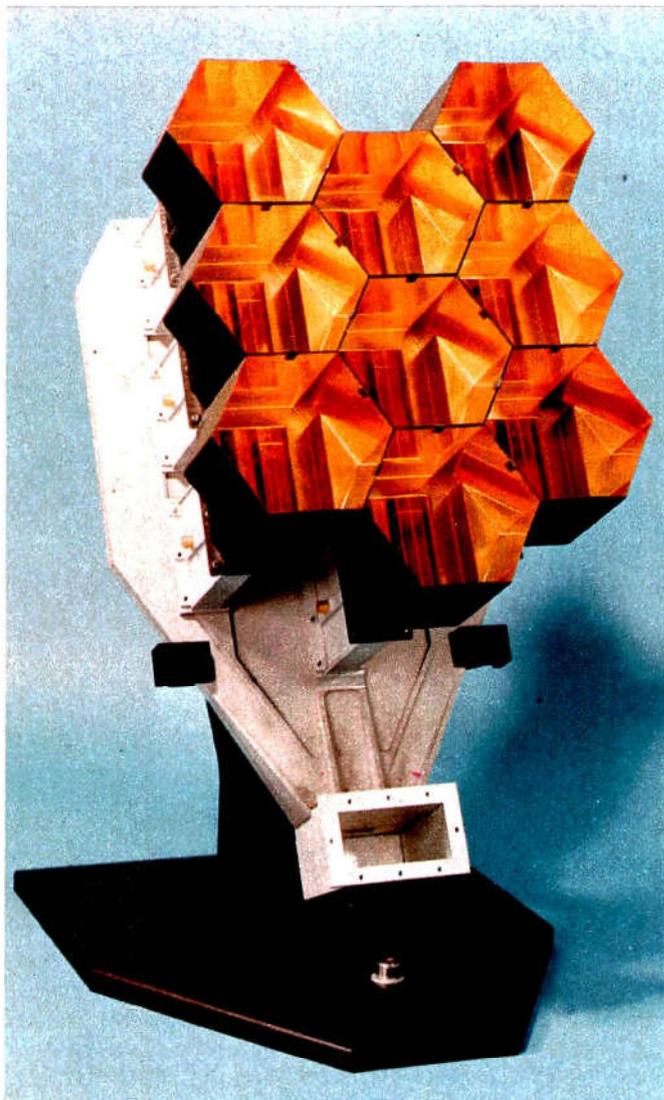
(3) Au Festival international des régies de production, à Nice, le 6 avril 1979.

En bref, ni la France ni l'Allemagne ne sont les seules puissances technologiques au monde capables de vendre du lancement et des satellites. Et il y aurait peut-être lieu de s'informer de la réaction de l'URSS, actuellement trop en retard du point de vue technologique pour nous disputer le marché, mais qui saurait diffi-

état d'apesanteur.

Outre les problèmes technologiques intrinsèques d'un satellite de télévision, qui sont encore loin d'être tous résolus (voir encadré n° 2), il est une question toute simple à laquelle il faut encore trouver une bonne réponse : comment faire pour que ce beau jouet ait un public digne

### ÉMISSION ET RÉCEPTION : TOUT EST DÉJÀ PRÊT



*Sans attendre les décisions du gouvernement, les industriels ont déjà mis au point les prototypes des équipements nécessaires à la télévision directe. La source émettrice du satellite (à droite) aura la forme de petits hexagones de manière à bien « arroser » la France en réduisant les débordements d'émissions sur les pays voisins. Les antennes réceptrices individuelles d'un mètre de diamètre (à gauche) auront une forme parabolique. Verrons-nous éclore sur les toits, les façades et les pelouses de nos villages ces fleurs d'un nouveau genre ? Gageons qu'elles seront vite remplacées par des antennes collectives.*

cilement rester indifférente à la « grande fête de télévision spatiale » qui se prépare pour la fin du siècle. Car, ne l'oublions pas, ce type de télévision comporte des retombées politiques plus qu'appréciables.

Il y a sans doute une autre raison que la modestie au silence de plomb que l'on fait régner sur TDF 1 : ce sont les problèmes technologiques d'exploitation, ainsi que les dilemmes juridiques et même politiques. Ils sont tous étroitement imbriqués et, à les bien considérer, ils finissent par évoquer un plat de spaghettis en

de lui ? Car enfin, l'antenne parabolique individuelle et l'adaptateur qui l'accompagne coûteront quand même de 2 000 à 3 000 F, et, pour que le marché soit rentable, il faudrait que 6 millions de foyers veuillent bien faire cette dépense de 1985 à 1995 ; en l'an 2000, il faudrait que le nombre de foyers équipés soit de 12 à 13 millions. Pourquoi fera-t-on cette dépense, puisque, jusqu'en l'an 2000, l'ancien réseau terrestre sera, ne l'oublions pas, toujours en service ? Pour avoir la 4<sup>e</sup> chaîne ? Mais qu'offrirait-elle donc de plus, cette chaîne-là,

## 2 LES PROBLÈMES TECHNIQUES QU'IL FAUT RÉSOUDRE COTÉ SATELLITE

C'est d'abord un problème d'énergie qui se pose actuellement aux techniciens chargés de mettre au point TDF 1. A la différence des satellites de mondiovision, qui permettaient d'assister, par exemple, à la rencontre Sadate-Begin ou à un match de boxe en Afrique, TDF 1 aura besoin là-haut de beaucoup d'énergie. Les quelque 15 satellites de mondiovision (parmi lesquels Intelsat et Symphonie) ne sont en fait que des stations célestes de télévision semi-directe : ils effectuent une liaison entre deux points à l'aide d'un faisceau très étroit, dirigée vers une station réceptrice (comme celles de Pleumeur-Bodou et de Bercenay-en-Othe), coûteuse et complexe, qui dispose d'une antenne de plusieurs dizaines de mètres de diamètre ; c'est cette station qui réémet vers les téléviseurs privés. La puissance requise pour un satellite de mondiovision n'est que de 20 W. Or, c'est 400 W qu'il faudra à TDF 1, pour chaque canal. Pourquoi tant de puissance ? Pour alimenter les tubes à ondes progressives (TOP), qui représentent la pièce maîtresse de l'émetteur et qui ont besoin d'environ 3 000 V. Or, ce n'est pas facile que de faire en sorte que les panneaux solaires, source d'énergie de TDF 1, fournissent une telle puissance, même à l'aide d'un transformateur amélioré. A 36 000 km d'altitude, le vide est presque absolu et, à l'intérieur des matériaux, les gaz occlus se libèrent et s'ionisent sous l'action des radiations spatiales ; cela peut provoquer des claquages qui endommageraient le matériel. De plus, il n'existe pas actuellement de TOP de plus de 100 W.

On peut les réaliser, certes, mais deux ou trois firmes au monde en sont seules capables, dont Thomson-CSF. Un responsable de cette firme nous a confié que celle-ci espère mettre au point des TOP de 250 W qui travailleraient par couples ; un couple fournirait les 400 W nécessaires à chaque canal.

Ce problème contribue, pour le moment, à limiter à 3 le nombre de canaux de TDF 1. Car la France a été autorisée par l'Union Internationale de Télécommunications à en avoir 5. Mais les 2 canaux supplémentaires représenteraient une surcharge de 600 kg, que la version actuelle d'Ariane ne serait peut-être pas capable de mettre en orbite. Déjà, la masse de TDF 1 sur l'orbite de transfert sera de 1 800 kg ; elle ne sera réduite à 1 000 kg qu'une fois mise en orbite géostationnaire, après la combustion du moteur d'apogée.

C'est Ariane III, version améliorée qui devrait être prête en 1983, qui pourrait lancer un TDF 1 à 5 canaux. Pour le moment on n'en est pas là ; la 4<sup>e</sup> chaîne constituée par le 3<sup>e</sup> canal pose bien assez de problèmes.

Autre problème : la répartition de la production. Valéry Giscard d'Estaing et Helmut Schmidt au cours de la 35<sup>e</sup> réunion franco-allemande ont donné leur feu vert à la structure mise au point par les industriels français et allemands. En Allemagne, le maître d'œuvre sera M.B.B. (Messerschmidt-Bölkow-Blohm) et, en France, ce sera la SNIAS, qui se rattrapera du marché Télécom 1, « soufflé » par Matra. Ces deux firmes construiront aussi la plate-forme. La partie électronique serait assurée, en Allemagne, par A.E.G. Telefunken, et en France, par Thomson-CSF. □

qui justifie des frais d'achat et d'installation d'antenne spéciale, et de la petite boîte noire qui l'accompagne (voir encadré) ? De la qualité. Or, la qualité se paie. Et actuellement, nous avons de la difficulté à la payer au niveau où elle est. La Société Française de Production (SFP) souffre déjà d'un déficit de 230 millions

### LA TÉLÉVISION FRANÇAISE DANS TOUTE L'EUROPE



Si la dimension de leurs antennes est suffisante, les téléspectateurs étrangers pourront recevoir les programmes émis par le satellite français. Avec une antenne d'un peu plus de 2 mètres de diamètre, les signaux radioélectriques seront même reçus jusqu'en Afrique du Nord.

de francs sur ses quatre premiers exercices. Qu'en sera-t-il quand elle affrontera les dépenses d'une 4<sup>e</sup> chaîne, si elle les affronte jamais ?

M. Jacques Antoine, producteur privé de télévision, peut bien estimer, lui, qu'« il ne faut pas un centime pour démarrer, parce qu'il suffit de trouver un régisseur de publicité ». Il n'en reste pas moins que ce serait désastreux de transformer la 4<sup>e</sup> chaîne en équivalent des chaînes commerciales américaines, où les films sont interrompus — insupportablement — tous les quarts d'heure par des « pauses » publicitaires qui sem-

blent aussi longues que les épisodes. Et sans regarder aussi loin que l'Amérique, il suffit de comparer la chaîne commerciale britannique ITV et la BBC, chaîne d'Etat, pour se rendre compte que, du point de vue culturel, la BBC est infiniment supérieure. Or, une nouvelle chaîne de télévision est quand même, qu'on le veuille ou pas, une affaire culturelle. A moins qu'on ne veuille parler que gros sous.

Le danger réside justement dans la fascination que vont exercer les gros sous de la publicité sur une entreprise qui ressentira des besoins aussi gros. En l'état actuel des choses, la Régie Française de Publicité a bien pu exercer un certain contrôle sur le flot de la publicité à la télévision : elle a refusé en 1979 60 % des demandes sur TF 1 et 40 % sur Antenne 2. Néanmoins, sur l'ensemble du budget publicitaire français (15 milliards), la télévision absorbe déjà 17 %. Quand TDF 1 chantera dans le ciel, est-ce que la Régie aura le courage de lui refuser les subsides que les publicitaires seront trop désireux de lui accorder ? Et, d'ailleurs, en aura-t-elle alors le pouvoir ?...

Qui plus est, comme le note M. Claude Marcus, administrateur-directeur général de Publicis Conseil, le budget publicitaire global n'est pas indéfiniment extensible. Si la quatrième chaîne est commerciale, il faudra veiller à ce que TDF 1 n'en pompe pas toute la substantifique moelle, sans quoi, c'est la presse écrite qui en pâtira, et qui en pâtira lourdement (elle n'est déjà plus tellement à l'aise).

En attendant, il faudra, non seulement trouver les programmes, mais aussi les payer. Jusqu'ici, nous avons, en France, bénéficié de conditions exceptionnelles. Exemple : la réalisation de la série « Holocauste » avait été estimée à 12 millions de francs par Antenne 2 ; elle a été achetée aux Américains... quinze fois moins : environ, 800 000 F ; en sera-t-il toujours ainsi ? Rien n'est moins sûr, car lorsque tout le monde aura sa télé spatiale, l'accroissement de la demande peut faire monter les prix, selon les lois classiques du marché.

Passer des films ? Certes : encore faut-il que, là aussi, ce ne soit pas au détriment d'un autre, en l'occurrence le cinéma. M. Nicolas Seydoux, président-directeur général de Gaumont rappelle qu'« il faudra que le cinéma soit protégé et que le passage des films à la télévision soit suffisamment rétribué ».

Peut-être aussi faudra-t-il, un jour, faire preuve d'un peu d'imagination et programmer autre chose que des séries américaines et des jeux (374 heures de séries américaines sur TF 1 et Antenne 2 en 1978 !). Le sénateur Jean Cluzel, rapporteur du Budget à la Radio-Télévision demande pour sa part que l'on n'oublie pas la « minorité culturelle » qui joue un rôle décisif dans l'évolution de la France. Et les problèmes matériels énormes posés par TDF 1 pourraient devenir bien plus redoutables que ceux que l'on a, jusqu'ici, réussi à mater tant bien que mal.

Ils pourraient se compliquer, par exemple, du fait des cônes de diffusion. Un satellite de radiocommunication diffuse ses messages dans un volume atmosphérique défini par un cône dont il occupe le sommet et dont la base est une circonférence au sol, quand l'axe du cône est à la verticale. Mais l'axe de TDF 1 ne sera

### 3 LES PROBLÈMES D'EXPLOITATION QU'IL FAUT RÉSOUDRE TOUT DE SUITE

*Qui occupera le 3<sup>e</sup> canal ou 4<sup>e</sup> chaîne ? C'est actuellement le secret d'État le mieux gardé. « Un secret d'alcôve », s'écrie le sénateur Caillavet, membre de la délégation parlementaire pour la radio-télévision. C'est la télévision d'État, bien sûr, qui l'occupera en premier lieu. Mais il ne faut pas oublier que l'État français est fortement lié à une station périphérique, Europe 1, par l'intermédiaire de la Sofirad, dont il détient 35 % du capital et 47 % des voix. Europe 1 accepterait-elle d'être absente de l'espace ? Certains faits semblent démontrer le contraire, par exemple, Europe 1 vient de renforcer son portefeuille publicitaire et son audience régionale en s'associant à Radio Monte-Carlo, autre membre de la Sofirad. De plus, Europe 1 songe sérieusement à entrer dans le monde du cinéma par la voie royale, en s'associant avec l'U.G.C. (Union Générale Cinématographique). Et encore, comme des contacts pris en Grande-Bretagne le laissent supposer, en créant une télévision européenne. Ou aussi le projet d'une association avec Euromarché, qui pourrait viser à créer une société de vente de matériel de télévision sur catalogue, puisque Matra, constructeur de satellites est aussi le principal actionnaire d'Europe 1... Or, n'oublions pas que Matra vient de conclure un accord avec la société américaine Comsat pour la commercialisation d'antennes et de « boîtes noires » (celle-là même qui a conclu aux U.S.A. un accord avec Sears et Roebuck)... Tout est possible, seuls quelques-uns savent ce qui va être décidé.*

*Et RTL ? Le bruit avait couru, en 1978, qu'une place lui avait été proposée à bord de TDF 1. On a, depuis lors, récusé ce bruit en alléguant qu'il ne s'agissait que d'entretiens entre ingénieurs en chef. Il est vrai qu'entretiens, certains groupes allemands s'étaient émus de la présence éventuelle de RTL sur TDF 1 ; sans doute trouvaient-ils que RTL risquait de prendre alors trop d'importance. Officiellement, aucun veto n'a donc été opposé à ce poste <sup>(1)</sup>, mais les Luxembour-*

(1) Sauf le fait que la France a trouvé trop grande l'antenne émettrice (de 3 à 3,50 m) qui eût dû être embarquée sur TDF 1 pour couvrir le territoire luxembourgeois...

pas à la verticale, puisque la position allouée à la France est de 19° ouest au-dessus de l'équateur et la section de la projection de son cône est donc elliptique. En bon français, elle déborde largement de l'Hexagone. Cet aléa a été prévu sous la rubrique « débordements techniques inévitables ». Il se trouve que ces débordements posent un casse-tête, car la position

allouée à la France est partagée avec 12 autres états, dont l'Autriche, l'Allemagne Fédérale, la Belgique, l'Italie, le Luxembourg, les Pays-Bas et la Suisse. C'est-à-dire que, sans avoir à changer la direction des antennes, une partie appréciable des téléspectateurs français, pourrait recevoir tous les programmes de ces pays. Voilà

*geois ne sont pas dupes : ils n'entendent pas se laisser évincer de la télévision spatiale et perdre la place prééminente qu'ils occupent déjà (à Bruxelles, où les téléspectateurs ont pourtant le choix entre 13 chaînes, ils sont déjà les premiers).*

*Personne ne s'étonnera donc que RTL envisage de s'offrir son propre satellite. « Ce n'est pas plus cher que la location d'un canal français », nous a confié M. Gustav Graas, président-directeur général. Reste à savoir comment le gouvernement français s'accommoderait de cette atteinte à son monopole. Déjà, depuis le début 80, RTL-télévision atteint Reims en utilisant le procédé SECAM.*

*Qui vendrait et qui lancerait le satellite RTL ? Pour la vente, la firme américaine Hughes Aerospace, l'anglaise British Aerospace et la française SNIAS ont déjà été pressenties et des démarches ont été faites au Japon. Les responsables d'Europe 1 qui voyaient là un « bluff » destiné à forcer la main de la France pour une place sur TDF 1 n'en sont plus si sûrs : RTL a parfaitement les moyens de s'acheter un satellite : elle n'a pas de gros besoins, puisque la puissance par canal dont elle se servirait ne dépasse pas 40 W (contre, rappelons-le, 350 pour la France). Son satellite serait donc moins lourd : environ 700 kg. Et le satellite RTL n'aurait pas besoin non plus d'attendre le futur TOP de Thomson-CSF, puisque les TOP de 20 W existent déjà sur le marché. Du coup, RTL pourrait réaliser un lancement bon marché avec Ariane Sylva, qui peut lancer deux satellites à la fois. Toutefois, RTL voudrait être sûre de couvrir la région lyonnaise (en plus de la région parisienne, du nord de la France, de la Belgique, des Pays-Bas et de la majeure partie de l'Allemagne de l'Ouest) pour aborder la télévision spatiale. A l'issue d'une réunion qui a duré trois jours, les responsables de la CLT, compagnie-mère de RTL, ont établi leurs choix. « Si nous nous lançons, nous aurons trois canaux », nous a déclaré M. Paul Heinerscheid, collaborateur de M. Graas : « ou bien deux en français et un en allemand, ou bien un français, un néerlandais et un allemand. »*

*L'embarras du gouvernement français à l'égard des projets de RTL n'est pas feint : par le jeu subtil des participations, en effet, la France et l'État ont des intérêts dans RTL : 11 % des actions par la Compagnie Française des Compteurs, 11 % pour le groupe Paribas, 8 % pour Hachette (qui, avec Jean Frydman, a des projets d'émissions de services pour industriels durant les heures matinales creuses de TF 1 et d'Antenne 2),*

« inévitables » ; ils peuvent être délibérés. Si, par exemple, l'Allemagne de l'Est se dote de systèmes de réception de télévision par satellite (soviétique, par exemple) ou même d'un satellite national (lancé par les Soviétiques, par exemple), toute l'Allemagne de l'Est équipée pour la télé spatiale, pourra aussi recevoir les

*16 % pour Havas et 3 % pour le groupe Empain ; or, l'État possède 56 % des parts de Havas. C'est-à-dire qu'en bon gestionnaire, l'État ne peut pas s'opposer à l'expansion de RTL, mais qu'il ne peut ou ne veut non plus perdre une miette de son monopole... D'où, à coup sûr, les dons d'invisibilité de M. Yves Cannac, président-directeur de Havas, ancien secrétaire général de l'Élysée et auteur d'un rapport fameux sur les satellites. M. Cannac, quel que soit son choix, devra faire comme le non moins fameux catoblépas, qui se mangeait les pattes : il ne peut feindre d'ignorer qu'une filiale de la société qu'il dirige, IP, est une régie publicitaire de RTL... Cruel dilemme, comme disait Paul Bourget.*

*Mais y a-t-il place pour deux chaînes commerciales ? Le petit David n'a pas peur du grand Goliath : « Il faut être sûrs d'être les premiers pendant 10 ans », estime M. Graas, déjà cité. « La bataille sera rude ! »*

*A supposer que, par des miracles de diplomatie, les pères de TDF 1 aient réussi à se débarrasser et d'Europe 1 et de RTL, ils ne seront pas pour autant sortis du bois. L'évolution technique des satellites va leur poser un autre dilemme : d'ici peu de temps, les satellites de télécommunications et de télévision pourront fusionner en un même engin. Formidable gain de matériel et de lancers, auquel on ne peut rester indifférent. C'est pourquoi l'on a déjà mis TDF sous la tutelle des... P. et T. ! Les P. et T., en effet, sont riches et puissantes. Elles deviendront encore plus riches et puissantes grâce à la télématique. Elles peuvent donc couvrir les frais de TDF 1. Nul ne peut affirmer que la quatrième chaîne ne sera pas réservée à des services de type Antiope ou Télétel. Mais comment l'opinion accueillera-t-elle ce curieux transfert de compétences ? Les Postes et Télécommunications responsables d'une partie du programme culturel ? Pourquoi pas l'Agriculture responsable des Postes et l'Intérieur responsable de l'Agriculture ? Et puis, les P. et T. vont devenir un ministère tentaculaire ! Par ailleurs, les P. et T. travaillent déjà avec des entreprises privées ; on peut imaginer que, responsables de TDF 1, elles étendront encore plus leurs appels aux services extérieurs. N'est-ce pas là ouvrir la porte à la privatisation de la télévision ? C'est-à-dire, encore une fois, l'ébrèchement du monopole ?*

*Il est décidément bien gênant ce monopole ! Et il n'existe déjà plus dans un cinquième de la France, puisque 15 millions de Français sont arrosés par les télévisions frontalières. Mais si on l'abandonne, où va-t-on ?* □

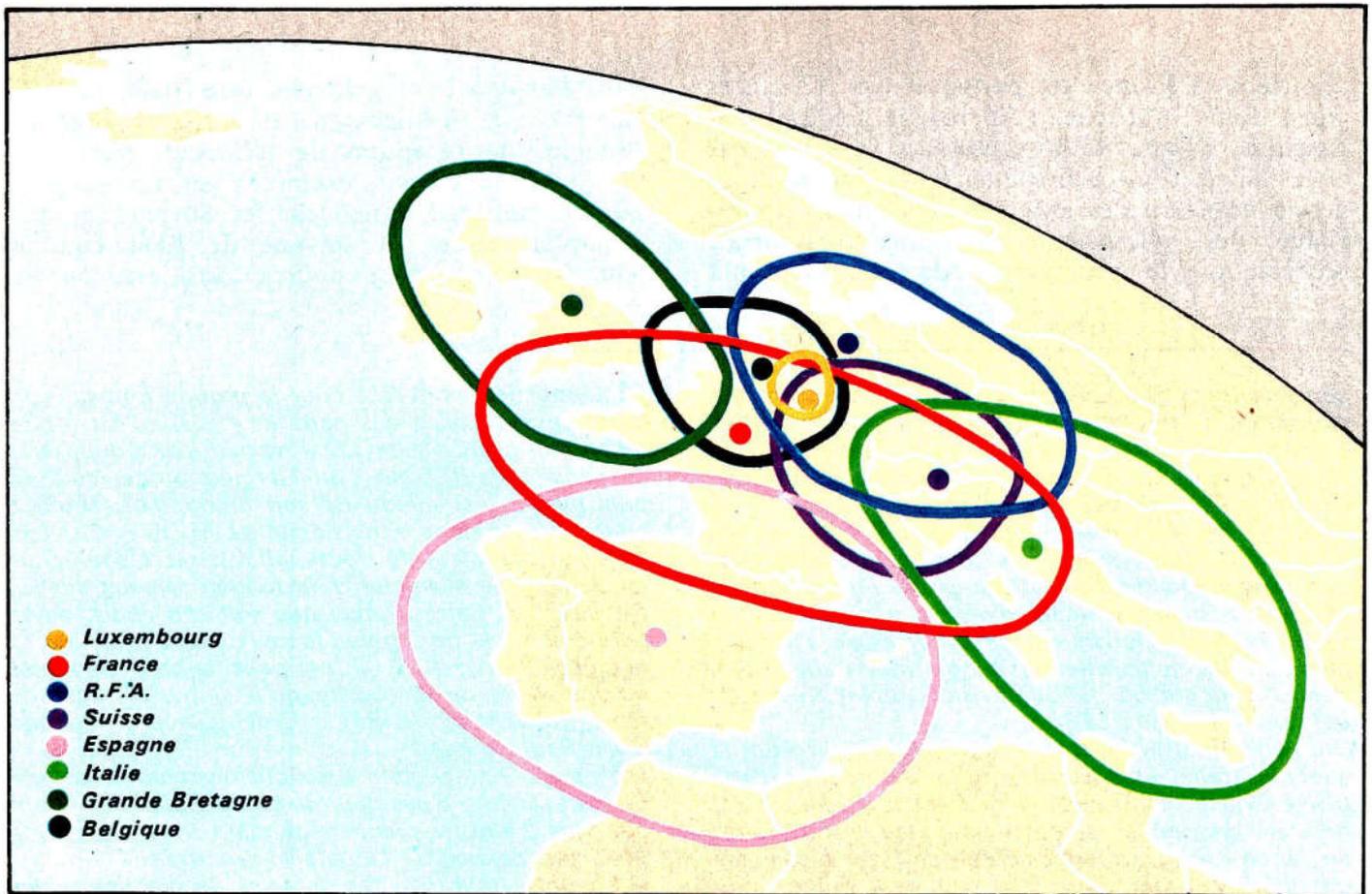
qui va bien embêter les monopoles d'Etats !

En effet, dans la mesure où ces débordements sont accidentels, ils posent déjà des problèmes que l'on peut, à la rigueur, régler à l'amiable entre pays voisins et amis (voir encadré n° 3), mais qui n'en restent pas moins délicats et sujets à frictions.

Mais ces débordements peuvent ne plus être

émissions de l'Allemagne de l'Ouest ; ce ne sera pas du goût de tout le monde. Et, dans un contexte de guerre froide, on peut multiplier de tels exemples à l'infini. Les Chinois pourraient ainsi arroser le Vietnam, à moins que ce soit l'URSS orientale. Cuba pourrait arroser le Chili, à moins que ce soit l'inverse, etc.

Le brouillage ? Le rayon actuel des brouil-



### CE QUE LA CONFÉRENCE DE GENÈVE AUTORISE...

La télévision sans frontières, c'est pour demain. Chaque pays s'est vu attribuer une position sur l'orbite géostationnaire qui se trouve à 36 000 km d'altitude environ, et pourra émettre sur cinq canaux avec la puissance réglementaire nécessaire pour couvrir, dans d'excellentes conditions, tout son territoire ; mais, en raison de ses contours géographiques plus ou moins irréguliers, il ne pourra éviter de déborder sur les pays voisins.

Les ellipses de la carte délimitent les zones de réception parfaite pour huit pays d'Europe ; c'est-à-dire avec un téléviseur et un adaptateur standard ainsi qu'avec une antenne individuelle de moins d'un mètre de diamètre. La France qui, grâce à la Corse et à la Bretagne, possède une ellipse royale, pourra ainsi atteindre 100 millions de téléspectateurs étrangers dont 6 millions de francophones

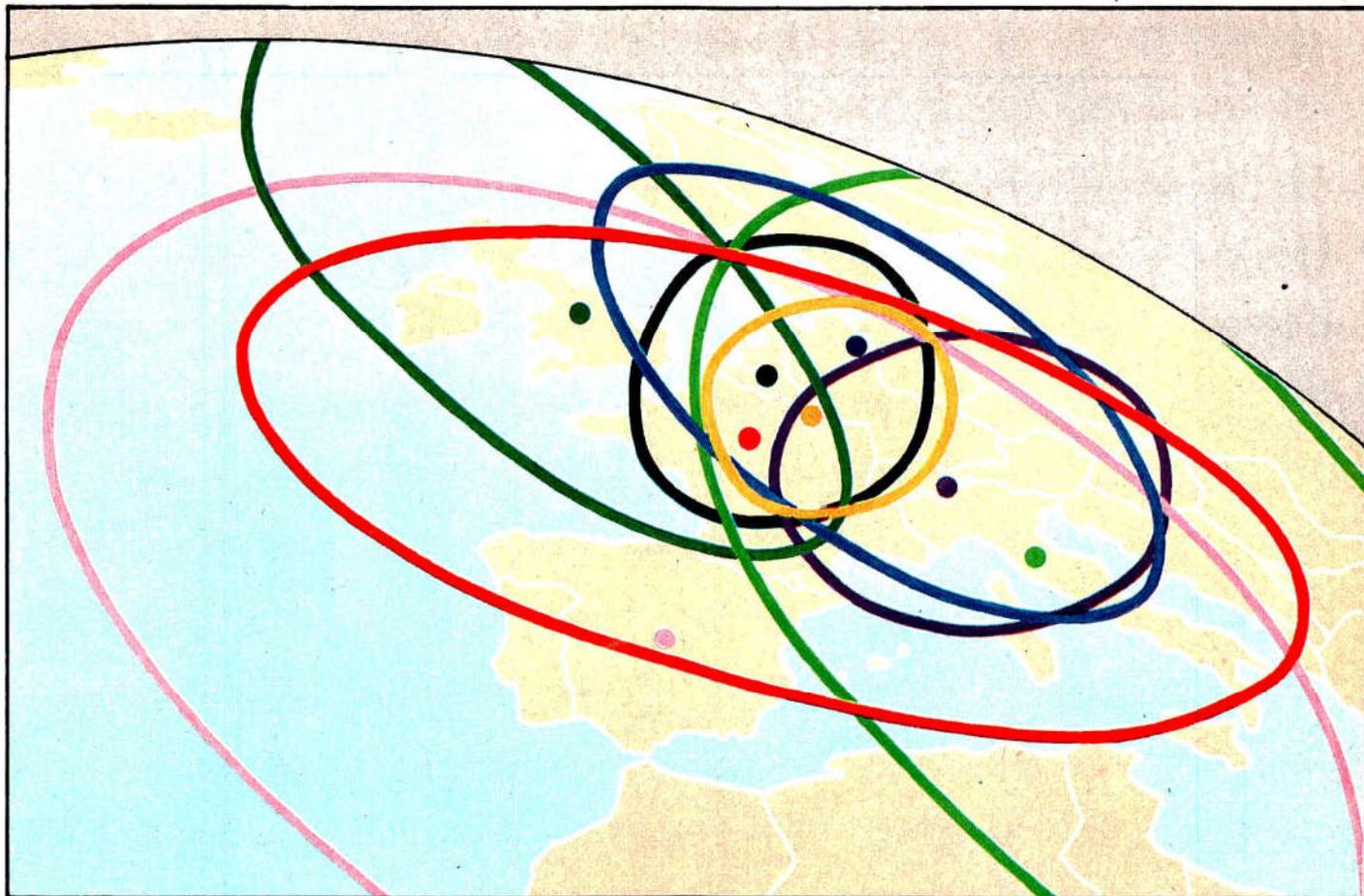
leurs ne dépasse pas 10 km. La barrière linguistique ? Inexistante : chaque canal de satellite est équipé de deux pistes sonores qui permettent, soit la stéréophonie, soit la diffusion du programme dans une autre langue. Des sous-titrages peuvent permettre d'utiliser une troisième langue. Et des techniques récentes permettent même la traduction simultanée en cinq à vingt langues par un même canal. C'est cher, bien sûr, mais, dans un contexte politique, qui veut la fin veut les moyens. On accusa autrefois la Voix de l'Amérique d'avoir fomenté la Révolte de Budapest en 1956 : on peut désormais envisager plusieurs révoltes à la fois... Cela permet de supposer que la fascination exercée par TDF 1 sur la clientèle internationale ne tient pas qu'à la possibilité de diffuser plus de westerns et de bluettes. Le pays qui aura « son » satellite disposera d'une arme psychologique ; celui qui ne l'aura pas risquera d'être désarmé.

Et comment la France règle-t-elle ce problème « elliptique » ? De l'avis de tous les spécialistes, on lui a attribué une ellipse royale : elle arrosera généreusement 100 millions de téléspectateurs étrangers, dont 6 de francophones, ceci dans l'hypothèse encore la plus restreinte, c'est-à-dire avec récepteur normal et

antenne moyenne ; avec un gros récepteur et une grande antenne, les cent millions de téléspectateurs de TDF 1 risquent de se trouver doublés.

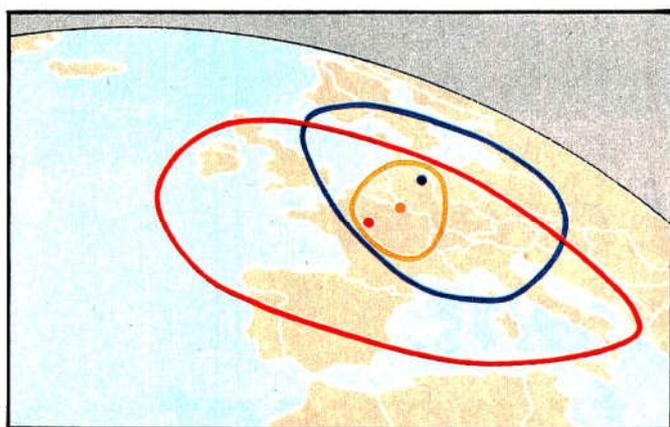
C'est donc une fièvre largement justifiée que celle qui agite actuellement le Gouvernement, ses ministères intéressés, les divers groupements et commissions chargés d'étudier l'affaire, les trois chaînes actuelles, les postes périphériques, les industriels... et les pays voisins et même pas tellement voisins. L'aventure est lancée, il faut la mener à bien. Comment ? C'est là toute l'affaire. Il faut démontrer au monde entier que, même si la France ne représentera en l'an 2000 que 1 % de la population mondiale, selon la déclaration de M. Giscard d'Estaing, il s'en faut que ce pourcentage soit négligeable par son potentiel technologique. Il faut donc, dans les délais les plus courts, résoudre les problèmes techniques de l'aventure. La France est bien placée pour cela.

L'argent ? Il ne devrait pas manquer, même si l'on n'ouvre pas toutes grandes les vannes de la publicité. Après tout, « l'affaire » rapportera assez à la France pour qu'elle finance la plus grande partie du fonctionnement de la 4<sup>e</sup> chaîne.



### ... ET CE QUE LA TECHNIQUE PERMET

Les ellipses se sont singulièrement élargies. A bord des satellites, rien n'a pourtant changé. Mais, à terre, au lieu d'une antenne individuelle, les signaux radioélectriques sont captés par des antennes communautaires d'environ 2 mètres de diamètre, reliées par câble à des groupes d'immeubles ou de pavillons. En augmentant encore le diamètre de l'antenne, on pourrait élargir encore ces ellipses, ainsi qu'en s'équipant de matériel électronique plus performant. On s'aperçoit que la France pourra recevoir toutes les chaînes européennes. Lorsqu'on regarde l'ellipse de l'Espagne qui couvre toute l'Europe, on pourrait imaginer qu'une société multinationale propose de financer le satellite espagnol ne réclamant en échange que l'occupation de deux ou trois de ses canaux « sous télévision de complaisance ».



### ENTRE LES DEUX... LE TROISIÈME LARRON

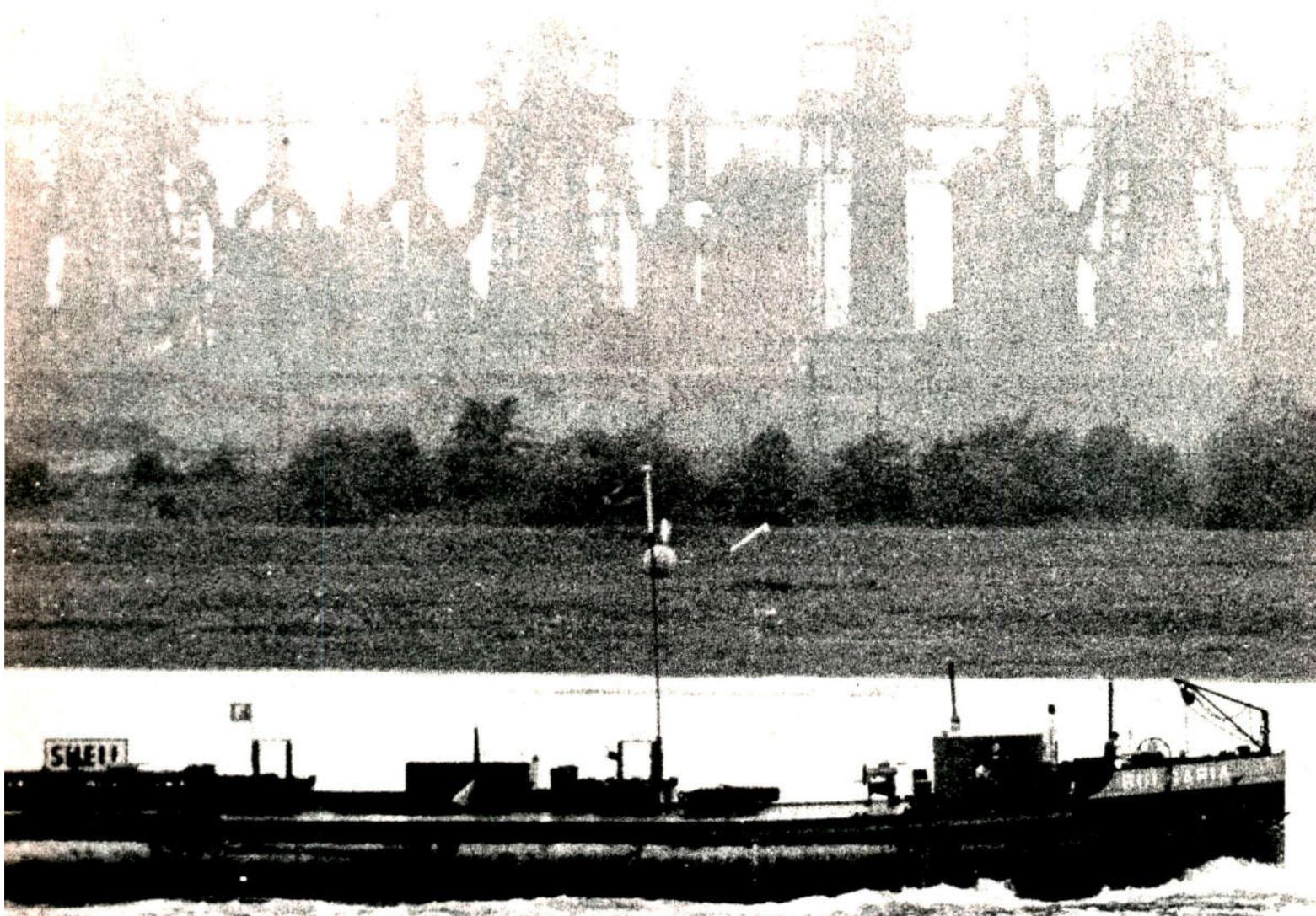
Sur cette carte, les ellipses des trois pays qui seront peut-être les premiers à lancer leur satellite. Malgré son ellipse nettement inférieure à celle de la France et de l'Allemagne, le Luxembourg songe fermement à lancer son satellite. Il est vrai que ce dernier, moins lourd, puisqu'il requiert une puissance moindre, arroserait toutefois des régions à forte densité de population. Les techniciens sont d'accord pour affirmer qu'un seuil de réception un peu moins élevé ( $-103 \text{ dBW/m}^2$ ) que celui retenu par la Conférence de Genève ( $-109 \text{ dBW/m}^2$ ) est encore très acceptable. C'est ce dernier chiffre qui a été retenu ici ; en supposant que l'antenne de réception des télé-spectateurs ait un diamètre d'environ 1 mètre.

Les répercussions sociales ? Il sera d'autant plus facile de ne pas sacrifier la presse, dindon éventuel, que le Gouvernement limitera la publicité spatiale. Et il sera possible, de même, de ne pas abêtir le public par la faute d'une chaîne trop commercialisée.

Finalement, c'est l'Etat lui-même qui risque de laisser quelques plumes dans l'aventure, en échange de la Toison d'Or à laquelle il vise : les débordements ne se feront pas que dans un sens, en effet, et il nous faudra ouvrir nos écrans à la télévision britannique, allemande ou scandinave, de même que nos voisins. Bref, le monopole des communications, demeuré intact depuis Philippe Le Bel, risque fort de se trouver écorné.

On peut penser que, de la sorte, ce sera là la carte forcée de l'Europe. Nous pensons, pour notre part, que c'est la carte forcée de la technique. C'est finalement elle qui, comme toujours, fait changer les idées qui semblaient les mieux enracinées et les mieux protégées. Mac Luhan avait raison : voilà la télévision planétaire en marche. Seulement il s'est trompé : ce n'est pas la Galaxie Gutenberg, c'est la Galaxie Hertz !

**Jacqueline DENIS-LEMPEREUR**  
Enquête de Martine CASTELLO



## ***Le Rhin de la Lorelei: les Français salent, les Hollandais trinquent***

*C'est, à l'échelle des nations, une vilaine histoire de « fumier du voisin », où le grand juge, s'il y en avait un, n'aurait aucun mal à distinguer le juste du coupable. Depuis 30 ans, des industriels français, couverts d'ailleurs par les pouvoirs publics, appliquent le plus désinvolte et le plus cynique des principes : « Après nous le déluge ! », devenu pour la circonstance : « En aval de nous la pollution ! »*

■ Prenez une grande mesure de sel ; incorporez-y une bonne dose d'imprévoyance, une double ration de laisser-aller et une ample rasade de cynisme... Il n'en faut pas davantage pour que la coupe soit pleine ! Si, nonobstant, vous

ajoutez une petite mesure dilatoire, vous aurez inmanquablement la goutte qui fait déborder le vase — et qui rend furieux les paisibles Hollandais.

Mais pour mieux comprendre cette farce

*(suite du texte page 92)*

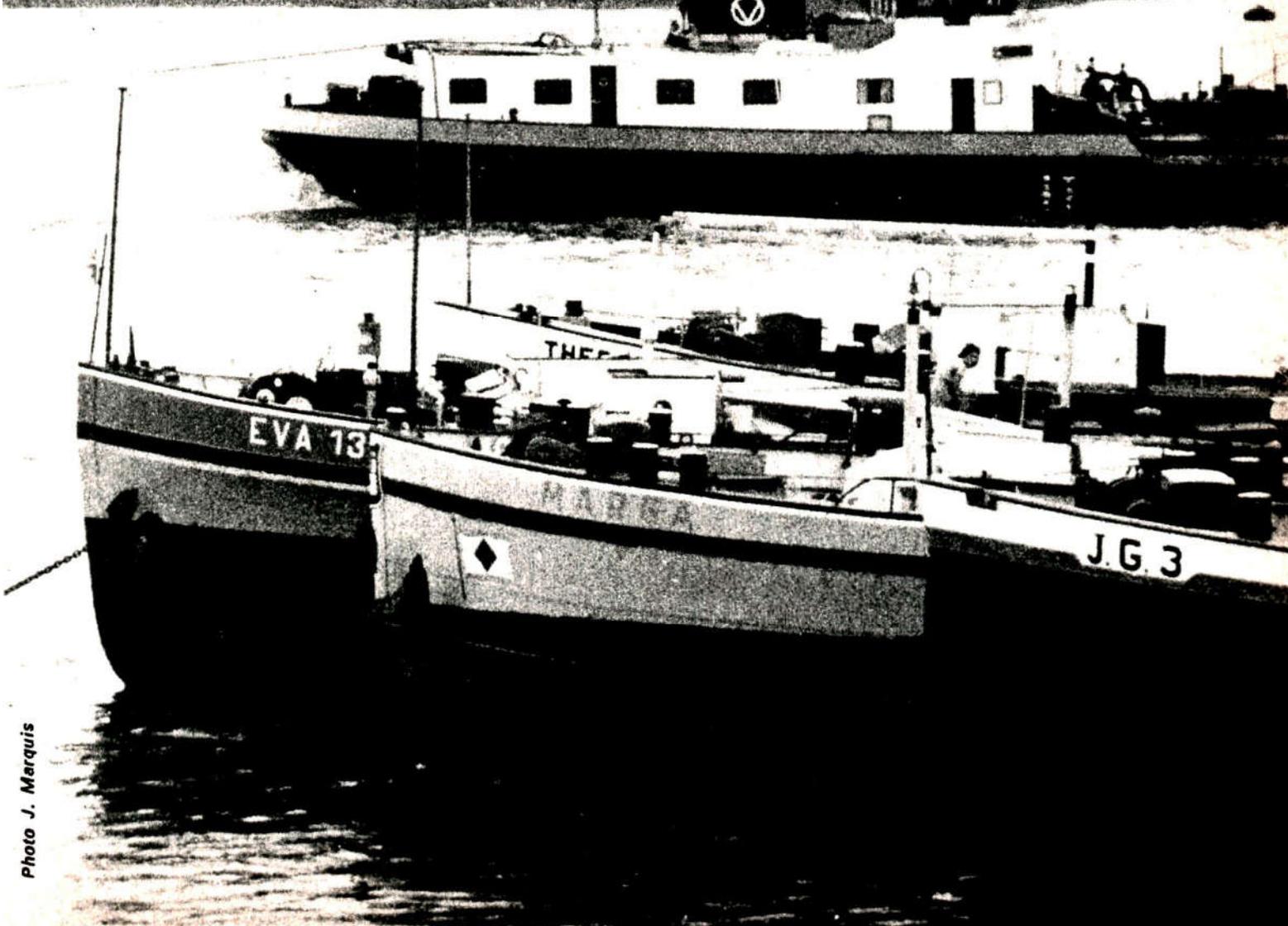


Photo J. Marquis

ubuesque, qui pourrait s'intituler « le Sel du Rhin », et dans laquelle les vilains Français jouent à cache-cache avec les Allemands, les Suisses et les Hollandais, sur fond de pollution, d'intérêts économiques et de manœuvres politiques, il faut reprendre la pièce à son début.

**Premier tableau : un sel bien encombrant.** Tout commence en 1904. Cette année-là, on découvre en Alsace un gisement potassique. Le minerai est une sylvinite : un mélange de 26 % de chlorure de potassium, de 14 % d'éléments insolubles (argile, schiste) et de 60 % de chlorure de sodium, ou sel. Avec le chlorure de potassium, on fait des engrais ; avec le sel, on ne fait rien, ou peu de chose : à peine 10 % de la production sont commercialisés comme sel de déneigement. Jusqu'en 1930, la totalité des sous-produits, soit près de 100 millions de tonnes, est stockée sous forme de terrils. Mais, un beau jour, certains maires de la région tirent le signal d'alarme : l'eau de leurs puits devient salée. Par infiltrations et ruissellement, les terrils sont en train de polluer la nappe phréatique de la plaine d'Alsace. Il faut non seulement abandonner la méthode des terrils, mais aménager à grands frais des bassins de récupération au pied des monticules existants, afin de préserver la couche aquifère alsacienne.

Les exploitants des mines de potasse ont alors une autre idée : leur sel, ils vont le réenfouir dans les galeries désaffectées. Le procédé, théoriquement satisfaisant, se révèle vite dangereux : d'une part, la densité du sel réinjecté n'est pas la même que celle du sous-sol environnant, ce qui accroît considérablement les risques d'éboulements ; d'autre part, les déchets salins étant réintroduits hydrauliquement, l'eau fait monter le degré hygrométrique de l'atmosphère de la mine, et cette humidité, ajoutée à la chaleur ambiante (autour de 50 °C), rend extrêmement pénibles les conditions de travail dans les galeries en exploitation. Après plusieurs accidents, dont un très grave en 1940, la technique du remblayage est à son tour abandonnée en 1945.

Il ne reste plus qu'une solution : rejeter le sel dans le Rhin. C'est celle qui est utilisée encore aujourd'hui. Dissous dans de l'eau à raison de 250 mg/l, le chlorure de sodium est évacué par un canal d'une vingtaine de kilomètres qui rejoint le fleuve à Fessenheim. Les normes de déversement ont été fixées par un arrêté préfectoral, et les rejets, modulés en fonction du débit du Rhin, sont contrôlés en permanence par l'Office national de la navigation. Jamais les Mines domaniales de potasse d'Alsace n'ont été en infraction avec la réglementation française. Elles ont même si bonne conscience qu'elles publient régulièrement les quantités de sel qu'elles vidangent dans le Rhin. Ainsi, pour 1980, la production de potasse devant atteindre 1 850 000 tonnes, ce sont encore 6,5 millions de tonnes de sel qui vont être rejetées dans le fleuve. Elles s'ajouteront aux quantités déversées, également en toute légalité, par les soudières de Lorraine, de Suisse et d'Allemagne, ainsi que

## 16 MILLIONS DE TONNES DE SEL ENTRENT CHAQUE ANNÉE EN HOLLANDE

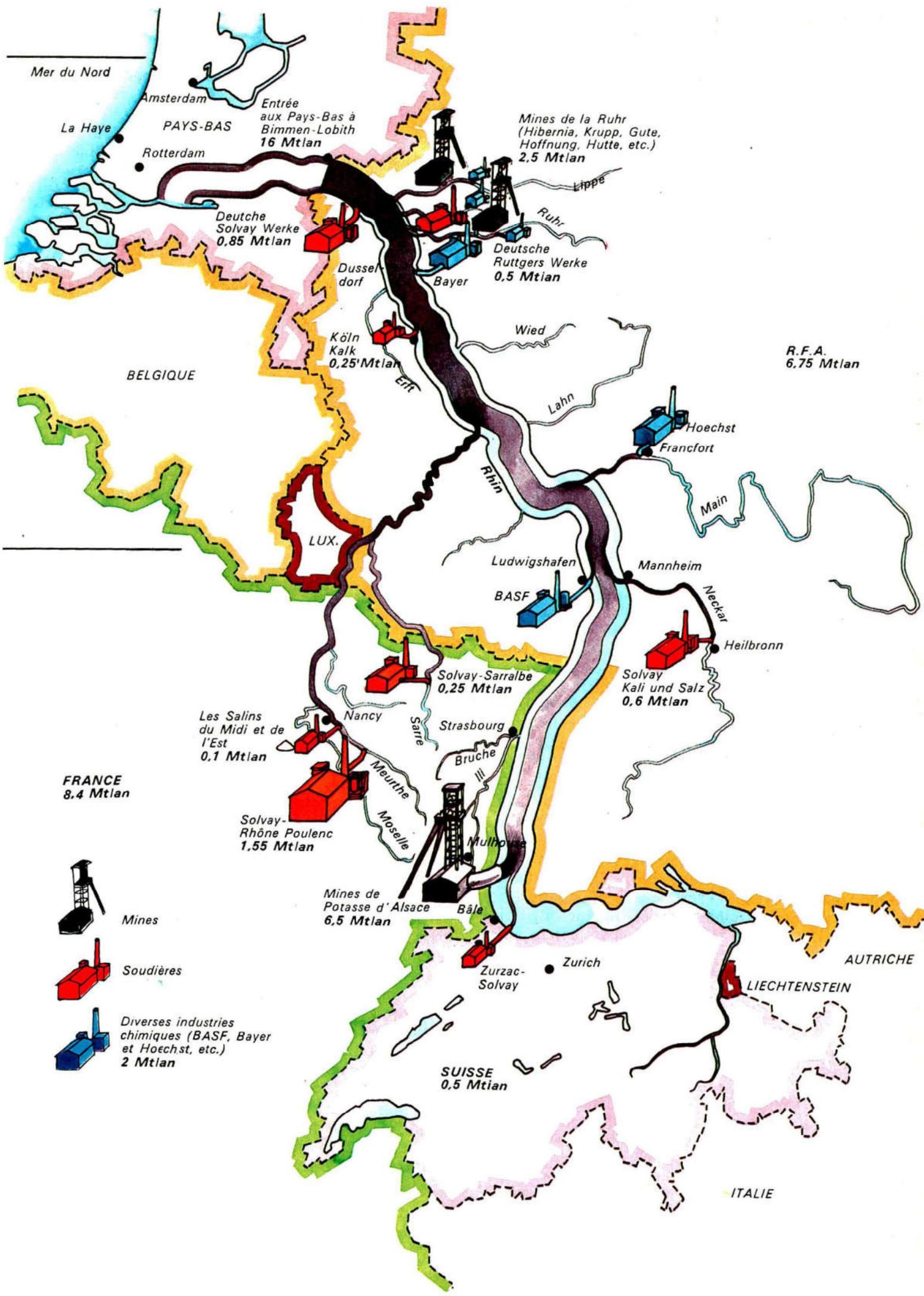
*De sa source (dans les Alpes suisses) à son embouchure deltaïque dans la mer du Nord, le Rhin subit tout au long de ses 1 320 km bien des avanies. Mais la pollution saline est sans doute le mal qui le dégrade le plus. D'après les estimations de la Commission internationale pour la protection du Rhin, il charrie déjà 10 kg/seconde d'ions-chlore lorsqu'il sort de Suisse (un débit de 20 kg/s d'ions-chlore équivaut à une quantité de chlorure de sodium (NaCl) d'un million de tonnes par an). De France, c'est-à-dire essentiellement des Mines domaniales de potasse d'Alsace et accessoirement des soudières de Lorraine, il reçoit en cadeau 168 kg/s d'ions-chlore supplémentaires, soit 8,4 millions de tonnes de sel. Enfin, pour faire bonne mesure, les industries et mines allemandes salent l'addition de 135 kg/s d'ions-chlore, soit 6,75 millions de tonnes de sel par an. Résultat : quand le Rhin entre aux Pays-Bas, à Bimmen-Lobith, il véhicule 320 à 330 kg/s d'ions-chlore (compte tenu de sa salure naturelle). Ce sont donc 16 millions de tonnes de sel qui viennent chaque année « empoisonner » la Hollande.*

par toutes les industries chimiques qui jalonnent le cours de la grande artère européenne.

Il est bien évident que cette pollution saline ne fait pas l'affaire des Hollandais, placés à quelques centaines de kilomètres en aval, et pour qui le Rhin constitue la principale source d'eau douce (1). Ils sont tout bonnement furieux, et il y a de quoi : récupérer chaque année à l'entrée de leur territoire quelque 16 millions de tonnes de sel expédiées par les autres pays riverains — et en premier lieu par la France —, c'est plus qu'il n'en faut pour altérer leur légendaire bonne humeur. D'autant que cela dure depuis des années, et que, en plus du sel, ils reçoivent également 47 tonnes de mercure, 400 tonnes d'arsenic, 130 tonnes de cadmium, 1 600 tonnes de plomb, 1 500 tonnes de cuivre, cadeaux empoisonnés de l'industrialisation de la vallée rhénane.

Mais c'est surtout le sel qui excite leur colère. Depuis des siècles, ils mènent un combat incessant contre lui. Un quart de leur pays se trouve au-dessous du niveau de la mer : aussi, dans les polders et les basses terres, la lutte contre les infiltrations d'eau salée est-elle quotidienne. Les sols doivent être constamment irrigués et « lavés » à l'eau douce, afin de les débarrasser de ce satané chlorure de sodium qui ne demande qu'à revenir. Un système complexe de gestion des eaux est assuré par les Wateringues, collectivités régionales placées sous le contrôle administratif des provinces. Outre le « rinçage » des terres, les Wateringues assurent la distribution

(1) Selon les statistiques du ministère des Transports et des Travaux publics des Pays-Bas, 65 % de l'eau douce du pays proviennent du Rhin, 7 % de la Meuse, 25 % de la pluie, et les 3 % restants de petits cours d'eau secondaires.



(suite de la page 92)

de l'eau nécessaire à la consommation humaine, à l'industrie et à l'agriculture.

« En hiver, avec l'abondance des pluies, il n'y a pas de problème », explique M. Nienhuis, ingénieur responsable du Wateringue de Rijnland, l'un des plus importants des Pays-Bas et certainement celui qui est le plus sensibilisé à la question du sel, puisqu'il couvre 100 000 hectares à l'ouest du pays. « Mais en été, quand le débit du Rhin est faible, avec l'eau de mer qui peut remonter jusqu'à Gouda, comme en 1976, et l'eau du fleuve qui est salée, c'est la catastrophe ! Aucun rinçage n'est plus possible. »

Car, si les eaux du Rhin peuvent être purifiées des substances chimiques et des déchets organiques qu'elles contiennent, il n'existe à l'heure actuelle aucun procédé qui permette de les dessaler à grande échelle. « Pour de telles quantités d'eau, les systèmes connus de dessalement sont d'un prix prohibitif, poursuit M. Nienhuis. Quant à stocker les eaux hivernales excédentaires pour les réutiliser pendant l'été, c'est tout à fait irréalisable. Il faudrait inonder la Hollande pendant six mois de l'année... »

Comment, dans ces conditions, ne pas comprendre le courroux des Hollandais, alors que, depuis la dernière guerre, le niveau de salinité du Rhin n'a cessé d'augmenter ? A l'entrée des Pays-Bas, la teneur en chlorure de sodium (NaCl), exprimée en ions-chlore, varie entre 130 et 250 mg/l, voire parfois 300 mg/l. Plusieurs semaines par an, elle est très nettement supérieure aux normes généralement admises dans les pays européens pour l'eau de boisson (la Commission économique européenne elle-même a fixé à 200 mg/l le taux de concentration maximum).

Mais, si cet excédent ne représente qu'un inconvénient passager pour la consommation d'eau potable, en revanche, il constitue un problème permanent pour l'industrie et surtout pour l'agriculture. Les industriels considèrent en effet que, au-delà de 150 mg/l d'ions-chlore, l'eau destinée aux chaudières ou à certaines productions (industries alimentaires, brasseries, raffineries) doit être traitée ; d'où d'inévitables répercussions sur le prix des produits. Mais bien plus graves encore sont les conséquences financières pour les cultures maraîchères de l'ouest des Pays-Bas, notamment du Westland<sup>(2)</sup>, qui représentent 60 % de la production horticole hollandaise, estimée en 1979 à 3 200 millions de pièces (légumes, fruits, fleurs) et aux trois quarts exportée. Ces cultures en serre sont particulièrement délicates, et une salinité excessive de l'eau d'arrosage entraîne des baisses de rendement spectaculaires. Les agronomes néerlandais ont constaté, par exemple, que, pour les cultures les plus sensibles, les rendements diminuaient de 20 % lorsque la concentration en ions-chlore atteignait 150 mg/l — valeur très souvent dépassée. Pour la région du Westland, dont la production

annuelle de légumes et de fleurs rapporte en moyenne quelque 4 milliards de francs, c'est un manque à gagner considérable.

Lassés de subir depuis 1948, malgré récriminations et supplications, cette pollution saline d'origine étrangère, trois horticulteurs hollandais ont fini par engager en 1974 un procès contre le pollueur le plus facile à identifier : les Mines domaniales de potasse d'Alsace. Responsables pour plus d'un tiers de la salinité du Rhin, les M.D.P.A. sont en effet la seule entreprise à rejeter du sel solide, après dissolution dans l'eau ; toutes les autres industries polluantes évacuent directement une solution saline plus ou moins diluée — et plus ou moins détectable. « Juridiquement, il était plus aisé d'accumuler des preuves contre les M.D.P.A. que contre les autres firmes, explique Derk Lasonder, représentant de la fondation Reinwater<sup>(3)</sup>, qui défend les trois horticulteurs en colère. Le Rhin est malade de manque de volonté en amont et d'impuissance en aval. Pour nous, ce procès n'est qu'un début : nous attaquerons tous les pollueurs les uns après les autres, car nous voulons que soit enfin appliqué le Droit européen de l'environnement. » Cette combativité commence à porter ses fruits : après maintes péripéties et maints renvois d'un tribunal à l'autre, la cour de Rotterdam a été chargée de trancher cette délicate affaire de pollution venue d'ailleurs. Les M.D.P.A., en cas de condamnation, risquent de payer de lourds dommages et intérêts (on parle de 120 millions de francs !) et de récolter une cascade de procès intentés par tous les autres horticulteurs du Westland (au total, plus de 3 000 !).

**Deuxième tableau : des solutions qui ne satisfont personne.** Sans doute, avant d'en arriver à cette situation saugrenue, avait-on cherché des solutions. Les pouvoirs publics se sentaient d'autant plus tenus à trouver une issue que, dans toute cette histoire, la position du gouvernement français est particulièrement délicate. Les Mines domaniales de potasse d'Alsace font en effet partie d'un groupe important, l'Entreprise minière et chimique (E.M.C.), dont le capital est détenu par... l'Etat. Or, devant tenir compte à la fois de ses obligations envers un pays étranger et ami, de l'opinion de ses administrés et de la bonne gestion de son entreprise, l'Etat patron a successivement ou simultanément envisagé diverses solutions sans être parvenu à en faire prévaloir aucune. Mais examinons de plus près ces différents projets avortés ou en suspens.

• **Le superterril.** Le stockage du sel solide par entassement sur le lieu de production a été proposé en 1972, lors d'une réunion à La Haye des ministres de l'Environnement des pays intéressés. Le projet s'est tout de suite heurté à l'oppo-

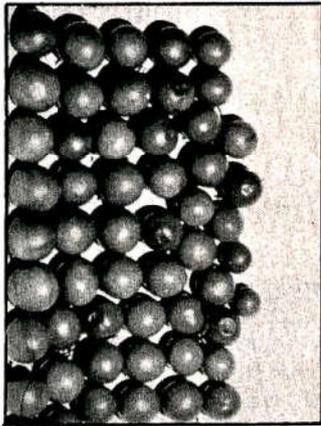
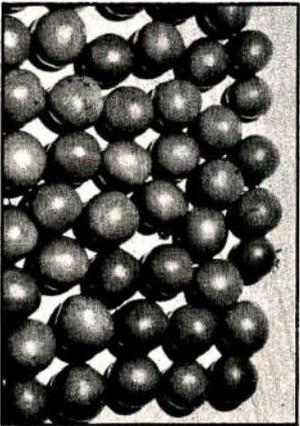
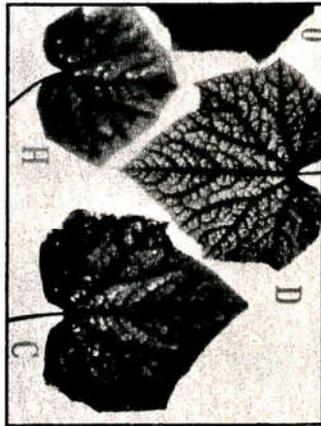
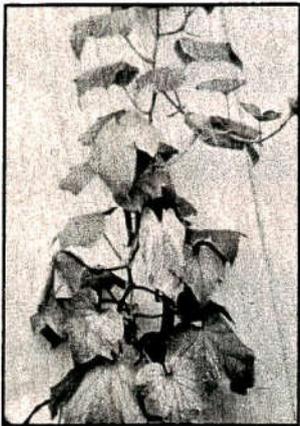
(3) Reinwater (eau pure, en français) est une association écologique dans laquelle tous les pays riverains du Rhin sont représentés. Elle reçoit des subventions, notamment du ministère de l'Environnement néerlandais.

(2) Région située en bordure de la mer du Nord, au sud de La Haye (voir carte).

sition des maires et des conseillers généraux du Haut-Rhin. L'Alsace avait déjà assez de problèmes avec ses terrils existants pour ne pas s'encombrer d'une « montagne » supplémentaire. Certes, avec l'évolution des techniques, il était possible d'éviter les ruissellements et les infiltrations, mais ces aménagements auraient con-

transformé en saumure (250 g par litre). Une nouvelle fois, les Alsaciens poussèrent les hauts cris : « Aujourd'hui, on veut injecter du sel ; demain, ce sera autre chose. Nous ne sommes pas la poubelle de l'Europe ! » dirent les écologistes. D'autres firent remarquer que les forages devaient traverser la nappe de Doller, qui alimente en eau potable 35 à 40 % de la population du Haut-Rhin. Les spécialistes eurent beau démontrer que les risques de pollution de cette première nappe, séparée de la Grande Oolithe par 1 400 mètres de terrains imperméables, étaient pratiquement nuls, cela ne désarma pas les adversaires de l'injection. « Est-on sûr que les générations futures n'auront pas besoin un jour de cet immense réservoir qu'est la Grande Oolithe ? » répliquèrent-ils en chœur. Le malentendu était total. Faute d'avoir tenu compte du contexte psychologique et d'avoir, par une information appropriée, ménagé les sensibilités locales, les pouvoirs publics se heurtaient à un mur.

## LE SEL ENNEMI DES CULTURES MARAICHÈRES



*L'influence de la salinité sur les cultures en serre a été calculée par les agronomes néerlandais de la station d'expérimentation de Naaldwijk, dans le Westland. Chaque fois que la teneur en sel augmente de 100 mg/l d'ions-chlore, la récolte diminue de 16 % pour les concombres (représentés ici après traitements en laboratoire à différentes concentrations salines), de 19 % pour les poivrons, de 8 % pour les tomates (sur la photo de gauche des tomates normales, sur celle de droite des tomates arrosées à l'eau salée), de 6 % pour les céillets, de 16 à 22 % pour les plantes vertes. La récolte diminue non seulement en quantité, mais aussi en qualité : les fleurs et les fruits sont plus petits et souvent tachés.* □

duit à des dépenses de l'ordre d'un milliard de francs actuels. Trop cher, trop encombrant, trop inesthétique, le superterril fut abandonné.

● **Les injections.** Le superterril écarté, les Mines domaniales expérimentèrent un nouveau procédé. Il s'agissait d'injecter dans la Grande Oolithe, une nappe aquifère de 100 km<sup>2</sup> située à 1 800 mètres de profondeur et déjà légèrement salée (15 g par litre), le sel indésirable

● **Les saumoducs.** A première vue, le projet paraît séduisant. Il consiste à transporter par pipe-lines les rejets des M.D.P.A., dans un premier temps vers les soudières de Lorraine, consommatrices de sel, puis vers la mer du Nord, via la Belgique. Bien que très onéreuse, cette solution est techniquement réalisable. Mais, dans le climat passionnel qui entoure cette affaire, les saumoducs, eux non plus, n'ont pas manqué de soulever la méfiance des populations. Aucune municipalité n'est prête à accepter qu'un tuyau passe sur le territoire de sa commune, de peur qu'il ne casse. Ce qui, à tout le moins, est une réaction excessive. « Cela fait des années que le pipe-line sud-européen transporte du pétrole brut, liquide autrement plus dangereux pour la nappe phréatique que l'eau salée, de Marseille aux raffineries de Strasbourg et de Karlsruhe sans avoir jamais provoqué la moindre contestation », ironise M. Gérard Grandarovski, du service géologique régional d'Alsace. Quant au transport par voie ferrée ou fluviale, qui pourrait être substitué aux saumoducs, il est d'un coût si élevé qu'il a dû être abandonné sitôt qu'envisagé.

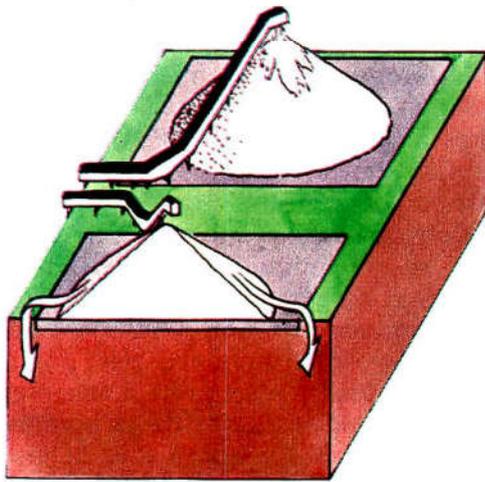
● **Le remblayage.** Devant les oppositions rencontrées par les autres projets, cette technique, écartée en 1945 pour cause d'accidents, a été réétudiée. Mais le stockage des rejets dans les cavités dégagées par l'extraction du minerai, s'il n'a suscité aucune protestation de la part des habitants de la région, s'est révélé incompatible avec les pratiques minières des M.D.P.A. En effet, pour des raisons de sécurité, les galeries abandonnées sont généralement foudroyées. Il reste donc peu de vides disponibles. Cela dit, la solution du remblayage, couramment appliquée dans les mines de potasse allemandes, pourrait, avec des procédés nouveaux, convenir également aux mines françaises. Mais il faudrait d'abord changer de vieilles habitudes, ce qui n'est pas le moindre problème.

● **La saline.** En novembre 1978, M. Pierre Wei-

senhorn, député du Haut-Rhin, déposait sur le bureau de l'Assemblée nationale un rapport d'information sur la protection du Rhin contre la pollution par les chlorures. Pour la première fois, ce rapport envisageait la solution la plus simple, la plus évidente : la production de sel raffiné à partir des déchets d'exploitation des

eaux), 11 % au déneigement, 5 % à l'agriculture et 1 % aux pêcheries et ateliers de salaisons. « S'il est vrai que le marché du sel de consommation humaine varie peu, la consommation intérieure de sel cristallisé est néanmoins susceptible d'augmenter dans les années à venir, principalement grâce à l'expansion de la demande de

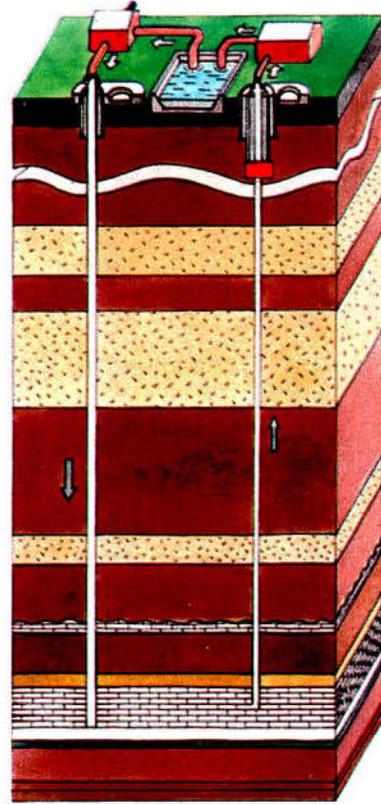
## CINQ SOLUTIONS POUR DESSALER LE RHIN



1. Le terril

Depuis quelques années, diverses solutions ont été envisagées pour réduire la pollution saline du Rhin, due pour une bonne part aux rejets des M.D.P.A. Actuellement, la teneur en sel des eaux du fleuve varie de 150 à 300 mg/l d'ions-chlore, selon les saisons. Dans une première étape, il a été prévu (par la convention de Bonn) que cette teneur à la frontière germano-néerlandaise ne dépasse plus 200 mg/l, ce qui implique que le débit des rejets de sel dans le Rhin, qui est en moyenne de 330 kg/seconde d'ions-chlore, soit réduit d'au moins 60 kg/s sur le territoire français. Que faire alors du sel ? Voici quelques-uns des procédés qui ont été préconisés.

**1. Le terril.** ou stockage en tas du sel solide. Cette solution, envisagée en 1972, est actuellement écartée. A cause des dimensions du terril (9 km de



2. Les injections

long sur 40 m de haut) et du coût des aménagements nécessaires pour éviter la pollution de la nappe phréatique par les eaux de pluie et les infiltrations (environ 1 milliard de francs actuels).

**2. Les injections.** Ce procédé, couramment utilisé aux U.S.A. pour toutes sortes de déchets, a été, jusqu'au mois de janvier dernier, le cheval de bataille du gouvernement français. L'installation projetée était la suivante : par un puits d'injection, on envoie une saumure concentrée à 250 g/l vers la nappe aquifère de la Grande Oolithe, à 1 800 m de profondeur. Par un autre puits, on soutire l'eau de la nappe et, après l'avoir enrichie de sel, on la réinjecte par le premier puits. Le système fonctionne donc en circuit fermé, la saumure remplaçant progressivement l'eau de la nappe. Coût de l'opération : 160 millions de francs

M.D.P.A. Pourquoi, en effet, ne pas mettre sur le marché ce sel qui, une fois débarrassé de ses impuretés et convenablement traité, pourrait très bien trouver sa place entre le sel des marais salants et le sel gemme ? La réponse des pouvoirs publics fut immédiate : « Impossible : il n'y a pas de débouchés ». Voire !

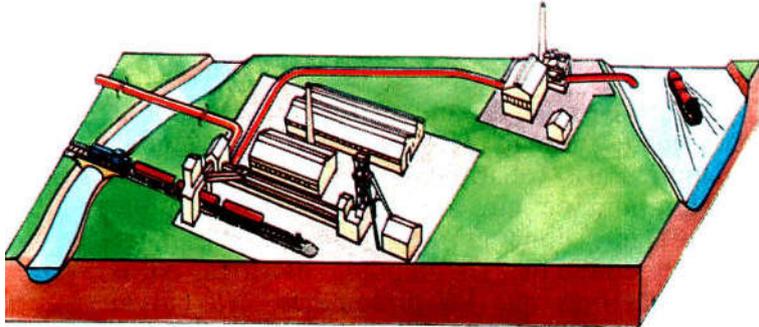
Sur les quelque 6 millions de tonnes absorbées annuellement par le marché français, 15 % vont à l'alimentation humaine, 50 % à l'industrie chimique, 18 % aux industries diverses (tanneries, textile, épuration et adoucissement des

sel de déneigement et accessoirement à la croissance de la demande de sel pour l'industrie chimique et pour les industries diverses », précisait M. Frédéric Jenny, professeur d'économie à l'E.S.S.E.C. et chargé de mission à la commission de la Concurrence, dans son expertise jointe au rapport de M. Weisenhorn. Et, analysant les perspectives de commercialisation du sel des M.D.P.A., il concluait : « Ces dernières seraient capables de trouver des débouchés suffisamment importants en France et à l'étranger pour que leurs rejets de sel dans le Rhin soient significa-

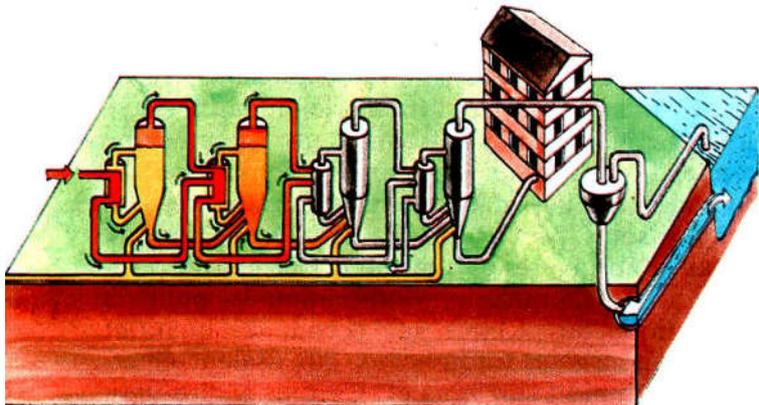
tivement réduits avec une saline d'une capacité d'un million de tonnes ».

Alors, qui dit la vérité ? Les pouvoirs publics ou l'expert ? En réalité, cette saline dérange beaucoup de monde, et notamment les producteurs de sel qui ne voient pas d'un bon œil l'arrivée d'un nouveau concurrent. Jusqu'ici, on

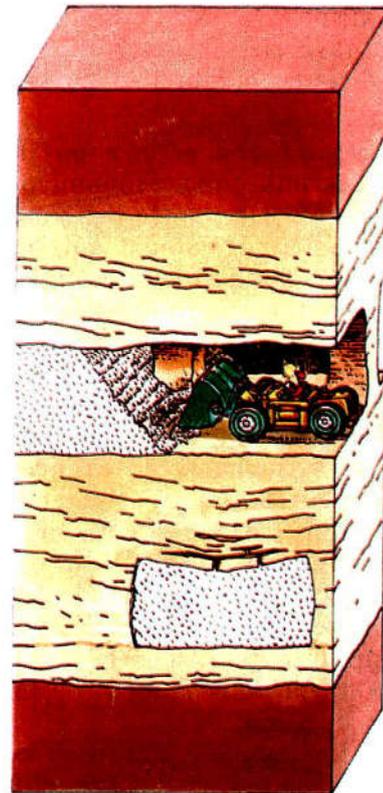
des salés, même si ce partage devait aboutir à des incongruités qui durent encore. Ainsi, tandis que les M.D.P.A. rejettent annuellement plus de 6 millions de tonnes de sel dans le Rhin, le groupe dont elles font partie, l'E.M.C., importe chaque année 200 000 tonnes de chlorure de sodium... hollandais, fournies par le groupe



3. Transport du sel par saumoducs



4. La saline



5. Le remblayage

pour un module d'injection de 20 kg/s d'ions-chlore.

**3. Transport du sel par saumoducs, par rail ou par eau.** Un premier projet prévoit la construction d'un saumoduc reliant les M.D.P.A. aux soudières de Lorraine, consommatrices de sel. Mais sa capacité (20 kg/s d'ions-chlore) serait trop faible pour résoudre le problème de la pollution saline. D'autres projets, plus ambitieux, envisagent la pose de pipe-lines raccordant les soudières de Lorraine ou les Mines d'Alsace à la mer du Nord. Mais le coût exorbitant de telles installations constitue un handicap quasi insurmontable. Quant au transport par trains ou par barges, il souffre des deux défauts conjugués : capacité insuffisante (40 kg/s ions-chlore) et prix trop élevé (1 milliard 300 millions).

Dessins Cl. Lacroix

**4. La saline.** C'est la solution actuellement retenue par les pouvoirs publics. Intégrée à l'usine de potasse, la saline pourrait profiter de la chaleur nécessaire au fonctionnement de celle-ci. La production de chlorure de sodium par évaporation se ferait donc sans dépense supplémentaire d'énergie, et son coût serait inférieur à ceux des salines les plus modernes. Mais le vrai problème serait alors celui de la commercialisation du sel recueilli.

**5. Le remblayage.** Utilisée autrefois, cette technique a été abandonnée pour cause d'accidents. Si le remblayage hydraulique présente nombre d'inconvénients, le remblayage pneumatique pourrait constituer une solution valable. Il faudrait toutefois que les M.D.P.A. modifient leurs méthodes d'exploitation et abandonnent le foudroyage des galeries désaffectées. □

était entre gens de bonne compagnie : aucun trublion ne menaçait les positions acquises (et bien assises). Le 28 février 1952, un arrêté gouvernemental avait interdit aux M.D.P.A., pour d'obscures raisons médicales aujourd'hui très controversées, d'exploiter leur sel en vue de la consommation humaine. Les Potasses d'Alsace s'accommodèrent sans peine de cette interdiction : en échange de leur éviction du marché du sel, elles bénéficiaient d'une situation privilégiée sur le marché de la potasse. Tout allait donc pour le mieux dans le meilleur des mon-

AKZO (4) et destinées à ses usines de Belgique. Semblablement, les soudières de Lorraine paient des ouvriers pour extraire du sel gemme à 100 kilomètres seulement des installations des M.D.P.A.

En fait, le marché européen du sel est dominé par quelques très grands groupes : la Compagnie

(4) Il est curieux de constater que les Pays-Bas, qui sont la principale victime des rejets de sel dans le Rhin, sont, en même temps, par l'intermédiaire du groupe AKZO, l'un des plus gros exportateurs de sel dans le monde.

des salins du Midi et des salines de l'Est (C.S.M.S.E.), Solvay, Rhône-Poulenc, le groupe allemand B.A.S.F. et AKZO. Or, comme le remarque M. Jenny dans son rapport d'expertise, « les indices recueillis sont suffisants pour permettre de penser que les différents marchés sont caractérisés tant au niveau national qu'au niveau international par des ententes de prix et de répartition de marchés entre les différents producteurs ». En clair, le cartel européen du sel n'est pas disposé (c'est le moins que l'on puisse dire) à favoriser l'arrivée d'un nouveau venu, c'est-à-dire la création d'une saline en Alsace.

**Troisième tableau: une affaire qui tourne à l'aigre.** Dans cet imbroglio économique-écologique, cette valse-hésitation entre différentes solutions, la politique a eu également son mot à dire. Quand les intérêts des Etats et les relations de bon voisinage sont en jeu, les gouvernements ne peuvent pas rester indifférents. Eh bien, là encore, le fiasco est total.

Une première commission spéciale chargée d'étudier la pollution du Rhin fut instituée en 1949 par les gouvernements de France, d'Allemagne fédérale, de Suisse, du Luxembourg et des Pays-Bas. Sans véritable pouvoir d'exécution, cette commission se borna à un travail technique de documentation. Sur l'insistance du gouvernement néerlandais, elle constitua néanmoins un groupe de travail chargé de la préparation d'un protocole international de lutte contre la pollution du Rhin.

Ce protocole fut adopté à Berlin en mai 1962 et amena la création, en avril 1963, d'une véritable Commission internationale pour la protection des eaux du Rhin contre la pollution. Comme dans toutes les instances internationales, les discussions et les projets l'emportèrent sur les décisions. On parla beaucoup, mais on fit peu.

Parallèlement, des réunions au niveau ministériel eurent lieu à intervalles réguliers. Au cours de l'une d'entre elles, tenue en octobre 1972 à La Haye, un premier accord fut conclu. Il n'était, hélas ! que « de principe ».

Il fallut attendre le 3 décembre 1976 pour qu'enfin une mesure positive fût adoptée. Ce jour-là, à la satisfaction générale, les ministres de l'Environnement d'Allemagne fédérale, des Pays-Bas, de Suisse, du Luxembourg et de France signèrent à Bonn une convention relative à la protection du Rhin. D'après cette convention, les Mines domaniales de potasse d'Alsace — donc le gouvernement français — s'engageaient à réinjecter, au cours d'une première étape, 3 millions de tonnes de sel dans la nappe aquifère de la Grande Oolithe. Les investissements et les coûts de fonctionnement de cette première tranche, estimés à 132 millions de francs, seraient supportés à 34 % par les Néerlandais, à 30 % par les Allemands, à 30 % par les Français et à 6 % par les Suisses.

Restait à faire ratifier cette convention par les parlements des différents pays concernés (la sanction parlementaire était nécessaire, car

l'application de la convention impliquait le déblocage de crédits). Nos partenaires firent diligence : Hollandais, Allemands et Suisses ratifièrent la convention et allèrent jusqu'à verser, en 1976 et 1977, leur contribution : respectivement 48, 40 et 8 millions de francs. En France, les choses traînèrent, et, le 3 décembre 1979, soit trois ans jour pour jour après la signature de la convention de Bonn, la ratification de celle-ci par l'Assemblée nationale fut reportée pour la troisième fois ! Parce que, selon le gouvernement, « une majorité convenable n'aurait pu être dégagée ».

Devant ce nouvel ajournement, les Hollandais sentirent le sel leur monter au nez. Leur ambassadeur à Paris fut immédiatement rappelé pour consultation, ce qui, en langage diplomatique, est le signe d'une grande irritation. Au parlement néerlandais, les députés de tous bords, moins réservés que les diplomates, crièrent au scandale et proposèrent des reprécisions économiques, comme, par exemple, l'augmentation du prix du gaz de Groningue livré à la France, ou même l'interruption totale de sa fourniture.

En France, en revanche, tant au ministère de l'Environnement qu'à l'Industrie ou aux Affaires étrangères, on s'enferma dans un mutisme prudent, preuve de la mauvaise conscience des pouvoirs publics dans cette affaire. Interrogé par nos soins, M. Jacques Leclerc, conseiller aux Affaires étrangères et chef de la délégation française à la Commission internationale pour la protection du Rhin, se borna à qualifier d'« irresponsables » tous ceux qui osaient émettre une opinion sur le sujet. Ce qui, à dire vrai, était peu aimable pour ces pauvres Hollandais.

Gageons que M. Leclerc a fait preuve de plus de doigté pour présenter à nos partenaires les nouvelles propositions françaises, lors de la réunion qui s'est tenue à Bruxelles à la fin du mois de janvier dernier. LA proposition, devrions-nous dire, car, changeant une fois de plus son fusil d'épaule, la France abandonnait la solution des injections pour préconiser... la saline de 1 million de tonnes qu'elle avait jusque-là combattue. Outre que cette saline est loin de résoudre le problème de la pollution, elle n'a pas eu l'heur de plaire à nos partenaires. D'autant moins qu'ils étaient invités à participer à son financement (250 millions de francs) !

On en est là. La France s'accroche à sa saline, dans laquelle les Pays-Bas ne voient qu'une nouvelle échappatoire. Car ils ont leur petite idée sur la question, les Hollandais : « Ce que veulent les Français, disent-ils, c'est faire traîner les choses jusqu'à la fermeture du bassin potassique alsacien, dont les réserves économiquement exploitables seront épuisées en 2005. »

Cependant trois horticulteurs hollandais en procès contre une entreprise de la République française risquent en définitive d'avoir plus de poids que toutes les autorités politiques et diplomatiques réunies. Ce qui, avouez-le, ne manquerait pas de sel !

**Sophie SEROUSSI ■**

# Des fibres de nylon pour dessaler l'eau de mer

*Tandis que le sel se déverse chaque année par millions de tonnes dans le Rhin (voir article p. 90), les industriels sont toujours à la recherche d'un procédé rentable pour transformer l'eau de mer en eau douce. Les techniques existantes sont trop coûteuses. Parallèlement aux installations géantes faisant appel au nucléaire, se développent aujourd'hui des procédés par osmose utilisant des membranes synthétiques.*

■ L'eau, si précieuse, sans laquelle toute vie disparaît, c'est à 97 % dans les Océans qu'elle se trouve, mais l'homme, les animaux, les végétaux ont besoin d'une eau douce dont les réserves, contamment épurées, recyclées, ne sont pas inépuisables. Alors, pourquoi ne pas extraire cette eau si précieuse de la mer elle-même ? Cette idée de dessalement, thème d'un récent congrès à Nice en octobre dernier, n'est certes pas nouvelle puisque Aristote lui-même, expliquait plusieurs siècles avant notre ère, que lorsque « l'eau de mer s'évapore, elle devient douce et sa saveur, une fois condensée, n'est pas salée ».

Ainsi, dans un avenir très proche, le dessalement apparaîtra comme un complément classique des moyens traditionnels d'exploitation des eaux de surface ou des nappes souterraines, non seulement dans des zones arides, mais également dans des régions industrialisées de climat tempéré. En effet, si les besoins s'accroissent rapidement, les ressources en eau douce se trouvent par contre limitées, souvent inaccessibles avec un niveau très important de pollution. C'est ainsi que des situations de pénurie graves existent localement par suite, soit de l'aridité du climat, soit de la pollution, ou encore de la concentration démographique.

Afin de mieux comprendre ce problème, il est bon de mentionner les principaux procédés de dessalement en rappelant simplement que dessaler l'eau conduit à fractionner une masse initiale d'eau salée, possédant un certain potentiel chimique, en deux masses : l'une dépourvue de sel et l'autre concentrée en sel.

Dans une étude, publiée en 1978, M. Alain Maurel, Ingénieur au Commissariat à l'Énergie

Atomique, observe que 27 procédés de dessalement sont actuellement recensés. En fait, remarque ce dernier, la totalité des installations actuellement en service fait appel à deux grandes familles de procédés : les procédés par évaporation qui représentent plus de 80 % de la production et les procédés de séparation par membranes, plus récents.

**Les procédés par évaporation.** Le premier de ces systèmes est la Compression de vapeur : l'eau de mer émet une vapeur d'eau pure et plus ou moins chauffée (de 0,55 à 100 °C). Pour récupérer la chaleur latente de vaporisation, on comprime cette vapeur de façon que son point de rosée soit à la température de la valeur émise, puis on l'envoie dans un faisceau de tubes verticaux ou horizontaux chauffant l'eau de mer à distiller.

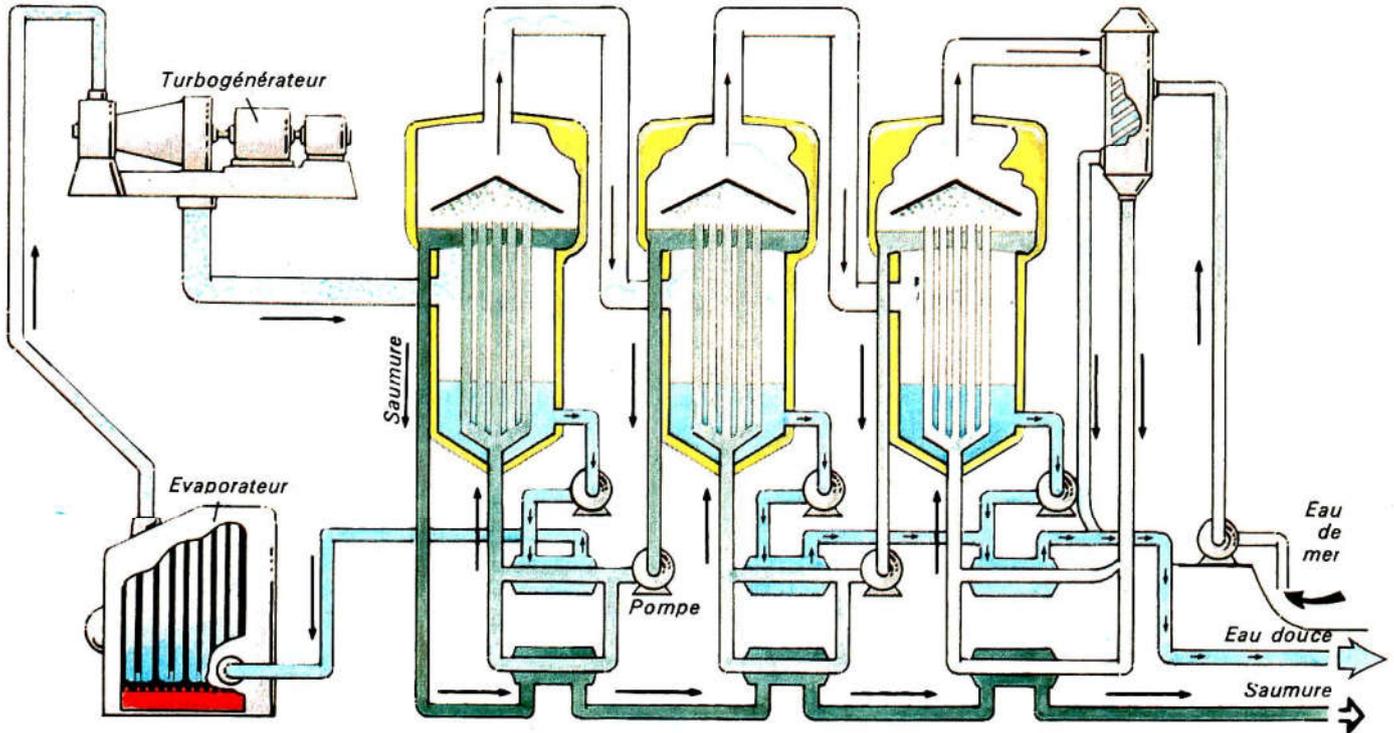
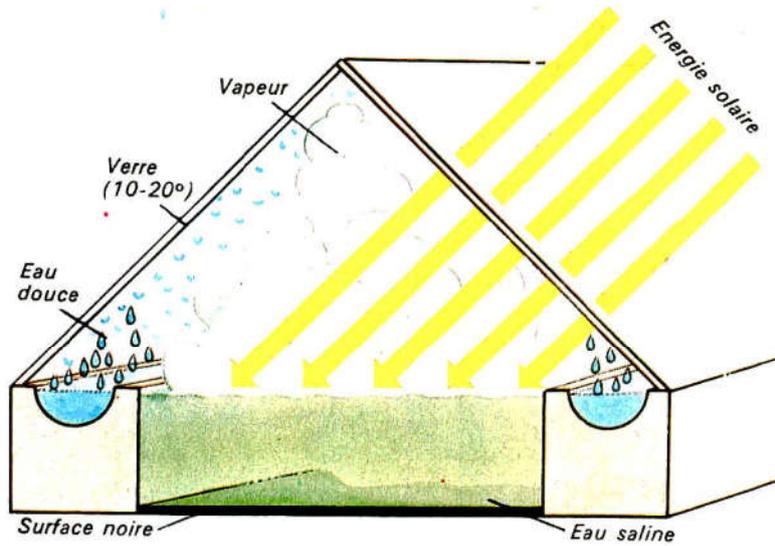
A noter que le compresseur peut être une machine rotative axiale ou centrifuge, un éjecteur à vapeur ou encore une trompe à eau. L'inconvénient majeur de ce procédé réside dans le grand volume de vapeur à comprimer et les rendements relativement faibles des compresseurs. On peut dire qu'actuellement le procédé est appliqué pour des capacités assez faibles : 50 à 500 m<sup>3</sup>/j. Néanmoins, un grand nombre de petites installations de ce type fonctionnent actuellement dans le monde.

Autre système employé, le procédé multiple effet dit à « descendage » ou LTV (longs tubes verticaux) mis au point à l'aube de ce siècle par le français Kestmer. Le principe est simple : la vapeur émise dans l'évaporation de tête à la pression atmosphérique est envoyée ensuite dans l'évaporateur suivant où l'eau de mer est en équilibre, à une pression légèrement inférieure,

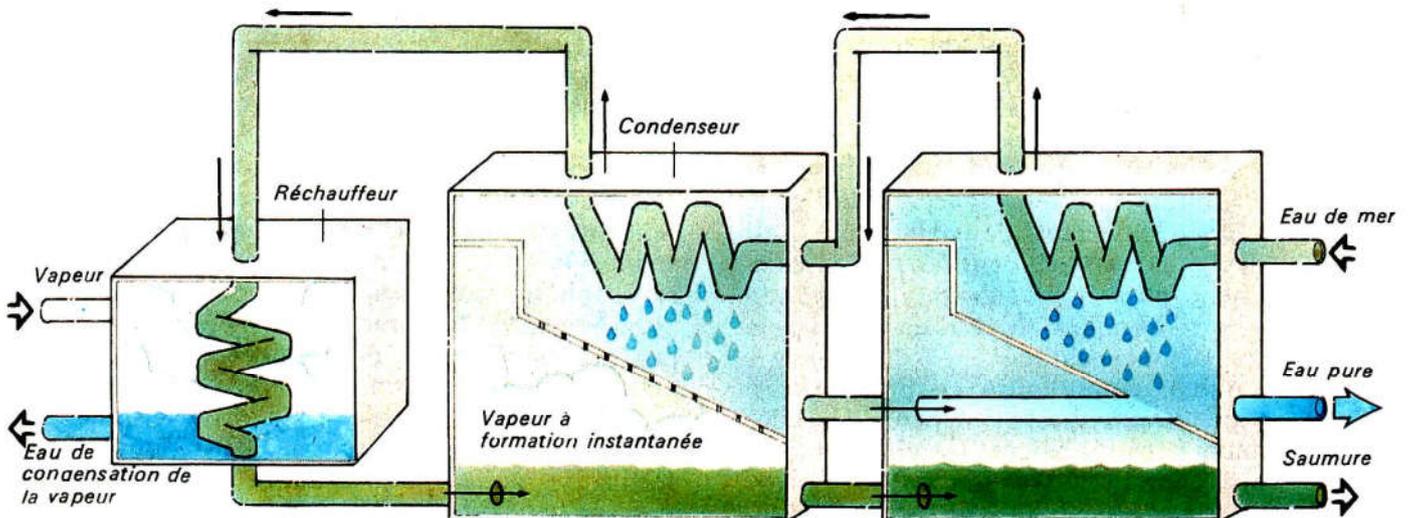
(suite du texte page 102)

# DU PLUS SIMPLE AU PLUS COMPLIQUÉ LES CINQ PROCÉDÉS DE DESSALEMENT

**LA DISTILLATION PAR ÉNERGIE SOLAIRE :** ce procédé de dessalement par évaporation en serre, bien que d'une extrême simplicité, peut être intéressant si les installations sont nombreuses. La productivité n'atteint que quelques litres d'eau douce par jour pour les installations existantes.



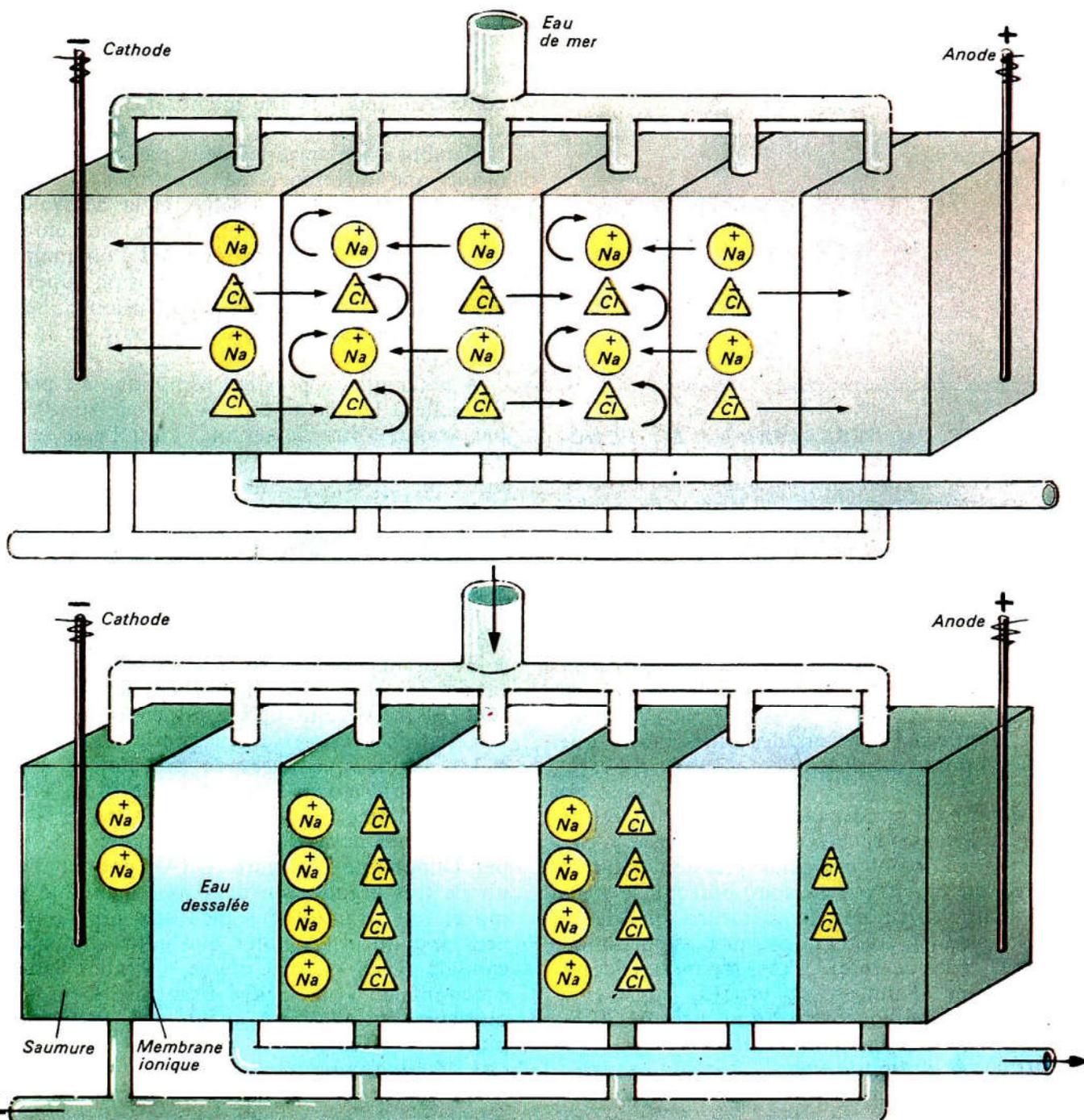
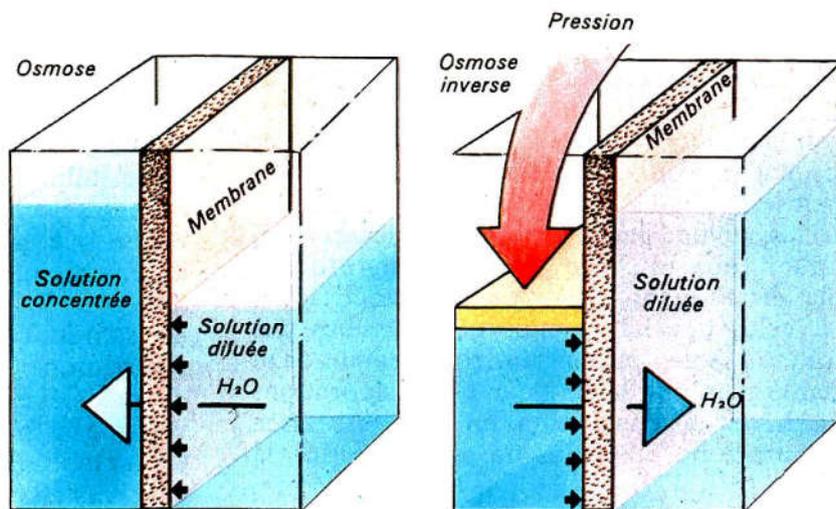
**LA DISTILLATION PAR « DESCENDAGE »** ou L.T.V. (Longs Tubes Verticaux) : l'eau de mer, chauffée à pression atmosphérique se sépare en vapeur d'eau et en gouttelettes de saumure dans le compartiment de tête au-dessus de l'évaporateur. Là, les gouttes de saumure sont défléchies par le cône et tombent dans la conduite de gauche. La vapeur d'eau s'échappe, elle, de l'autre côté pour gagner l'étage suivant d'évaporation. Le point d'ébullition est repoussé par réduction de la pression à chaque étage.



**LA DISTILLATION « FLASH »** (Procédé à décharges successives) : il s'agit du plus moderne des systèmes du type par évaporation. L'eau est maintenue sous pression pendant la durée du chauffage, puis se détend dans une chambre en sur-pression (vapeur à formation instantanée). L'eau pure est recueillie après condensation, la saumure se déposant dans le bas de la dernière chambre.

Dessins Cl. Barrué

**L'OSMOSE INVERSE** (Procédé à membranes) : on dispose, dans le principe, d'un récipient qu'une membrane sélective sépare en deux compartiments, l'un contenant une solution concentrée, l'autre une solution diluée. La différence de pression s'exerçant sur la membrane permet à l'eau presque pure de diffuser vers l'eau salée : c'est le phénomène d'osmose. Mais si l'on maintient au-dessus de l'eau salée une pression supérieure à la pression d'osmose le phénomène s'effectue en sens inverse, l'eau pure se dégageant de la solution salée.

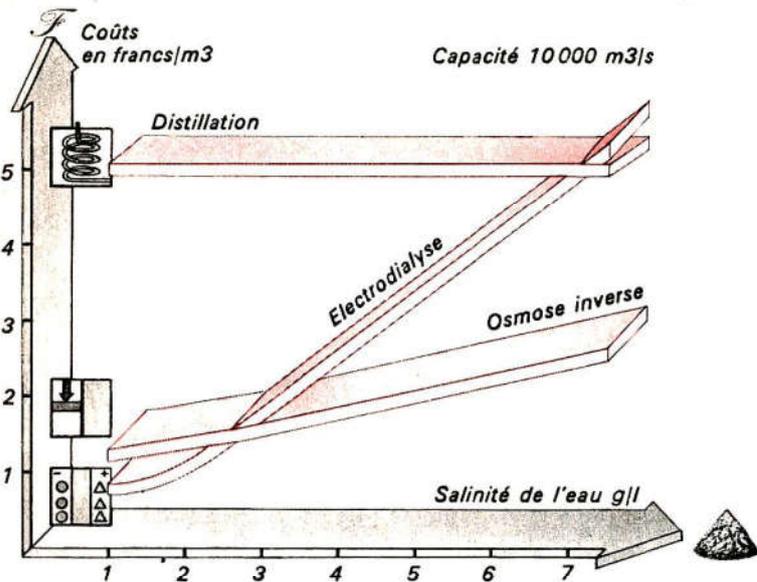


**L'ÉLECTRODIALYSE** (Procédé à membranes) : par application d'un champ électrique (schéma du haut), les ions sodium  $\text{Na}^+$  et les ions chlorure  $\text{Cl}^-$  sont attirés de part et d'autre de membranes sélectives. Ils sont finalement concentrés dans des compartiments respectifs, laissant l'eau dessalée (schéma du bas) dans les compartiments intermédiaires. L'eau douce et la saumure sont recueillies dans des conduites séparées.

(suite de la page 99)

avec sa vapeur et s'y condense en vaporisant l'eau de mer. La vapeur produite est envoyée dans l'effet suivant et ainsi de suite. Permettant d'obtenir des coefficients de transfert élevés, ce procédé n'a cependant pas encore réussi à s'imposer sur le marché du dessalement.

Autre système par évaporation, le HTME (horizontal tube multiple effet) est un procédé multiple effet ayant un cycle thermique identique à celui des LTV, mais où les tubes des évaporateurs sont placés horizontalement. On peut remarquer que la hauteur des évaporations étant réduite, la conception en tour est aisée et le débutage ne pose plus de problème. Ici, la



**LES COÛTS DU DESSALEMENT EN FONCTION DE LA SALINITÉ :** on remarque sur ce schéma que le coût des procédés par évaporation demeure à peu près constant, quel que soit le degré de salinité. Pour les eaux présentant une faible concentration, l'avantage revient à l'électrodialyse, procédé donc intéressant pour le traitement des eaux saumâtres. Dès que la salinité dépasse 5 à 6 grammes par litre, l'osmose inverse paraît plus indiquée. Pour les eaux de mer où la concentration moyenne atteint une trentaine de grammes, on en revient tout naturellement aux installations de distillation à multiple effet.

vapeur circule à l'intérieur des tubes tandis que l'eau à évaporer est distribuée en pluie à l'extérieur.

Le quatrième et dernier système cité est le procédé à détentes successives ou « flash ». L'eau de mer y est maintenue sous pression pendant la durée du chauffage puis est introduite dans une chambre avec une température supérieure à la pression (le résultat est une vaporisation spontanée par détente). Très répandu, depuis une douzaine d'années, ce procédé représente avec plus de 2 millions de m<sup>3</sup>/jour, près de 70 % de la capacité mondiale cumulée.

**Les procédés à membranes.** L'osmose inverse et l'électrodialyse sont deux procédés utilisés pour le traitement des eaux saumâtres ayant des salinités comprises entre 1 et 10 grammes par litre. Utilisant des membranes semi-perméables qui permettent la séparation de l'eau et des sels dissous, ces procédés travaillent à

froid ne consommant que de l'énergie électrique.

L'électrodialyse est un système de dessalement consistant à éliminer les sels dissous dans les eaux salines par migration à travers des membranes sélectives sous l'action d'un champ électrique. Ce procédé de dessalement est particulièrement intéressant du point de vue économique pour le traitement d'eaux saumâtres de faible salinité ( $\leq 5$  g/l). Pour l'eau de mer, la consommation d'énergie et l'investissement sont encore élevés. En France, ce procédé a été développé par le Centre d'Etudes Nucléaire de Cadarache (Bouches-du-Rhône) maître-d'œuvre de l'installation de Port-Cros dans le Var (50 m<sup>3</sup>/j) et d'une unité de 300 m<sup>3</sup>/jour pour l'alimentation en eau douce d'un village en Egypte.

Autre procédé à membranes, l'osmose inverse a pour principe un récipient divisé en deux compartiments par une membrane sélective, l'un contenant de l'eau pure et l'autre de l'eau salée. Il s'établit ainsi entre les deux parois de la membrane une différence de pression : l'eau pure diffuse alors vers l'eau salée, et la dénivellation mesure la pression osmotique existant entre les deux parois de la membrane. Si l'on maintient au-dessus de l'eau salée une pression supérieure à la pression osmotique, la diffusion a lieu en sens inverse, retirant ainsi l'eau pure de la solution salée.

A noter que la pression osmotique est proportionnelle à la teneur en sels dissous, soit 0,7 bar par gramme/litre de salinité. Pour l'eau de mer, elle est environ de 25 bars. (La concentration moyenne en sels atteint, en effet, 35 g/l.) Ainsi, si l'on veut avoir des débits suffisants, la pression appliquée doit être supérieure à cette valeur théorique. Dans le cas de l'eau de mer, elle est actuellement de 60 bars...

Deux types de membranes existent actuellement sur le marché :

- les premières à base d'acétate cellulose sont fabriquées en France et une installation produisant 50 m<sup>3</sup>/j d'eau douce est en service à l'île d'Houat en Bretagne depuis plusieurs années.

- les secondes, à bases de polyamides aromatiques se présentent sous forme de fibres creuses avec un diamètre intérieur de l'ordre de 40 microns. Cette nouvelle technologie, mise au point par Dupont de Nemours (USA), permet d'obtenir de très grandes surfaces sous un faible volume et une grande résistance aux pressions élevées appliquées. A noter que pour alimenter sa capitale Ryad en eau douce, l'Arabie Saoudite a commandé à la Société Française Degremont, plusieurs installations ayant une capacité de plus de 200 000 m<sup>3</sup>/j.

**Les développements futurs.** Deux grandes perspectives sont à retenir dans le domaine du dessalement : l'énergie nucléaire et l'énergie solaire.

En ce qui concerne la première, on remarque que les installations nucléaires sont d'autant plus avantageuses du point de vue économique que leur puissance est plus forte. Il existe ainsi

(suite du texte page 156)

# INDUSTRIE

## INDUSTRIE

### **Les comptables et les gestionnaires contre les innovateurs et les audacieux**

« Les entreprises industrielles privilégient à nouveau la recherche d'économies, de préférence à l'innovation : les budgets 1980 en témoignent. Certes, on investira et l'on embauchera sans doute dans les industries liées à l'espace, à l'énergie nucléaire, ou à l'électronique. Mais le gros de l'industrie française ? Dans la plupart des branches, on va donner des consignes d'économie : les innovateurs, les audacieux, les preneurs de risques, devront donc patienter, attendre des temps meilleurs pour faire accepter leurs projets.

« Peut-on sérieusement envisager que ce type de gestion s'installe durablement ? L'esprit d'entreprise peut-il, à la longue, survivre dans un système où prédomine l'esprit comptable ? » Qui part ainsi en guerre, sur un ton aussi polémique, contre les gestionnaires et les comptables, contre la pusillanimité des entreprises industrielles, contre la politique d'économies à tout prix qui est menée au détriment de la capacité d'innovation et de l'investissement créateur ? Personne d'autre que l'un des premiers groupes industriels français, la Compagnie de Saint-Gobain-Pont-à-Mousson, dans sa dernière lettre trimestrielle « Economie et Industrie »..

On n'a sans doute pas pleinement mesuré l'ampleur des économies réalisées dans l'industrie depuis le choc de 1974-1975, rappelle la Compagnie. « Chasse aux stocks » d'abord : non seulement ceux-ci ne sont pas revenus au niveau de 1974, mais d'année en année, on continue à les réduire, qu'il s'agisse des stocks de matières premières et de demi-produits (7,5 semaines de production en 1976, 6,8 en 1979), ou des stocks de produits finis. Ces derniers sont aujourd'hui à 5,3 semaines de production, ce qui est très bas. « Une semaine de production représentant 2 % du chiffre d'affaires annuel, cela constitue un allègement très sensible, venant en diminution du capital et des charges financières correspondantes. »

Réorganisation du processus de production, ensuite, dont témoignent les économies réalisées sur les consommations intermédiaires (énergie, matières premières et demi-produits). Le ratio de consommation spécifique biens intermédiaires/valeur ajoutée a baissé de 2 % par an au cours des quatre dernières années. Puisqu'il n'y a pas eu d'innovation technique majeure durant cette période, il faut voir là le résultat d'efforts de rationalisation et d'organisation.

Augmentation de l'efficacité du capital par unité produite, encore, que ce soit par l'abandon pur et simple de projets, la limitation de la taille des équipements, l'effort pour supprimer le luxe dans les installations industrielles et le retour à des conceptions plus « spartiates ». Développement de la productivité du travail, enfin, découlant en grande partie des économies de main-d'œuvre, c'est-à-dire de la réduction des effectifs employés. A titre indicatif, le chiffre d'affaires par personne employée est ainsi passé dans le Groupe Saint-Gobain-Pont-à-Mousson, de 115 (1970) à 170 (1978) milliers de francs 1975. « Le processus a été logique : on a cherché à faire d'abord le maximum d'économies « matérielles » (gestion des stocks et économies de matières premières notamment), avant d'en venir à réduire les effectifs. Mais cette réduction est devenue inévitable. »

Ces économies « tous azimuts »

en matière de prix de revient, cette gestion vertueuse « tous boulons serrés » entraînaient un début d'amélioration sur les marges industrielles qui pouvait laisser espérer le retour à une politique d'investissement dynamique. « Feu de paille, dit la Compagnie de Saint-Gobain-Pont-à-Mousson, 1980 risque d'être l'année de la frustration. » Pourquoi ? A cause de la dernière augmentation du prix de l'énergie qui « annule à elle seule une large part des efforts d'économies évoqués ci-dessus ». A cause de la montée inexorable des cotisations sociales : plus 6 points en 4 ans. Et à cause de la hausse ininterrompue des taux d'intérêt. Conclusion : « Une fois de plus, la priorité sera aux gestionnaires ». A court terme, les industriels n'ont certes pas le choix. Pourtant, commente la Compagnie, il faudrait au moins moduler, nuancer, cet objectif d'économie, en fonction des entreprises et des marchés. « Faire de la gestion » — et uniquement de la gestion — s'impose certes pour certains secteurs en difficulté. Mais ces derniers ne représentent pas, quoiqu'on en dise, la majorité de l'industrie. « La recherche d'un dosage optimal entre gestion et innovation conditionne largement la compétitivité des années 80. Peu suspects de laxisme, les Allemands et les Japonais s'attachent cependant à préserver leurs facultés d'expansion et y parviennent plutôt mieux que les Français. Cela prouve au

moins qu'il n'y a pas de fatalité. Il est clair que les entreprises doivent poursuivre les efforts d'économies entamés depuis cinq ans. Mais, sous peine de dépérissement, il faut qu'elles puissent aussi penser à se développer, et à prendre des risques. C'est à cette condition que les efforts de gestion porteront à terme, tous leurs fruits.»

## SECURITE

### **Une tour pour simuler les incendies**

Les Canadiens ont entrepris de construire une installation expérimentale unique en son genre permettant de simuler et d'étudier les incendies survenant dans les bâtiments de grande hauteur.

Il s'agit d'une véritable tour, présentant toutes les caractéristiques internes d'une construction courante de 10 étages, chacun d'une surface de plancher de 123 m<sup>2</sup>, en cours de construction à Carleton Place, un petit village des environs d'Ottawa.

Conçue pour résister aux nombreux incendies expérimentaux qui y seront allumés, cette tour sera principalement utilisée pour l'étude de la propagation de la fumée et de la circulation de l'air dans les bâtiments élevés.

Une installation annexe permettra de produire des incendies expérimentaux limités à une seule pièce et d'étudier la propagation des flammes et de la fumée dans des maquettes d'appartements ou de maisons à deux étages.

■ ■ **Les petites gouttes faisant les grandes rivières.** un inventeur suisse s'est avisé, alors qu'il se douchait, de la perte en eau chaude et froide due à tous les instants où la douche coule inutilement. Ce qui l'a conduit à concevoir un système d'arrêt du flux qui se place avant le mélangeur : incorporé à la poignée, un poussoir permet, à volonté, d'arrêter l'eau ou de la faire couler. La nouvelle douche à main « water stop » commence à être commercialisée en Suisse (Sté Ardec, Sainte Beuve 4, CH 1005 Lausanne).

## SECURITE

### **L'informatique à l'aide des aiguilleurs de l'eau**

D'ici un an, les navires empruntant la Manche seront « filés » à l'aide d'ordinateurs alimentés par radar, grâce à des installations actuellement mises en place dans un centre situé près de Douvres, où quarante garde-côtes surveillent déjà les navires de passage et fournissent à leurs équipages des renseignements sur les conditions météorologiques, ainsi que sur les difficultés et dangers susceptibles de se présenter.

Une fois un navire repéré par radar et le contact établi par radio, son itinéraire sera automatiquement contrôlé par ordinateur et mis en mémoire. A tout instant, les garde-côtes pourront faire apparaître sur un écran de télévision les derniers renseignements sur le cap, la vitesse et la destination des vaisseaux suivis par les radars.

Si deux navires se dirigent l'un vers l'autre, ou si l'un s'aventure en dehors de son couloir de navigation, l'ordinateur déclenchera automatiquement un signal d'alarme, directement transmis par radio aux équipages.

Cinq cents navires empruntent quotidiennement la Manche. La moitié du tonnage qu'ils transportent est constituée de matériels et denrées solides, mais les seconds usagers de cette bande large seulement de 32 km sont les navires-citernes.

A la suite d'une grave collision, un système de couloirs de navigation à sens unique fut mis au point en 1967 et rendu obligatoire 10 ans plus tard. Les bateaux qui ne respectent pas ces couloirs sont identifiés et signalés par les stations radar des garde-côtes britanniques et français et soumis à de fortes amendes (jusqu'à 50 000 livres britanniques).

Le nombre des infractions est tombé de 29 par jour en 1977 à 16 par jour en 1978 et 7 par jour fin 1979. On estime que ce système de navigation évite aux seules compagnies britanniques de transports maritimes 3 millions de livres par an de pertes dues aux accidents.

L'amélioration de la surveillance par le nouveau système informatique devrait permettre de diminuer encore le taux des accidents dans la Manche, bien que les services de garde-côtes

estiment qu'il approche désormais de son niveau minimum.

## ECHANGES TECHNIQUES

### **Le Japon est devenu vendeur**

Selon le dernier rapport de l'Agence japonaise pour la science et la technologie, cette image qui présente le Japon comme sans imagination, achetant les idées des autres et faisant fortune avec, est désormais un mythe.

En 1977 et 1978, dernières années connues, le Japon a en effet vendu au reste du monde davantage d'idées, de procédés et de techniques qu'il ne lui en a acheté.

Déjà en 1977, les exportations japonaises de matière grise, brevets et licences, avaient atteint 233 millions de dollars, les importations 103 millions seulement, soit un excédent de 130 millions de dollars. Mais si l'on comptabilisait les contrats conclus les années précédentes et encore en vigueur, la balance japonaise des échanges technologiques restait déficitaire.

En 1978, par contre, cette balance est devenue globalement excédentaire. Malgré une progression de 11,8 % des achats de technologies étrangères, signe de la reprise des investissements industriels au Japon.

■ ■ **Seul le secteur tertiaire reste actuellement créateur d'emplois.** Selon les derniers chiffres connus (1978), pendant que l'industrie (bâtiment et travaux publics inclus) perdait 125 000 emplois, le secteur tertiaire en créait 160 000 dans les transports et les services marchands, 30 000 dans les services publics, 22 000 dans le commerce, 10 000 dans la banque et l'assurance.

## La Villette musée « utilitaire »

Le sort en est jeté, le futur Musée national des Sciences et de l'Industrie, dont les travaux d'aménagement doivent commencer à la fin de l'année pour s'ouvrir au public dès 1983 dans ce qui devait être la grande salle des abattoirs de la Villette, sera davantage une exposition des techniques modernes, notamment de pointe, qu'un « véritable » musée scientifique.



Et si science fondamentale, histoire des sciences et anciennes machines seront tout de même parfois présentes, ce sera moins en raison de leur intérêt propre, et du témoignage qu'elles portent de la démarche de l'esprit humain, que pour mettre en valeur le progrès, l'aboutissement, la réussite et les perspectives de la technologie et de l'industrie françaises actuelles. Cette option fondamentale est justifiée sur plusieurs plans dans le rapport de la Mission d'étude du musée, présidée par le Pr. Maurice Lévy, qui vient d'être rendu public.

Au niveau de l'individu : « Nous vivons une période de transition entre une gestion technocratique et même aristocratique des applications de la science et une véritable gestion démocratique. Pour faciliter cette transition, il faut que chaque individu puisse se familiariser avec chacun des éléments de notre civilisation technologique et apprendre à se servir des plus importants d'entre eux. »

Au niveau de notre économie : « Jamais l'essor de notre pays n'a tellement dépendu de la mobilisation de toutes ses ressources, particulièrement humaines. Il est nécessaire de faire un effort accru pour développer la créativité et l'innovation, pour sensibiliser les jeunes générations à tout ce que les sciences et les techniques ont de fondamental pour le développement de nos sociétés. »

Enfin au niveau de notre indus-

trie : « Il est nécessaire de pouvoir modifier rapidement l'image de la France à l'étranger pour qu'elle puisse jouer un rôle plus dynamique dans les échanges industriels, essentiels pour notre économie, et conquérir en particulier de nouveaux débouchés au niveau des industries de pointe. »

La partie centrale du musée — une surface de 50 000 à 60 000 m<sup>2</sup> — comportera des présentations quasi-permanentes, c'est-à-dire à renouvellement lent : en moyenne tous les dix ans. Le rapport de la Mission d'étude insiste et souligne : ces présentations doivent porter sur la science et la technologie modernes et sur les réalisations industrielles les plus significatives. Avec moult réticences, il concède : « Une approche historique peut cependant être incluse dans les présentations », mais seulement « dans la mesure où elle permet d'éclairer la situation présente ».

Les présentations se feront selon une approche non pas disciplinaire, mais thématique — la lumière, les sons, le corps humain... — intégrant les aspects scientifiques, techniques et industriels et constituant un ensemble explicatif. Les thèmes de base, couvrant chacun de 1 000 à 2 000 m<sup>2</sup>, seront regroupés par certains thèmes unificateurs horizontaux — énergie, information... — « les thèmes pris isolément ne permettant pas de faire appréhender facilement un certain nombre d'élé-

ments unificateurs fondamentaux qui sont à la base de la compréhension scientifique ». Enfin, l'ensemble serait réparti en quatre grandes sections : l'univers, la vie, la matière et la technique, les sociétés humaines.

Ces présentations permanentes seront complétées par des expositions temporaires, sur une surface de 15 à 20 000 m<sup>2</sup>, « pour suivre l'actualité, sensibiliser le public à certains problèmes (économies d'énergie, utilisation de l'informatique) et favoriser une politique dynamique de promotion industrielle ». Réalisées avec l'industrie et les grands établissements publics — et financées par eux — ces expositions temporaires auront pour « but essentiel de constituer une vitrine des réalisations industrielles françaises au moment où celles-ci peuvent avoir le plus d'impact ».

■ ■ **Un PVC résistant à la chaleur** a été développé par une société japonaise. Ce nouveau matériau ne craindrait pas des températures de l'ordre de 200°. A l'inverse des PVC ordinaires, faits de fibres polymères ressemblant à du coton, le PVC japonais présente une structure croisée qui lui permet de mieux résister à la flamme et à la chaleur. Du coup, il est utilisable pour les gaines de câbles électriques ainsi que pour les composants électriques des téléviseurs et des chaînes stéréo.

## Chariot élévateur mobile et rotatif

Parce que les conteneurs se trouvent souvent à des endroits où les camions ne peuvent arriver — rues étroites, cours intérieures, parcs, campings, voies piétonnières — une entreprise néerlandaise a conçu ce chariot élévateur mobile et à fourches rotatives.

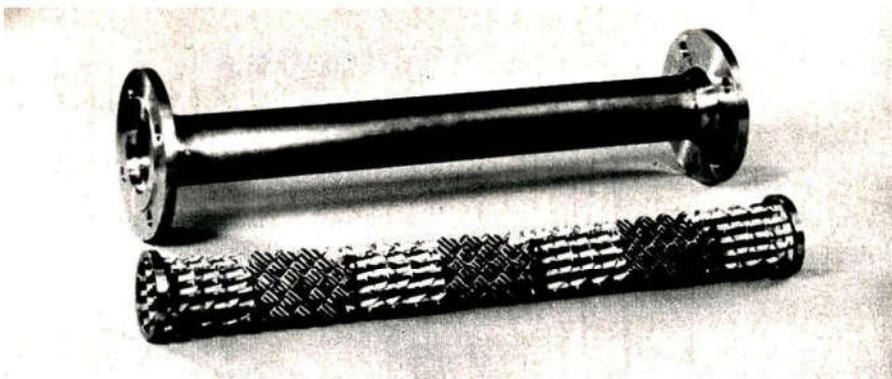


L'appareil, équipé de sa propre propulsion, moteur à essence, Diesel, ou électromoteur, se déplace à une vitesse maximum de 6 km/h. Une minute suffit à le monter sur n'importe quel camion ou à l'en dégager : les fourches viennent se glisser dans un porte-châssis installé sur ce camion, après quoi le chariot se lève lui-même.

Les fourches peuvent se mouvoir non seulement de façon rectiligne, mais aussi rotative, ce qui rend accessibles tous les conteneurs et permet de les décharger plus facilement au-dessus du camion.

Caractéristiques techniques : poids : 850 kg ; hauteur de levage : 2,80 m ; puissance de levage : 1 700 kg.

(Représentant en France : Société Sanef, route de Paris, 14630 Cagny.)



## Un mélangeur pour les cas difficiles

Mélanger des liquides ayant de très fortes différences de viscosité — un durcisseur avec une résine époxyde, des solutions aqueuses de colorants avec de la viscosité, de l'huile minérale avec du polystyrène en fusion — constitue l'un des problèmes les plus difficiles à résoudre dans la technologie des mélanges.

D'où l'intérêt de ce mélangeur statique, mis au point par la firme suisse Sulzer qui, constitué de lames entrecroisées et disposées en biais dans un tuyau par rapport à l'axe de ce dernier (notre photo), produit une subdivision de l'additif et donc un mélange continu

avec le courant principal.

Le grand nombre des lames empêche tout passage préférentiel de l'additif peu visqueux, caractéristique à ce genre de problèmes de mélange.

Le nouveau mélangeur présente d'autres propriétés intéressantes : insensibilité aux variations de débit, entretien réduit du fait de l'absence de pièces mobiles, faible consommation d'énergie par rapport aux mélangeurs dynamiques.

La longueur du dispositif s'adapte aux exigences d'homogénéité du problème particulier de mélange à traiter et peut être calculée d'avance.

## CONCOURS

### Prix de la recherche sur l'énergie

La Société française des pétroles BP lance, comme ses homologues étrangères, un Prix français de la recherche sur l'énergie. Objectif : stimuler les idées et favoriser le développement d'une sélection de projets de recherche axés sur la conservation et la meilleure utilisation de l'énergie.

Ces projets peuvent être aussi bien des recherches préliminaires sur des idées nouvelles, que des études de faisabilité, ou des développements de recherches existantes. Les chercheurs individuels peuvent concourir au même titre que les équipes de recherches relevant des universités, instituts, écoles et organismes de recherche.

Le Prix français se déroulera en trois étapes. 15 à 20 résumés de projets seront d'abord présélectionnés ; ils recevront une récompense de 1 000 F. Parmi eux, 3 projets seront sélectionnés, qui bénéficieront chacun d'une bourse de 125 000 F destinée à couvrir les frais d'une année de recherche. A l'issue de cette année, le vainqueur recevra un prix de 50 000 F (20 000 F pour le second,

10 000 F pour le troisième), ainsi qu'une nouvelle bourse de 125 000 F pour financer une seconde année de recherche.

Le lauréat du Prix français participera enfin à une compétition finale avec les lauréats des Prix similaires organisés dans différents pays étrangers par le Groupe B.P. Le vainqueur de cette ultime compétition se verra décerner à Londres, en juillet 1982, un prix de 10 000 livres, tandis que 4 000 livres échoieront au second et 3 000 livres au troisième.

Le jury est composé d'experts scientifiques indépendants de B.P. En France, il est présidé par M. Louis Leprince-Ringuet. (Renseignements : S.F.B.P., 10, quai Paul-Doumer, 92400 Courbevoie. Tél. 256.48.000).

## Des marchés à saisir

Les innovations (produits menés au dernier stade de leur développement industriel) 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 et 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 et 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.

### DÉTECTEUR DE VÉHICULES VOLÉS

#### Quoi ?

Ce détecteur a en mémoire la liste des numéros minéralogiques des véhicules volés. Il la confronte aux numéros minéralogiques de la voiture contrôlée et affiche le résultat de cette comparaison.

#### Comment ?

Les numéros minéralogiques des véhicules volés ou recherchés figurent sur des listes détenues par la police, la gendarmerie, les douanes, etc. Actuellement, il faut, pour chaque contrôle de véhicule suspect, confronter son numéro à ces listes. Un travail lent, fastidieux, au résultat incertain et qui limite singulièrement le nombre des véhicules contrôlés.

L'idée de l'invention consiste à apposer sur la face intérieure d'une paroi non magnétique du véhicule, par exemple le pare-brise, un feuillet portant en caractères magnétiques le numéro minéralogique. Le détecteur lui-même est composé d'un lecteur magnétique de ce feuillet au travers du pare-brise, d'une mémoire contenant les numéros des véhicules recherchés, et d'un comparateur qui, informé par le lecteur et la mémoire, affiche le résultat de ses comparaisons. Cet affichage peut être sonore ou lumineux, de même qu'il peut s'effectuer de façon dissimulée, par exemple par un pulseur tenu par la personne effectuant le contrôle.

### APPAREIL D'ASSISTANCE RESPIRATOIRE

#### Quoi ?

Conçu par un kinésithérapeute, un appareil d'assistance respiratoire, pouvant être utilisé à domicile, pour la rééducation des bronchiteux chroniques, asthmatiques, emphysémateux, etc.

problème de l'insuffisance respiratoire en général.

Il est constitué d'une longue sangle qui entoure le thorax et une partie de l'abdomen. Suivant la commande du patient, et par l'intermédiaire d'un sys-

tème pneumatique, cette sangle induit l'expiration en serrant et permet l'inspiration en se dé-tendant.

La sangle serre le thorax symétriquement et la force s'exerce essentiellement sur le tiers antérieur de ce dernier, le plus mobile, et de façon tangentielle, ce qui évite toute sensation de gêne pour le patient. Une soupape de sûreté réglable permet d'adapter la force exercée à chaque individu.

La répétition de l'exercice amène une amélioration de la capacité respiratoire, une diminution du volume résiduel, une augmentation des possibilités d'effort.

#### Marché

Il y a en France trois millions d'insuffisants respiratoires. Cet appareil peut être utilisé en cabinet par les kinésithérapeutes. Sa petite taille et sa simplicité d'emploi permettent aussi son utilisation au domicile du malade.

#### Pour qui ?

Pour une maison de matériel médical qui en assurerait la fabrication et la diffusion.

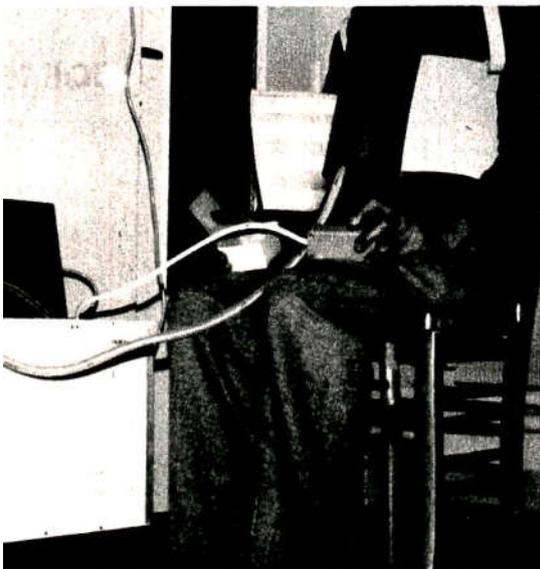
**Comment passer dans cette rubrique ?** Ne faites pas preuve d'une modestie excessive. Nous ne pouvons alimenter cette rubrique que grâce aux informations que nos lecteurs font l'effort de nous faire parvenir sur leurs propres créations. Pour que nous les écoutions, encore faut-il qu'ils se manifestent...

Si vous avez conçu une innovation ou un produit nouveau faites-le nous savoir : un brevet qui dort au fond d'un tiroir n'a jamais enrichi personne... 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 ainsi que tout document dont vous pouvez disposer attestant de son bon fonctionnement. Ces documents, même non insérés, ne pourront être rendus. 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.

**Science et Vie** rappelle à ses lecteurs que grâce à des accords exclusifs passés avec « Technotec » et avec « Transinove », outils informatiques de transferts de technologies, savoir faire et produits nouveaux fonctionnant à l'échelle internationale, notre revue offre aux inventeurs-innovateurs, dont nous sélectionnons chaque mois les créations pour les publier dans « Des marchés à saisir », l'insertion gratuite de leurs créations, pendant un an, dans ces deux banques de technologies. D'autre part la SOFIREM (Société Financière pour favoriser l'industrialisation des Régions Minières) prendra contact directement avec les responsables des innovations qu'elle juge particulièrement valables.

#### Comment ?

Cet appareil permet l'expiration lente et profonde que le malade est incapable d'obtenir par ses propres muscles, l'expiration semblant être le principal



## Un ordinateur à la place d'une chaudière

Lorsqu'il s'agit d'économiser l'énergie, toutes les idées sont intéressantes. Ainsi celle née dans une compagnie du New Jersey et qui va sans doute faire son chemin.

L'entreprise, INSCO System (filiale du groupe d'assurance Continental) est une société de services en informatique. Elle possède trois gros ordinateurs IBM 3033 qui, comme toutes les machines de cette taille, chauffent beaucoup lorsqu'ils fonctionnent : les milliers de composants électroniques et les fils de connexions qui constituent le cœur d'un ordinateur dégagent d'énormes quantités de chaleur et toutes les salles d'ordinateur doivent être équipées d'un imposant système de réfrigération.

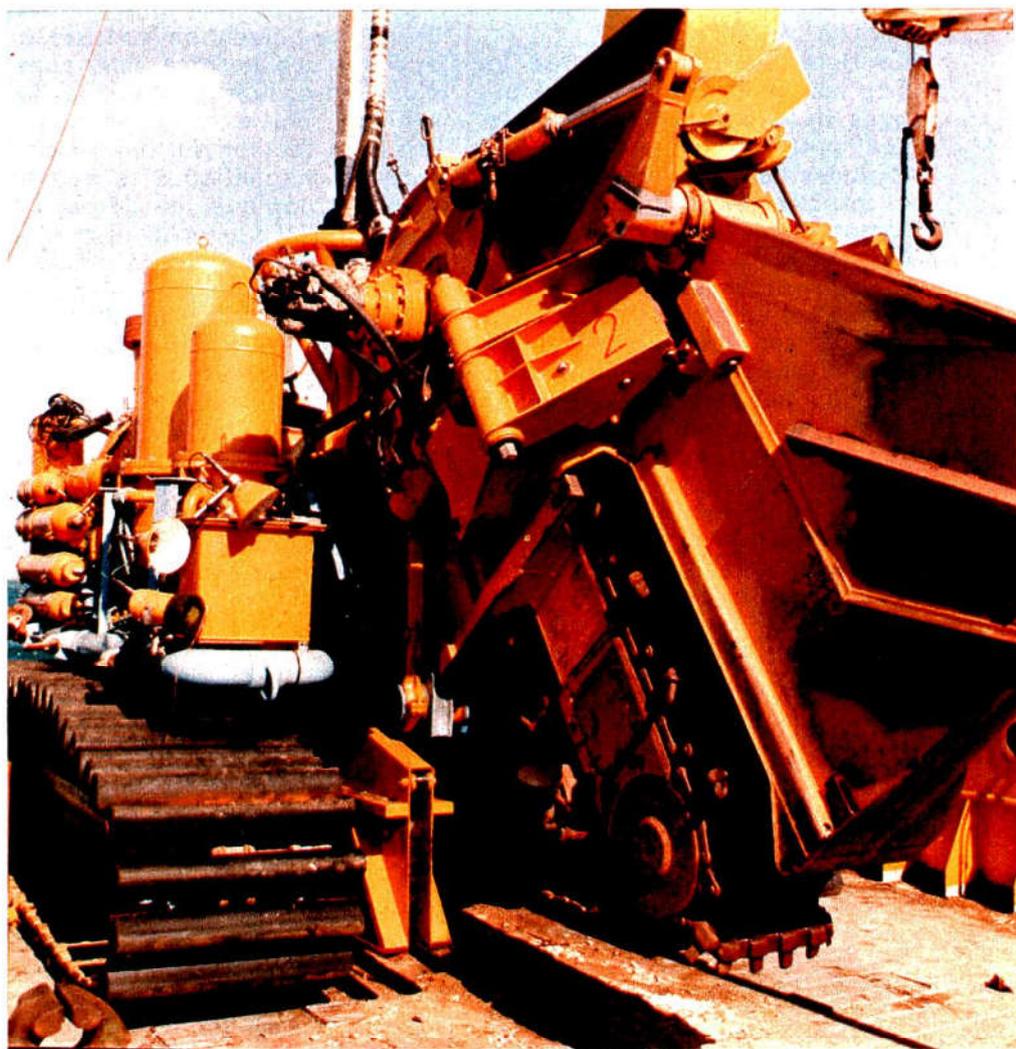
Or, il y a trois ans, lors d'un hiver particulièrement rigoureux sur la côte est des États-Unis, les responsables de l'INSCO ont jugé qu'il était stupide d'utiliser de l'énergie pour chauffer leurs bureaux alors qu'ils disposaient sous leurs propres toits d'une source de chaleur — les ordinateurs — qu'ils étaient obligés de refroidir. Ils ont donc décidé de récupérer les calories qui s'échappaient de leurs machines. Ils ont donc demandé à une société d'ingénierie de concevoir un système de récupération de la chaleur adapté à leur besoin. Ce qui fut fait et depuis l'hiver dernier l'INSCO se chauffe « à l'ordinateur ».

Un système de tuyaux, d'échangeurs de chaleur, de bobines, permet de récupérer les calories qui s'échappent des machines et de s'en servir pour chauffer l'air et l'eau des bureaux. Aujourd'hui les quelques 16 000 m<sup>2</sup> de la société sont chauffés de cette manière.

Le système de récupération de la chaleur a coûté près de 400 000 F à concevoir et à installer, mais l'INSCO estime qu'en un seul hiver elle a économisé près de 245 000 F sur sa note de gaz et 550 000 F sur l'installation d'un système de chauffage dans ses nouveaux bureaux.

## L'engin qui permettra « IFA 2 »

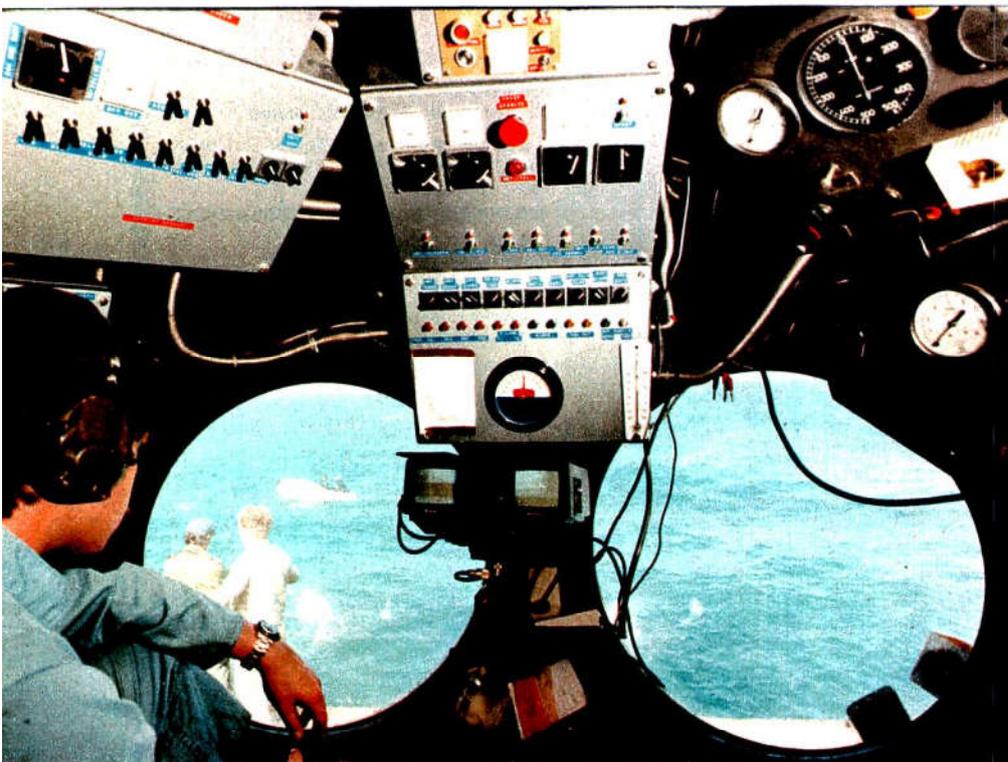
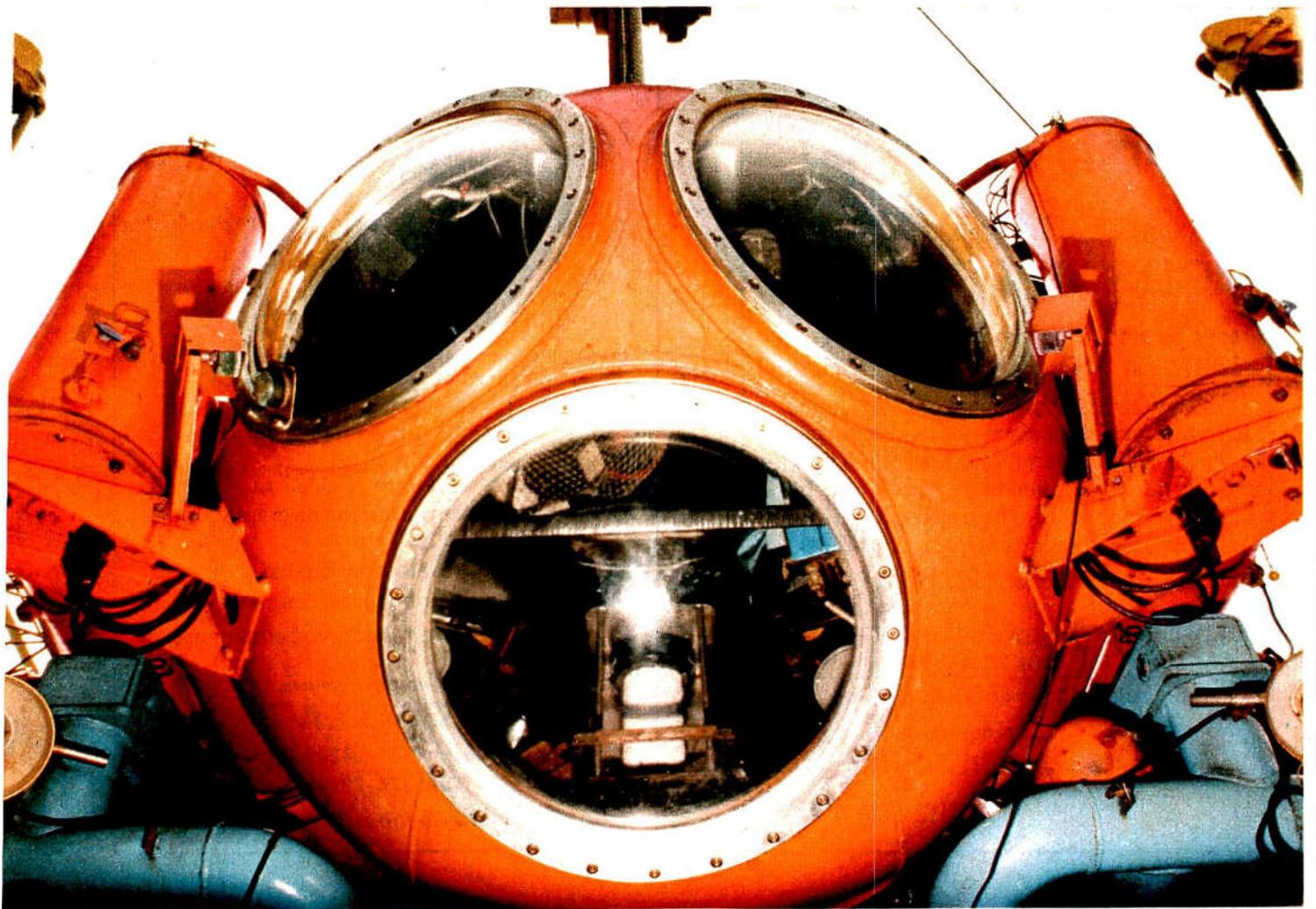
En matière de réseaux électriques, l'interconnexion, c'est-à-dire la mise en commun des moyens de production, permet de réduire globalement les investissements, en jouant sur les différences entre les heures de pointe de pays à pays et sur les diverses conditions climatiques.



L'outil de creusement, chenilles, dents et godets, ne craint pas même le silex.

Une interconnexion France-Angleterre existe depuis 1961 par l'intermédiaire d'un câble sous-marin qui lie Boulogne à Dungeness. Mais sa puissance de transit est très faible : 160 MW. L'accroissement considérable de la consommation, les difficultés croissantes d'assurer les pointes, conduisent les deux pays à prévoir une très forte augmentation de leur capacité d'échange. D'où le nouveau projet d'interconnexion « IFA 2 » (Interconnexion France-Angleterre) qui vise à faire transiter 2 000 MW, une puissance douze fois supérieure aux capacités actuelles, à hauteur

d'une ligne Calais-Folkestone. La partie sous-marine de cette réalisation devrait comporter quatre paires de câbles de 13 cm de diamètre, chacun des partenaires en fournissant et en posant deux paires. Principal problème : la vulnérabilité des câbles sous-marins (armatures et gaines d'étanchéité) aux agressions mécaniques externes. Ainsi les câbles électriques de la liaison IFA 1 ont-ils dû, depuis 18 ans qu'ils sont en service, subir des dizaines de réparations. Ces réparations, difficiles, sont coûteuses, et elles obligent à interrompre longuement le service.



**12 fois plus de courant transité entre la France et la Grande-Bretagne.**

Solution : mettre les câbles sous-marins à l'abri des chaluts des pêcheurs et des ancres des navires, de plus en plus gros et de plus en plus nombreux à

croiser sur la Manche, en les ensevelissant dans le sous-sol marin. Mais les techniques d'ensevelissement connues ne donnaient pas satisfaction. La première,

agissant par jet d'eau sous pression, ne peut être utilisée que pour des tuyaux d'acier de grande résistance mécanique. La seconde, utilisant une sorte de charrue, ne convient qu'à des sols relativement meubles, ou pour creuser des tranchées peu profondes.

Ce nouveau tracteur sous-marin, mis au point par la société Chambon à Marseille, apporte la solution recherchée et résout la principale difficulté technique que rencontrait le projet franco-britannique. Son outil de creusement est muni de dents et de godets qui permettent en effet d'attaquer indifféremment les sols meubles et moyennement durs et d'ensevelir les câbles dans une tranchée de 1,30 à 1,70 m de profondeur et de 0,60 m de large, à une vitesse de 100 m/heure.

Cet engin est conduit par deux pilotes-plongeurs. Sa propulsion est assurée par un jeu de chenilles. Il est relié à une barge par un ombilical qui assure à la fois l'alimentation en énergie électrique et les liaisons de communication. Il pourra servir pour d'autres travaux au large, notamment pétroliers.

Ne dites plus :  
**L'électronique ?**  
**Comprends pas !**  
**CEDITEL**  
**VOUS APPRENDRA.**

- sans aucunes connaissances préalables.
- **TOUT est fourni ! (manuel, matériel, moyens de mesures, etc. ).**

Nos systèmes d'enseignement vous amènent à un haut niveau théorique et pratique à des prix défiant toute concurrence ( — de 500 F. ! ) de conception récente, ils traitent des dernières techniques et comportent tout le matériel permettant la réalisation des études et montages.

Demandez notre documentation gratuite à  
**CEDITEL S.A. BP.09 30410 Molières/Cèze**  
**Tél. (66).25.18.94.**

Bon pour une documentation gratuite :

Nom : ..... Prénom : .....

Adresse : .....

.....

SV03

# Découvrez la graphologie et les sciences humaines

PSYCHOLOGIE, PSYCHANALYSE,  
CARACTEROLOGIE, MORPHOLOGIE,  
ORIENTATION PROFESSIONNELLE

grâce aux cours par correspondance, cours oraux,  
conférences et sessions (à Paris) de l'

## ÉCOLE DE PSYCHO-GRAPHOLOGIE

Établissement privé d'enseignement à distance  
fondé en 1953, régi par la loi du 12-7-1971

- Préparation à la profession de graphologue - inscriptions toute l'année
- Rythme de travail individualisé
- Correction personnalisée des devoirs
- Conventions de formation permanente

Documentation gratuite

**S. GAILLAT**

12, villa St-Pierre B3 - 94220 CHARENTON  
**Tél. 376-72-01**

Analyses et sélections par professeurs

# DES METIERS D'AVENIR



**LA NATURE**  
retrouvez le rythme des saisons  
 Garde-chasse  Agent technique forestier  
 Dessinateur paysagiste  Cultivateur  
 Horticulteur.



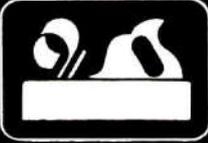
**LA RADIO T.V.**  
on manque de bons spécialistes  
 Monteur dépanneur radio T.V.  Monteur dépanneur radio ou T.V.  Technicien radio T.V.



**L'ELEVAGE**  
pour vivre près des animaux  
 Secrétaire-assistant(e) vétérinaire  Eleveur de chevaux, de moutons, de chiens  
 Apiculteur.



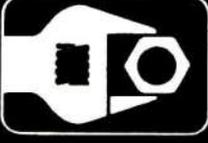
**L' ELECTRONIQUE**  
une assurance pour l'avenir  
 Electronicien  Technicien électronicien  
 Monteur câbleur  Monteur en téléphonie  
 CAP-BP-BTS



**LA CONSTRUCTION**  
le plaisir de bâtir  
 Menuisier  Plombier  Dessinateur en bâtiment ou menuiserie  Métreur  Chef de chantier.



**L'ELECTRICITE**  
un secteur clé pour l'avenir  
 Electricien d'équipement  Technicien électricien  Technicien électromécanicien  
 CAP et BP



**LA MECANIQUE AUTO**  
si l'automobile vous passionne  
 Mécanicien-auto  Diéséliste  CAP conducteur routier  Electricien-auto  
 Techn. en automobile.

POSSIBILITE DE COMMENCER VOS ETUDES A TOUT MOMENT DE L'ANNEE.



**L' INFORMATIQUE**  
des métiers bien rémunérés  
 Opératrice de saisie  Programmeur  
 Opérateur(trice) sur ordinateur  Pupitreur  
 CAP et BP

**BON GRATUIT** pour recevoir sans engagement une documentation sur le secteur qui vous intéresse (faites une croix ☒)

- NATURE  MECANIQUE-AUTO  ELECTRONIQUE
- ELEVAGE  INFORMATIQUE  ELECTRICITE
- CONSTRUCTION  RADIO-TV

NOM ..... PRENOM .....

ADRESSE .....

CODE POSTAL [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] VILLE .....

Indiquez ici la profession choisie: .....

Etude gratuite pour les bénéficiaires de la Formation Continue.

**UNIECO FORMATION,**  
5964, route de Neufchâtel, 76041 ROUEN CEDEX

UNIECO-FORMATION - Groupement d'Ecoles Spécialisées - Etablissement Privé d'Enseignement par Correspondance soumis au Contrôle Pédagogique de l'Etat.

POUR CANADA, SUISSE, BELGIQUE : 21-26, QUAI DE LONGDOZ - 4020 LIEGE BELGIQUE - POUR TOM DOM ET AFRIQUE, DOCUMENTATION SPECIALE PAR AVION

# Comment Slendertone vous permet d'être mince, de le rester, et de garder la forme sans efforts.

Le miroir, la balance vous voient tel (ou telle) que vous êtes. Si vous avez des kilos en trop, des centimètres superflus, ils vous le disent franchement.

Vous pouvez vous soumettre à un régime draconien ou vous astreindre à des exercices physiques quotidiens. Vous faites la grimace ? Alors utilisez Slendertone. Car la "gymnastique automatique" Slendertone vous permet, sans effort et sans perte de temps, de faire disparaître en quelques semaines les formes excessives et de retrouver la forme.

**Sans effort ? Sans perte de temps ? Absolument. Voici comment.**

Ce sont les muscles qui, par leur rôle de sangle, déterminent l'aspect extérieur de notre corps. La fermeté d'un muscle dépend de sa contraction régulière. Cette contraction, c'est le cerveau qui la provoque, en envoyant un signal électrique vers le point moteur du muscle à contracter.

Provoquer la contraction du muscle, naturellement, mais sans intervention de la volonté, sans effort ni fatigue, voilà le principe de Slendertone.

En appliquant des disques souples sur les parties du corps à affermir ou remodeler, Slendertone fait travailler les muscles en profondeur, aussi bien que le ferait un exercice physique naturel.

Mieux, même, puisque Slendertone peut être appliqué sur des muscles que ces exercices font peu travailler. Il est ainsi possible de localiser et de doser très exactement l'effort accompli.

## Des résultats surprenants.

L'intérêt est évident pour les hommes aussi bien que pour les femmes : une utilisation, quotidienne d'abord, régulière ensuite, permet aux muscles de s'affermir, de jouer leur rôle de sangle. On gomme les centimètres superflus du tour de taille ou du tour de hanches en quelques semaines. Slendertone a en outre une efficacité interne très importante : il facilite notamment les échanges inter-cellulaires et permet une meilleure circulation du sang. Ainsi,



grâce à Slendertone, le corps retrouve sa minceur et sa vigueur. Naturellement, sans effort, et surtout sans perte de temps.

## Les professionnels et même les athlètes...

En plus de l'aide spectaculaire qu'il apporte aux hommes et aux femmes confrontés à des problèmes de ligne et de forme, le Slendertone connaît de multiples applications professionnelles. Il a été largement adopté par les milieux hospitaliers et paramédicaux (kinésithérapeutes, instituts), ainsi que par divers centres sportifs. Le Slendertone a participé aux récents Jeux

Olympiques de Montréal, et ses résultats ont été parmi les plus brillants !

D'ailleurs, faites-en vous-même l'expérience. Il vous est possible de l'essayer. Consultez à ce sujet la documentation gratuite de Slendertone. Vous la recevrez sur simple demande en remplissant le bon ci-dessous.



# slendertone

la "gymnastique automatique"

(Slendertone est garanti 2 ans - Crédit possible 21 mois).

Ten Slendertone  
Service W. 60  
29. bd des Batignolles - 75008 Paris  
Tél. : 387.91.90

**CENTRES DE DÉMONSTRATION** - 01 Bourg-en-Bresse - B. Croyet, 16r. de la Liberté - 210193 - 06 Nice - Locasante, 29r. Pastorelli - 803323 - 13 Marseille - Equipement Médical, 192 bd Baillie - 786606 - 14 Caen - Danjou-Rousselot, 5 pl. Malherbe - 810230 - 33 Bordeaux - Guy, 8 av. de la République - 486516 - 34 Montpellier - Midi-Ortho, 40 r. du Pont de Lattes - 583732 - 42 Saint-Étienne - Morenvillez, 12 r. de Lodi - 324111 - 54 Nancy - Céline, 1 bis pl. Thiers - 366415 - 57 Metz - Frey, 11 r. Haute Seille - 752080 - 59 Lille - Viguier, 52 r. Nationale - 528829 - 61 Alençon - P. St Leonard, 119 Grande Rue - 267710 - 63 Clermont-Ferrand - L'homme Rabier, 1 r. du Port - 915619 - 67 Strasbourg - Kaufmann, 24 r. du 22 Novembre - 323201 - 68 Mulhouse - G. Luckert, 5 av. de Colmar - 452635 - 69 Lyon - Médico-France, 6 pl. Bellecour - 373207 - 76 Rouen - P. Vasseur, 16 r. du Bac - 702773 - 80 Amiens - Signatures, 3 pl. Gambetta - 922757 - 84 Avignon - P. Grégoire, 7 r. de la République - 825470 - Pr. de Monaco - Famadem, 29 r. de Millo - 302320.  
**DÉPOSITAIRES-CONSEILS** - 03 Vichy - Gilles - 323938 - 10 Troyes - Magasins Réunis - 455858 - 16 Angoulême - Brunon-Burguet - 925744 - 17 E.M.O. - 343906 - 21 Dijon - P. Centrale - 301012 - 25 Besançon - P. Principale - 811769 - 27 Evreux - Maison du Régime - 334983 - 28 Chartres - Medicalis - 363661 - 29 Brest - Armor Médical - 447619 - 31 Toulouse - Guy - 805179 - 35 Rennes - P. d'Estrées - 301558 - 37 Tours - T.A.C.M. - 057329 - 38 Grenoble - Solle - 427154 - 44 Nantes - G. P. de Paris - 486448 - 45 Orléans - P. Centrale - 622456 - 49 Angers - CODEM - 880545 - 56 Vannes - P. St-Nicolas - 472168 - 64 Pau - G. P. Nouvelle - 274364 - 66 Perpignan - C.M.P. - 673642 - 72 Le Mans - Ph. Beauvais - 243888 - 74 Annecy - Annecy Médical - 452486 - 77 Fontainebleau - Médiconfort - 4240283 - 87 Limoges - Médical Limousin - 777334.

Coupons à retourner à Ten - Slendertone - Service W. 60  
29, boulevard des Batignolles - 75008 Paris

Nom : .....  
Adresse : .....  
Tél. : .....

## L'« HÉLIPLANE » UNE AILE DELTA... A MOTEUR

Né des jeux conjugués de l'amour (du vol libre) et du hasard (des rencontres), l'« Hélicoptère » est peut-être le plus astucieux, sûrement le moins coûteux, des ultra-légers motorisés.



### COMMENT CALCULER LA PUISSANCE DU MOTEUR

Les ultra-légers motorisés dérivent en général de planeurs ultra-légers stables (ailes delta). Le domaine utilisable en incidence (angle de portance) est de l'ordre de 15 degrés, mais, compte tenu de la portance, la gamme des vitesses utilisables est extrêmement faible : de 28 à 46 km/h, par exemple, ou de 36 à 47 km/h, selon la vitesse de décrochage (liée à la charge alaire).

La poussée nécessaire au vol ( $F_m$ ) se calcule très simplement par la formule :

$$\frac{F_m}{mg} = \frac{C_x}{C_z} \quad (\text{inverse de la finesse})$$

$mg$  étant le poids total en ordre de vol,  $C_x$  la traînée et  $C_z$  la portance.

Pour un poids de 100 kg et des finesesses (1) de l'ordre de 4 à 6,  $F_m$  sera approximativement de 16 à 25 kg, ce qui est peu. Toute la ques-

tion est alors de savoir quel moteur — et quelle hélice — sont capables de développer de telles poussées.

La formule classique :

$$W = F.V$$

dans laquelle  $W$  représente la puissance,  $F$  la poussée et  $V$  la vitesse de l'appareil, ne donne que la poussée théoriquement nécessaire au vol horizontal. Si, par exemple,  $V$  varie de 10 à 13 m/s et  $F$  de 16 à 25 kg, la puissance nécessaire varie de 160 à 325 watts, soit d'environ un quart à un demi-cheval vapeur.

Mais il en va bien autrement dans la réalité, car il faut tenir compte de la puissance nécessaire pour le décollage, du rendement du moteur et de l'hélice, ainsi que des déperditions de puissance très importantes dans le silencieux. C'est ainsi qu'on en arrive à des puissances utiles de 5 à 20 chevaux, selon le type des installations.

Tandis que l'avion moderne devenait un « monstre » mécanique et électronique de plus en plus sophistiqué, un certain nombre d'aventuriers des airs gardaient la nostalgie icarienne du vol libéré, de l'affrontement direct avec les éléments naturels, de la grande évasion en trois dimensions. Sans le vouloir, sans même y penser, un homme allait leur permettre de concrétiser ce rêve : Francis Melvin Rogallo. Car ce n'est pas pour le plaisir et le défoulement des « libéristes » que cet Américain inventa l'aile delta, mais à la demande d'un organisme ultra-technologique, la NASA, qui cherchait un moyen de ramener sur terre ses capsules spatiales. Finalement, les capsules furent dotées de parachutes, et le deltaplane, évincé par la science, prit dans le monde des loisirs une revanche aussi inattendue qu'inespérée.

L'aile delta, rapidement adoptée aux quatre coins du monde, connut une progression en flèche — c'est le cas de le dire ! —, et, bientôt, quelques « fous volants » cherchèrent à améliorer cette « drôle de machine », afin de la soustraire aux caprices de la météorologie et de la rendre opérationnelle en plaine aussi bien qu'en montagne. Les premiers essais d'aile motorisée furent réalisés aux Etats-Unis par la société Ryan, mais ils aboutirent à une solution inadaptée aux goûts — et aux moyens — des partisans de l'ultra-léger : le « Ryan Flexwing, équipé d'un moteur de 180 chevaux, était à la fois d'un maniement trop compliqué et d'un coût trop élevé. Tant qu'à motoriser à ce prix, mieux valait encore un petit avion de tourisme !

Sur les traces de Ryan, diverses expériences furent tentées des deux côtés de l'Atlantique. Avec plus ou moins de bonheur. Mais c'est en France, avec l'« Hélicoptère », que vient d'être mise au point une formule qui, semble-t-il, devrait donner satisfaction à tous les fanatiques de l'aile volante.

A l'origine de l'« Hélicoptère », un architecte, Jean-Marc Geyser. Vivement intéressé par la motorisation des ailes delta, il a retenu les enseignements du « Flexwing » et conçu un appareillage plus léger, plus maniable, moins coûteux. Les premiers essais sont encourageants, mais, malheureusement, ils ne peuvent être poursuivis avec toute la diligence souhaitée. Pour deux raisons : d'une part, Jean-Marc Geyser, passion-

(1) La finesse est le rapport entre le taux de chute et la distance parcourue. Par exemple, si, partie de 1 000 mètres, une aile effectue un parcours de 4 000 mètres, elle a une finesse de 4.

**PLANEUR ULTRA-LÉGER  
MOTORISÉ  
TYPE « HÉLIPLANE »**

Fabricant : Roland Magallon, société SOFREC Véliplane, 16, rue Georges-Appay, 92150 Suresnes.

Essayeurs, metteurs au point : Roland Magallon, Gérard Lancien, Jean-Marc Peuffier.



né de vol libre, ne pratique pas le pilotage motorisé et perd un temps précieux à rechercher des pilotes d'essai ; d'autre part, le financement des études et de la mise au point dépasse rapidement les moyens dont il dispose.

Sur le point d'abandonner, il rencontre en 1974 Roland Magallon, P.-D.G. de la société SOFREC Véliplane, qui poursuivait parallèlement des essais de motorisation. Son « Véliplane » à moteur était encore un engin rudimentaire qui ne possédait pas de train d'atterrissage (on décollait en courant et l'on atterrissait sur le ventre).

Un troisième homme allait compléter cette association : Gérard Lancien. Lui aussi volait avec plus ou moins de réussite sur un ultra-léger motorisé d'origine américaine, également dépourvu

de train d'atterrissage, lorsqu'il fut engagé par la SOFREC Véliplane. Ainsi, de la conjonction fortuite de ces trois expériences — et de l'habileté de trois « bricoleurs » ingénieux — est née l'« Héliplane », aile volante mue par un moteur de tronçonneuse et dotée d'un véritable train d'atterrissage.

Aujourd'hui, la SOFREC commercialise cet appareil en kit. Il se compose d'une aile delta, qui peut être utilisée séparément en vol libre, et d'un ensemble moteur-atterrisseur dont le montage est d'une simplicité dérisoire.

Quant aux autorités de l'Aviation civile, elles font preuve de bienveillance à l'égard de cette nouvelle race d'aéronefs. Néanmoins les ultra-légers motorisés restent soumis à la procédure du laissez-passer et du certificat de navigabilité restreint (C.N.R.A.).

**CARACTÉRISTIQUES**

Surface voile : 17 m<sup>2</sup>.

Vitesse de décollage : 36 km/h.

Vitesse de croisière : 36 km/h.

Vitesse maximum : 60 km/h.

Vitesse de décrochage : 23 km/h.

Puissance du moteur : 9 ch.

Cylindrée : 210 cm<sup>3</sup>.

Consommation : 3 litres/heure.

Autonomie : 2 heures.

Possibilité d'arrêt et de remise en route du moteur en vol.

Poids de l'aile delta : 27 kg.

Poids du tricycle motorisé : 23 kg.

Charge utile : 90 kg.

Distance de décollage : 15 m.

Distance d'atterrissage : 10 m.

Vitesse ascensionnelle : 1 m/s.

Taux de chute moteur coupé : 1,30 m/s.

Finesse moteur coupé : 6.

Hélice en bois de 80 cm de diamètre.

Transportable sur le toit d'une voiture.

Temps de montage : 10 minutes.

Prix aile delta : 6 600 F.

Prix motorisation : 7 000 F.

Prix total : 13 600 F.

**Alain GUILLOU** ■

## PREMIÈRES PHOTOS PAR CAMÉRA ACOUSTIQUE

*Les eaux troubles ou boueuses, ainsi que l'absence totale de visibilité ne sont plus un problème pour les prises de vues. Grâce à la caméra acoustique (présentée sommairement le mois dernier), il est maintenant possible d'obtenir des images télévisées de milieux sous-marins dont la qualité est indépendante du degré d'opacité.*

► Filmer sous l'eau avec de classiques caméras optiques donne de très bons résultats avec de puissants éclairages et une eau limpide.

Mais il suffit que l'eau devienne trouble pour perdre toute netteté dans l'image. Et pousser dans ce cas la puissance de l'éclairage n'est pas une solution, puisque cela ne fait qu'accentuer le phénomène.

Les rayons lumineux se réfléchissent alors sur les petites particules en suspension et reviennent frapper l'objectif. Par analogie, il suffit de se souvenir que, par temps de brouillard, au volant de votre voiture, vous roulez en « code » afin d'éviter cet effet de mur blanc aveuglant qui apparaît en « phare ».

Donc les prises de vues optiques ont un domaine d'utilisation limité au regard des conditions nécessaires.

Les ondes électro-magnétiques ne peuvent malheureusement pas non plus être envisagées en raison de la conductivité électrique de l'eau.

Il faut donc faire appel aux ondes ultrasonores qui ont d'ailleurs été déjà utilisées avec succès dans les détections sous-marines par SONAR. De même, pour des applications médicales, les progrès techniques réalisés en échographie obstétricienne confirment la bonne tenue des ultrasons en milieu aqueux.

Mais ces réalisations ne représentent que des vues particulières. Ce sont en fait de « fausses vues », dans la mesure où un observateur néophyte ne sera pas

ou peu capable de les interpréter. Par contre cette nouvelle caméra sous-marine présente l'énorme avantage d'offrir une vision réelle de l'objet.

Essayons de voir maintenant sur quel principe cette caméra a pu voir le jour. L'analogie avec un classique circuit de télévision est d'autant plus facile que tout le traitement électronique est le même. Premier point : remplaçons nos projecteurs lumineux par des projecteurs d'ultrasons. Ceux-ci vont donc diffuser une énergie mécanique qui va se propager dans l'eau et se perdre par absorption à moins qu'elle ne rencontre un milieu différent. Alors, comme en optique, une partie de l'énergie se réfléchit, tandis qu'une autre partie pénètre dans ce nouveau milieu.

Si celui-ci est un objet relativement volumineux (une pomme, par exemple) tout va bien. Si maintenant il s'agit d'une petite particule de boue en suspension, que va-t-il se passer ? Et bien celle-ci, au regard de sa faible taille par rapport aux énergies mises en jeu, va suivre le déplacement de l'eau. C'est-à-dire qu'elle va se mettre à vibrer, et que l'énergie mécanique est donc capable de la traverser. Alors que sur cette même particule, un rayon optique aurait été réfléchi. Une fois traversés tous ces parasites de la vision, l'énergie mécanique réfléchie sur notre pomme va revenir vers l'écran de la caméra. Une lentille acoustique sera d'abord chargée de converger le faisceau d'ultrasons avant que celui ne vienne frapper l'écran

proprement dit. Ce dernier est enrobé d'une couche de quartz. C'est à ce niveau, conformément à l'effet piézo-électrique, que l'énergie mécanique va se transformer en énergie électrique. Après, il s'agit simplement de recueillir ces signaux et de les traiter électroniquement pour obtenir en définitive l'image de notre pomme sur un écran TV.

La nouveauté du système est essentiellement technologique. C'est pourquoi nous allons maintenant regarder un peu plus en détail cette caméra. Pour cela, reportons-nous à la coupe juxtaposée de deux caméras : l'une acoustique, l'autre optique (noir et blanc). Et bien ? Peu de différence en effet. Mais tout de même, la couche photosensible du procédé optique est remplacée par une couche de quartz piézo-électrique. Et au lieu de détecter les signaux électriques sur la grille de post-accélération, nous allons cette fois-ci les recueillir sur une électrode placée à l'extérieur du tube cathodique, contre le quartz.

En revenant frapper l'écran, les ultrasons traversent tout d'abord et l'électrode de signal existent ce épaisseur limite les pertes par absorption, et viennent exciter le quartz. Localement, des différences de potentiel proportionnelles à la pression des ultrasons vont alors se développer sur toute la

### DE TRÈS LONGUES ONDES QUI FONT FI DES BOUES

*Si les ultrasons sont avantageux pour la vision en eau trouble, c'est avant tout pour une raison de longueur d'onde. En effet, les particules de boue ont un diamètre d'environ 1/100 de mm. Les rayons lumineux ont par contre une longueur d'onde de quelques dixièmes de microns. Ils seront donc très bien diffractés ou réfléchis par les particules de boue, de dimension très supérieure à la longueur d'onde.*

*Par contre, la longueur d'onde des ultrasons à 2 MHz dans l'eau de mer est de l'ordre du millimètre. La dimension des particules de boue sera alors négligeable devant cette longueur d'onde et les effets de diffraction ou de réflexion seront alors inexistantes.*

*Nous rencontrerons, en revanche, des phénomènes d'interférences très marqués qui devront être éliminés. Ce dernier phénomène est à rapprocher de celui de l'arc-en-ciel pour la lumière.* □

surface de l'écran. Il nous faut alors observer qu'entre le quartz et l'électrode de signal existent une multitude de petites capacités locales (ne s'agit-il pas, en effet, de deux armatures, quartz et métal, séparées par ce très bon isolant électrique qu'est l'air ?).

Toutes ces capacités vont donc se charger selon les différences de potentiel d'origine piézo-électriques. Et notre faisceau d'électrons

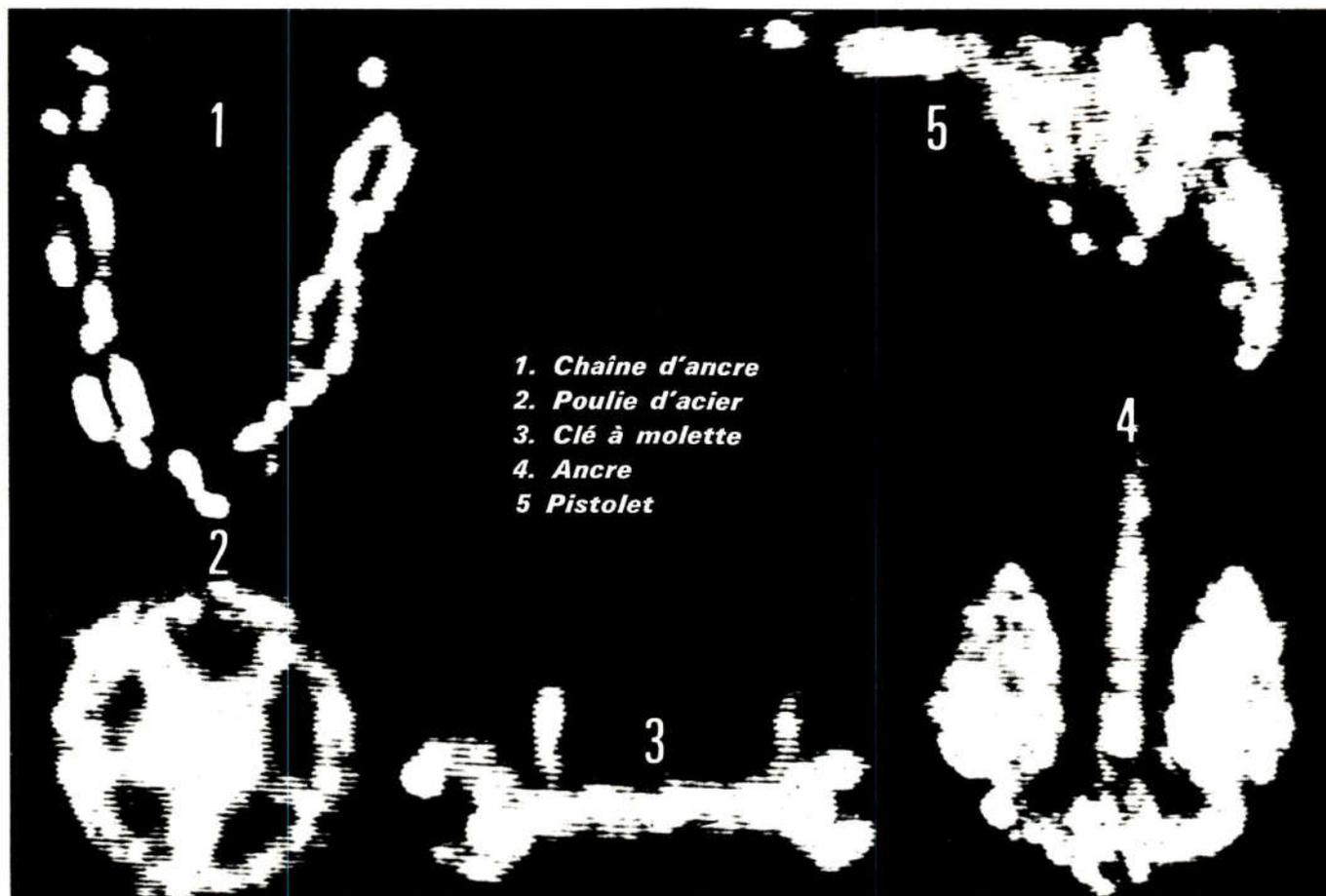
l'écran. Celui-ci est prévu pour résister à une pression de 1 bar, ce qui autorise une profondeur de seulement 10 mètres. Au-delà de cette profondeur, une fenêtre de pression est donc nécessaire. Celle-ci sera placée entre la lentille acoustique et l'écran lui-même.

Le premier modèle de caméra (mis au point par la firme britannique EMI) permet d'obtenir une

Tous ces résultats peuvent sembler maigres au premier abord. Mais il ne faut pas oublier qu'il s'agit là d'un tout premier modèle. L'amélioration des performances n'est plus qu'une question de technologie.

Quels peuvent être les débouchés et les applications d'un tel procédé ?

Un vaste champ d'utilisation est la pose des pipe-lines. Actuelle-



1. Chaîne d'ancre  
2. Poulie d'acier  
3. Clé à molette  
4. Ancre  
5 Pistolet

qui explore pendant ce temps point par point l'écran va venir décharger toutes ces capacités. L'électrode de signal va donc alors nous permettre de recueillir des courants électroniques correspondant à leurs décharges.

Ensuite, il est nécessaire de traiter ces informations, mais là, rien de nouveau. Deux autres points technologiques ont également leur importance. Le premier est que la fréquence des projecteurs ultrasonores ne doit pas être constante. Effectivement, il se produirait alors tout un réseau d'interférences qui se traduirait par un moirage sur l'écran pouvant altérer totalement l'image.

Le deuxième est la réalisation de fenêtre de pression pour l'écran. Car à des profondeurs de plusieurs centaines de mètres, la déformation est telle que l'image peut perdre tout caractère de fidélité, sans parler des dommages irréversibles que pourrait subir

image jusqu'à 10 mètres par visibilité nulle. La profondeur de champ est alors de 1 mètre. La limite de profondeur atteinte est actuellement de 300 mètres.

La résolution du système est de 200 lignes ; ce qui peut être considéré comme une mauvaise image de télévision comparée à la définition de 625 lignes à laquelle nous sommes habitués sur nos récepteurs. Mais ce qui permet déjà l'identification d'objets.

La fréquence du travail ultrasonore est de 2 Mégahertz. C'est un compromis entre la portée utile du système (10 m) et sa résolution. Car plus la fréquence augmente, meilleure est la résolution, mais plus faible est la portée utile à puissance d'émission égale.

Les documents que nous publions montrent les résultats que l'on peut actuellement espérer par visibilité nulle. Ainsi le revolver était complètement noyé dans la vase.

ment, la tranchée dans laquelle va reposer le pipe-line est creusée par un jet d'eau sous-pression. Ce procédé a le désavantage de laisser en suspension dans l'eau une multitude de petites particules qui empêchent la vérification optique. La caméra acoustique pourrait donc vérifier en permanence la bonne réalisation de cette tranchée.

Bien sûr le travail sous-marin de précision en eau trouble devient possible : inspection des fonds, positionnement précis d'objets, constructions sous-marines, et même vérification de failles éventuelles dans ces constructions. Toutes ces applications peuvent naturellement s'effectuer également au fond d'un lac ou d'un canal.

Encore un détail : cette caméra pèse 20 kg (dans l'air) et coûte de 400 000 à 500 000 F.

**Pierre PENEL  
et Olivier GUTRON ■**



*Moto-cross catégorie 500 cm<sup>3</sup>... Photo Agence D.P.P.I., F. Beau avec un objectif Canon 200 mm (boîtier Canon AE1).*

**Bon**  
**pour une documentation**  
 une documentation gratuite,  
 un livre AE 1 contre 5 F en timbres.  
à adresser à Canon France - 92521 Neuilly s/Seine cedex

NOM .....

ADRESSE .....

SV17

## L'irremplaçable qualité des objectifs Canon

Eux seuls garantissent l'image parfaite qu'on est en droit d'attendre d'un Canon

**C**ERTES, LE GÉNIE du photographe intervient. Mais il n'explique pas tout.

Car le talent de l'œil ne peut rien sans la complicité de l'objectif.

Ou l'objectif ordinaire ajoute, enlève, interprète à sa façon. Et il trahit le photographe.

Ou l'objectif est un instrument d'optique totalement impartial. Et la photo sera l'exact reflet de ce que l'œil a vu.

Mais pour réaliser cette chose rare qu'est un objectif parfait, il faut maîtriser avec beaucoup d'intransigeance de multiples techniques.

Or Canon (fondé, ne l'oublions pas, par un docteur en médecine) est, parallèlement à la photo, un spécialiste de l'optique médicale. Ce domaine où la moindre défaillance est impensable.

Et Canon, plus qu'un autre, est de ce fait entraîné à domestiquer cette matière merveilleuse et rebelle qu'est le verre.

Un objectif?.. Chez Canon, c'est d'abord des mois d'études sur ordinateur. Pour calculer l'exacte courbure de ces lentilles qui doivent se corriger l'une l'autre.

Un objectif?.. C'est un choix fait pour chaque lentille parmi plus de 250 types de verres optiques. C'est des températures de 1700° et des semaines pour refroidir les pâtes de verres. Puis un polissage au 1/10 000 de mm et des traitements sous vide ha-

billant les lentilles de couches antireflets d'à peine 100 millimicrons. Et au bout de cela?.. C'est le fish-eye le plus compact (le moins lourd pour les mêmes performances). Le premier objectif à décentrement et bascule existant pour 24 × 36. Le premier téléobjectif 400 mm utilisable sans pied (1300 grammes!). Le seul grand-angle de 17 mm avec une profondeur de champ de 27 cm à l'infini. Ou des optiques qui, traitées à la fluorine, détiennent le record d'agrandissement (4126 fois).

..

**M**AIS, PLUS ENCORE que ces « premières mondiales » qui font évoluer le principe même de la photographie, ce qui caractérise Canon, c'est l'absolue perfection de chacun de ses objectifs.

Perfection qui conduit de plus en plus de professionnels à travailler « au Canon ». C'est-à-dire non seulement avec un boîtier Canon, mais avec ses compléments naturels. Des objectifs qui, conçus par les mêmes bureaux d'études, sont eux aussi Canon, et seuls ainsi permettent d'obtenir le maximum d'un Canon A 1, AE 1, AV 1 ou AT 1. Quant au résultat?.. Il suffit d'une visite à l'Espace Canon (117, rue Saint-Martin, face au Centre Georges Pompidou) pour vérifier que toujours, derrière une grande photo, il y a un grand objectif.



## ÉCHECS

### Et les (vrais) ordinateurs ?

Le succès des petites machines électroniques à jouer aux échecs fait un peu oublier les énormes progrès des programmes tournant sur des « vrais » ordinateurs. En voici deux exemples : tout

d'abord une splendide partie de Chess 4.9, le vainqueur du championnat nord-américain d'échecs sur ordinateur. Puis une combinaison jouée par Belle, le second du tournoi.

#### BLITZ 6.9 - CHESS 4.9 NORTH AMERICAN COMPUTER CHESS CHAMPIONSHIP 1979 Défense Nimzowitch

- |  |  |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. e4 Cç6</li> <li>2. d4 d5</li> <li>3. e5 f6</li> <li>4. f4 Ff5</li> <li>5. Ce2 e6</li> <li>6. Cg3 f×e5</li> <li>7. f×e5(a) Dh4</li> <li>8. Fc3 Ch6</li> <li>9. Cç3 Cg4</li> <li>10. Fg1 Fe7</li> <li>11. Cb5(b) Tç8</li> <li>12. ç4 d×ç4</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>13. F×ç4 a6</li> <li>14. Cç3 Cb4!(c)</li> <li>15. Rd2 Dg5+</li> <li>16. Re2(d) C×e5!!</li> <li>17. F×e6(e) F×e6</li> <li>18. Db1(f) Fg4+</li> <li>19. Rf1 0-0+!</li> <li>20. Ff2 T×f2+!</li> <li>21. Rg1(g) De3</li> <li>22. Cd5(h) Cf3+!!</li> <li>23. g×f3 Tf1+!</li> <li>24. R×f1 Fh3 mat</li> </ol> |
|--|--|

a) Une suite théorique que les deux programmes devaient posséder dans leur bibliothèque de début. Maintenant les noirs pouvaient choisir entre le solide 7. ... Dd7 et l'agressif coup du texte.

b) Cette tentative de diversion à l'aile Dame semble peu raisonnable. Il fallait d'abord essayer de renforcer la défense du Roi, dangereusement exposé.

c) Le début d'une attaque décisive. Les blancs ne peuvent déjà plus empêcher leur Roi d'être déroqué : la

menace est 15. ... Cç2+ et si 15. Tç1, Fg5 chasse la Tour.

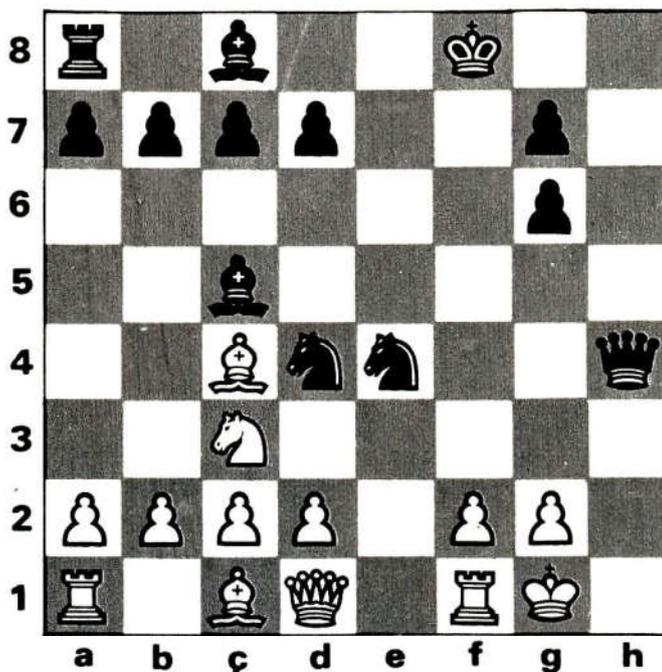
d) Ou 16. Re1, Cç2+ ...

e) Que faire d'autre ? Si 17. d×e5, Fg4+ gagne la Dame et si 17. C×f5, Dg2+ gagne.

f) 18. Dd2, Fg4+ ; 19. Re1, Cd3+ gagne.

g) Si 21. R×f2, Cd3+ ; 22. Rf1, Tf8+ ; 23. Rg1, De3.

h) Comment parer autrement la menace 22. ... Td2 ; 23. Rf1, Df2 mat. Mais à présent, les noirs vont trouver un très joli mat.



Exercice n° 68

Une très jolie combinaison jouée par le programme Belle contre

Blitz 6.9 : les noirs jouent et gagnent.

#### Solution de l'exercice n° 67

1. Tg1! menace 2. Dg6 et 3. Dh7 mat ; si 1. ... Tf6 ; 2. Th7+!, R×h7 ; 3. Dg7 mat ; si 1. ... Df6 ; 2.

Tg6 et si bien sûr 1. ... T×g7, 2. D×g7 mat.

Alain LEDOUX □

# JEUX ET INFORMATIQUE

## Les pronostics de football : science ou hasard ?

Comme chacun, ou du moins chaque sportif, ou surtout chaque sportif en chambre le sait, les pronostics sur les matches de football n'existent pas en France. En tout cas pas officiellement. Mais en pratique, la vogue de ce sport, mi-jeu mi-compétition, la forme du championnat, étalé sur dix mois, avec 380 matches annuels, a fait naître dans notre pays une foule de petits concours sympatiques, auxquels nous ne pouvions manquer d'apporter notre aide.

En quoi l'informatique, réputée scientifique, donc implicitement déterministe, peut-elle aider ces anxieux, toujours à l'affût de la forme de Platini, de Trésor, du « rendement » de l'A.S. Saint-Etienne ou de l'Olympique de Marseille ?

Première remarque : comme en physique quantique, l'observateur n'est pas neutre. Les journalistes spécialisés, faisant de l'Heisenberg sans le savoir, appellent cela « l'avantage du terrain ». Une équipe jouant chez elle a plus de chance de l'emporter, quel que soit l'adversaire, que lorsqu'elle joue à l'« extérieur ». Certains règlements, comme celui des Coupes d'Europe, qui accordent un poids double (en cas d'égalité seulement) aux buts marqués à l'extérieur, ont entériné cette influence des spectateurs (à condition qu'ils soient partiaux, ce qui n'est pas le cas à Paris, par exemple).

Deuxième remarque : il y a une « dynamique » de la réussite, ou de l'échec. Plus une équipe est bien placée, plus nombreux vient le public, et plus fort est l'effet de la première remarque. Même chose, en sens inverse, quand l'équipe tombe dans les profondeurs du classement : le public ne vient plus, les primes diminuent, bref, c'est la relégation à courte échéance.

Ces deux effets combinés permettent de définir une manière de « différence de potentiel » entre deux équipes, lorsque la compétition se déroule alternativement sur le terrain de l'une puis de l'autre, cas du Championnat de France.

En première approximation, nous définirons cette différence de potentiel, analogue à une tension électrique, de la manière suivante :

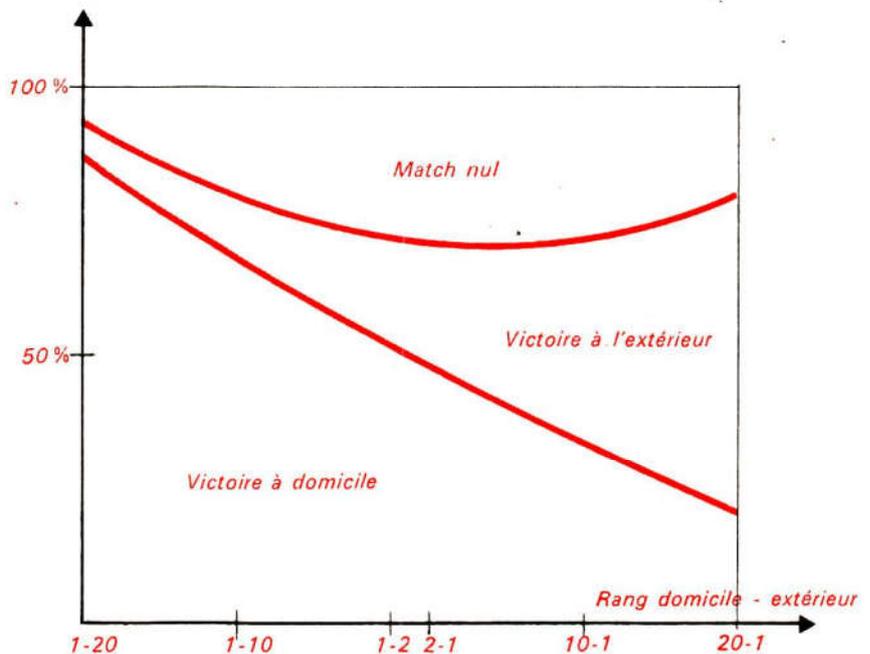
soit  $R_1$  le rang de classement de l'équipe qui joue à domicile, soit  $R_2$  le rang de classement de l'équipe reçue,

la différence de potentiel  $D = R_2 - R_1$ .

Exemple : le 10 novembre 1978, l'équipe du Football Club de Nantes recevait celle de l'Olympique de Nîmes (23<sup>e</sup> journée du Championnat 1978-1979) : le F.C. Nantes était troisième depuis le dimanche 3 décembre, l'Olympi-

que de Nîmes dixième,  $D = 10 - 3 = 7$ .

Cette différence de potentiel sera le seul paramètre de notre premier pronostic automatisé : c'est évidemment une triste simplification mais il faut bien commencer. L'étude des quelque 380 matches de la saison 1978-1979 montre que la courbe des probabilités de, respectivement, victoire à domicile, victoire à l'extérieur et match nul, affecte la forme suivante :



Une étude serrée ; destinée à livrer la forme exacte des courbes (très imparfaite à l'heure actuelle), est en cours. Tout le problème est d'accumuler une masse suffisante de statistiques.

Si l'on ne tient compte que de  $D$ , il semble qu'une première série d'équations fournisse des éléments intéressants : si  $P_1$  est le pourcentage de chances de victoire à domicile,  $P_2$  le pourcentage de chances de match nul, et bien entendu  $P_3$  le pourcentage de chances de victoire à l'extérieur, nous avons provisoirement obtenu les valeurs suivantes :

$$P_1 = 1,8553 D + 45$$

$$P_2 = -0,0104 D^2 + 27$$

$$P_3 = 100 - (P_1 + P_2) \text{ (solution de facilité, mais cf. la suite !).}$$

L'inconvénient est que pour  $D > 16,65$ , soit en pratique  $D \geq 17$ , la somme  $P_1 + P_2$  est supérieure à 100, ce qui ne peut que troubler les probabilistes de stricte obédience. Appliqué au cas de la saison 1978-1979, ce cas non traité par notre formule s'est produit

six fois sur cent quatre vingt-dix cas possibles en théorie, ce qui est faible (3,16 %), mais en réalité, six fois sur cinquante sept, ce qui est nettement moins faible (10,53 %), car les hasards du calendrier du Championnat (lui-même déterminé par ordinateur), n'en sont pas.

Bref, le modèle, qui ne tient pas encore compte de la place absolue des équipes (le 1<sup>er</sup> et le 10<sup>e</sup> sont traités comme le 11<sup>e</sup> et le 20<sup>e</sup> respectivement) est très loin d'être parfait.

Mais d'ores et déjà, notre expérience personnelle nous l'a fait adopter. Nous le raffinerons. Les lecteurs de Science et Vie en seront informés.

Où est alors la « noble incertitude du sport » ? Sans aucun doute dans la différence entre les 3 et les 10 % cités ci-dessus. Ce qui, à condition d'affiner les équations par une masse nourrie de données, permettrait de faire réellement des pronostics un jeu de hasard !

Jean TRICOT □

# GO

## Comment travaille un mur

Play off pour la qualification à la finale du championnat de France — Blancs : Jérôme Hubert (Ch. 78). Noirs : Frédéric Donzet. 17 novembre 1979 à Paris.

A l'issue du tournoi qualificatif, Feldmann se retrouve en finale ; derrière 3 ex aequo : Jean Michel qui se qualifiera et remportera le championnat de France, Jérôme

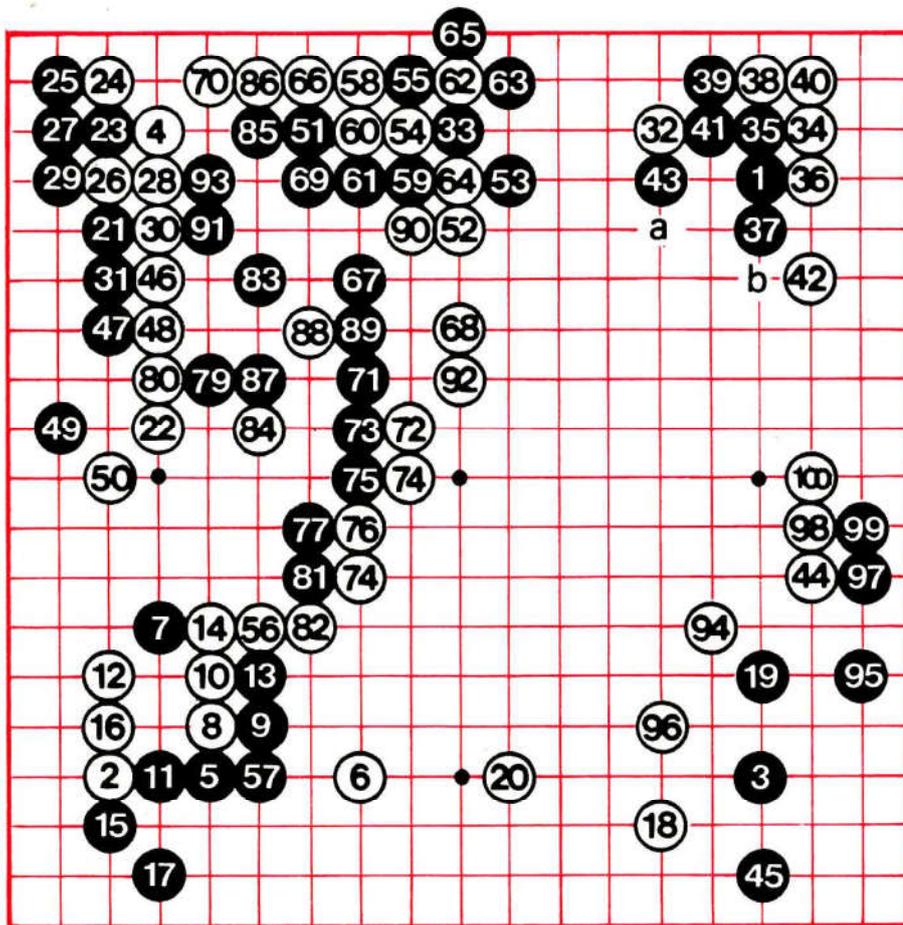
trop basse ; 23 est déjà discutable, mais ensuite, 28 est obligatoire.

Après 31, le blanc laisse, et les coups 46 et 48 sont pratiquement son privilège, ce qui est très important et permet d'apprécier la force du mur blanc ; si le noir peut jouer 46 lui-même, le mur blanc est bien moins impressionnant. 33 est un peu osé et le

dommage ; pourtant la partie est encore bonne pour les blancs et le coup 44 est ennuyeux ; noir a tort de jouer dans le coin (45) ; il faut sortir. Le blanc renforce sa position (46, 50) et la partie arrive à un tournant ; 51 a l'air anodin, le noir est solide et s'approche prudemment du mur blanc en faisant du territoire ; c'est archi-faux, le coup absolu est 52 ! Le blanc ne jouera pas sur le bord (trop près de son mur) surtout avec le Yose que noir peut faire en prenant la pierre 24 ; il n'y a donc rien sur le bord ; en revanche, la force blanche s'est déplacée vers le centre et c'est dans cette direction qu'il faut aller (déjà avec 45), d'où 52. Là, le blanc ne rate pas l'occasion et après 56 le Moyo central apparaît. Tout n'est pas joué pourtant, 59 résiste, mais ensuite il faut connecter en 64, car après 61 le noir est coupé ; il commet de nouveau l'erreur de jalouser le bord qui est petit. 61 est un coup à valeur négative. Mais ce n'est pas fini : il faut traiter les 2 pierres 59 et 61 légèrement puisqu'elles sont si près de la force blanche et par exemple jouer 67 en 68. Si le blanc prend les 2 pierres, de nouveau son mur aura servi à faire du territoire ; après l'échange 67-68 le blanc a normalement partie gagnée ; son mur travaille maintenant idéalement, il sert au blanc à presser le noir vers lui comme on le voit avec la séquence 71-82 ; le blanc fait vivre le noir (la question de la vie ou de la mort du groupe noir n'est même pas essentielle) et recrée un mur vers le centre ; le noir montre pas mal d'habileté à faire vivre son groupe (ce qui est fait après 93) ; au passage il a perdu le Yose de la pierre 24 et le blanc a prudemment choisi de renforcer son mur en 92 pour forcer le noir à vivre, plutôt que de tuer le groupe et de risquer la coupe en 92 ; le blanc reconstruit ensuite son Moyo avec 94 et 96 et gagnera aisément de 10 points, en jouant tranquillement toute la fin de partie.

Le noir a donc permis au blanc de faire travailler son mur dans la bonne direction et le mur a pu se créer grâce au coup débile, 25.

### PLAY OFF 17 NOVEMBRE 1979



Jérôme Hubert  
(Blancs)  
Frédéric Donzet  
(Noirs)  
Coups 1 à 100

me Hubert (champion 1978) et Frédéric Donzet qui n'a pas 15 ans et participe à ses premiers championnats de France.

Sans entrer dans le détail du Fuzeki, on peut dire qu'après le coup 22, le blanc est assez à l'aise ; le premier coup franchement mauvais est le coup 25 : le noir se retrouve avec une position

blanc devrait sanctionner tout de suite et jouer a, ou 53 : après a, si le noir répond b, blanc joue 52, si le noir sort avec 52, le blanc attaque le coin avec b ; l'attaque 53 est plus directe, qui pousse la pierre 33 vers le mur blanc et prépare l'attaque contre le coin N-E. Le blanc préfère envahir le coin et noir, qui ajoute le coup prudent 43, a pu jouer 33 sans

Pierre AROUTCHEFF □

# JEUX DE RÉFLEXION

## « Seti » au banc d'essai

### Jeu présenté

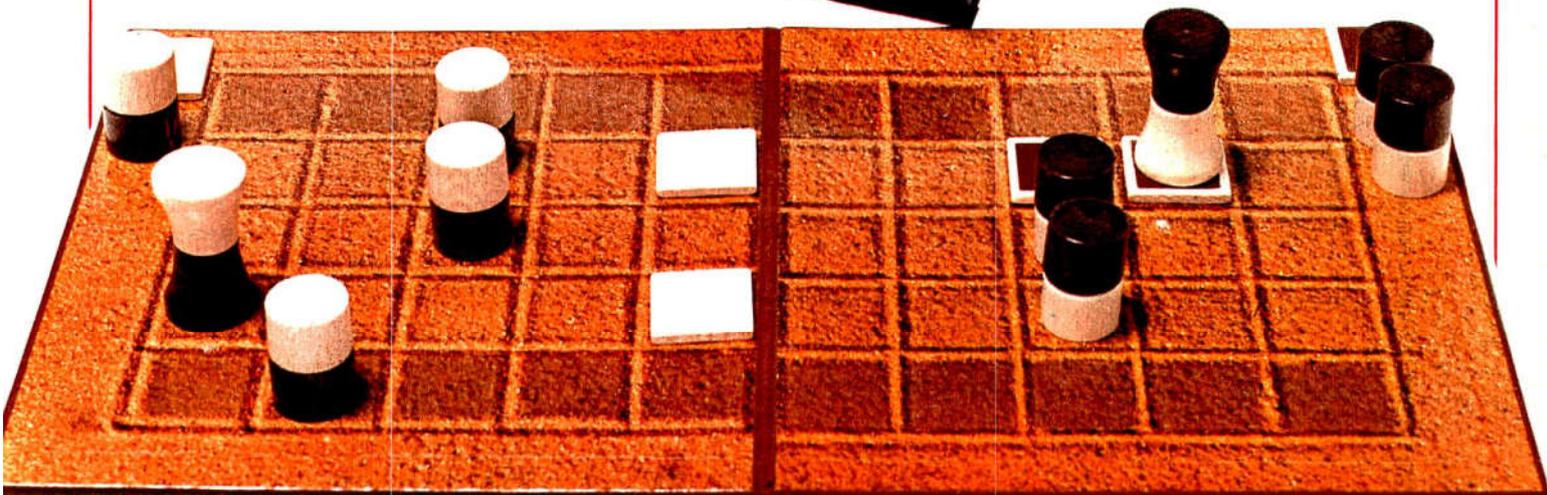
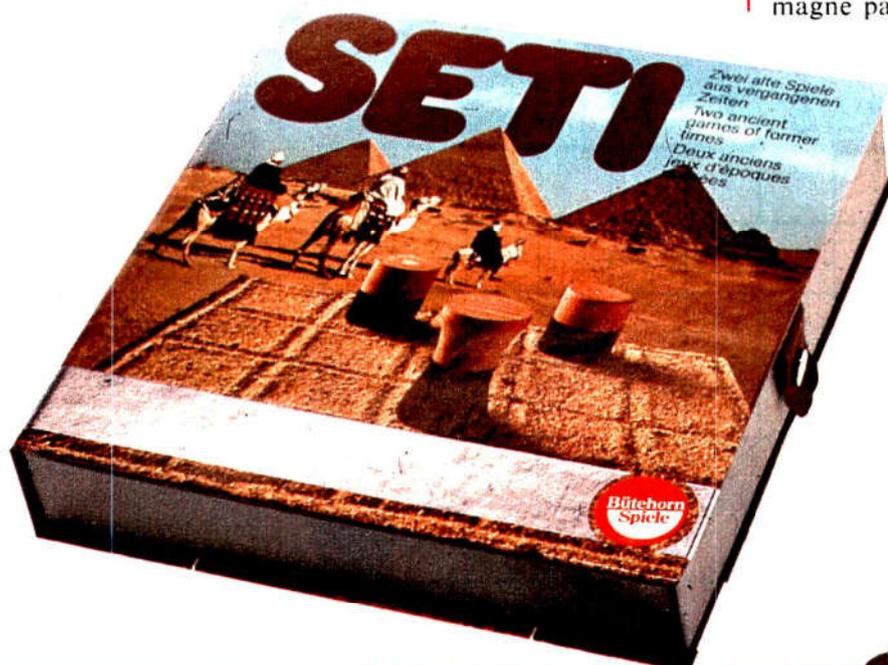
Nom : SETI  
Editeur : Butenhorn (R.F.A.)  
Nombre de joueurs : 2  
Durée : 15 à 30 minutes

### Matériel

- Tableau de jeu (3 × 10 ou 5 × 10 selon la version)
- 2 pions pharaons en bois
- 4 pions grands prêtres en bois
- 6 carrés vaisseaux mortuaires en bois.

### Commentaire

Un jeu de tactique original où les vaisseaux mortuaires constituent des pièges et des manœuvres de diversion efficaces. Les attaques non coordonnées de pions séparés sont très risquées. Seti vient d'être primé en Allemagne par un jury de journalistes pour son esthétique et sa présentation soignée.



*La figurine capturée est retournée et devient possession du conquérant.*

### But du jeu

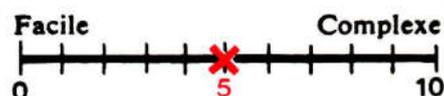
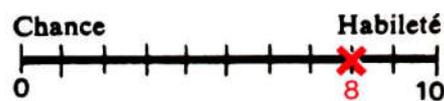
Atteindre la ligne de départ de l'adversaire avec un de vos pions sans qu'il puisse être repris de suite. Chaque pion est réversible et en cas de prise change de camp. Dans la première version du jeu, chaque joueur place son pharaon entouré de deux grands prêtres sur sa ligne de départ (dans la deuxième version, le pharaon est entouré de quatre grands prêtres).

Le pharaon se déplace comme un Roi aux échecs. Un grand prêtre

se déplace de deux cases diagonalement ou fait un saut de Cavalier comme aux échecs. Les vaisseaux mortuaires peuvent être placés ou retirés de n'importe quelle case mais en aucun cas se déplacer. Si un pion se trouve sur la même case qu'un vaisseau mortuaire, il est imprenable. La prise d'un pion ou d'un vaisseau mortuaire se fait comme aux échecs par « remplacement » mais la pièce capturée change de couleur et redémarre sur la ligne de départ du vainqueur.

### Verdict

Clarté des règles : 7/10  
Originalité : 8/10  
Présentation : 10/10



Note globale : 9/10

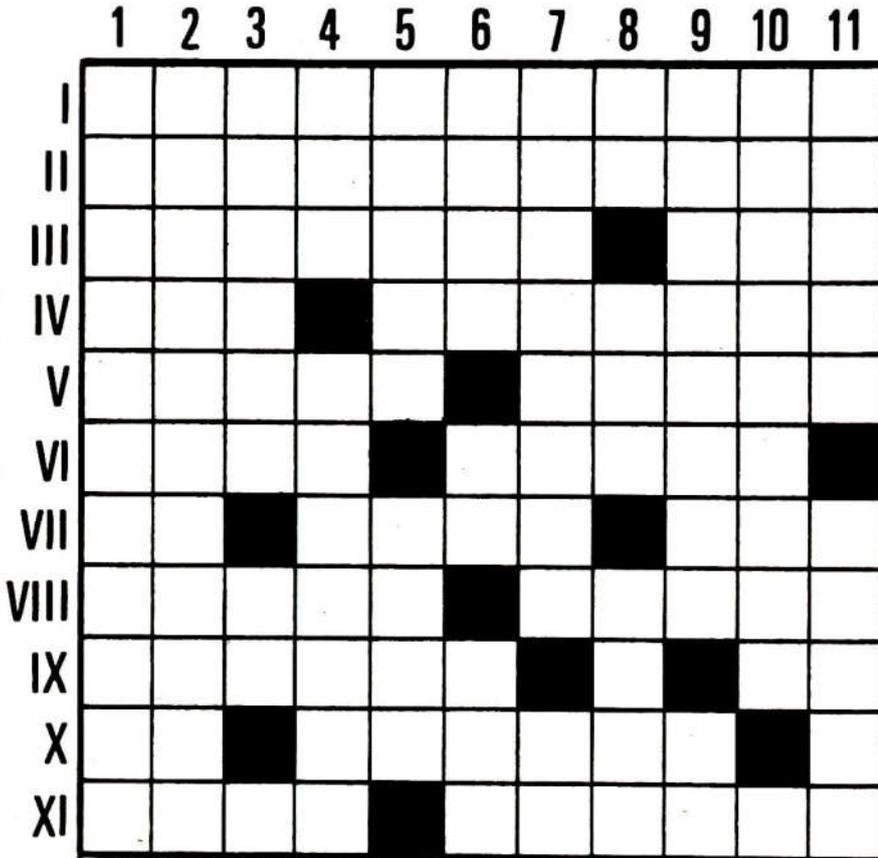
Peter WATTS

# MOTS CROISÉS

## Horizontalement

I. Qui ne rend pas l'interprète perplexe. — II. Agents, ex-ster-nes. — III. Affronts - Révolutions. — IV. Ras-le-bol - Peut-être une simple carie. — V. Un grêle avant un gros - On y relève des perles. — VI. Au panthéon - Dans les Yvelines et sur la Seine. — VII. Font les jetons - Monolithe - Encore plus blonde quand

elle est pâle. — VIII. Ou, elle fait un gros tas, ou, au contraire, elle creuse - Troublées. — IX. Enflammé - Pris dans le sac. — X. Affirmatif à Moscou - Un rouge pour lequel des cellules ne manquent pas d'affinité. — XI. Cheville - Mis sur un de plus, on est dans de beaux draps.



## Verticalement

1. Un tétatogène qui vaut à « Science et Vie » les honneurs du « Petit Robert ». — 2. Feras preuve d'émulation. — 3. Mise de niveau... grâce, peut-être, au premier du VIII horizontal - Tout y reposait, dit le poète. — 4. Pot-de-vin ou mesure de capacité - Omise. — 5. Facteur de force - La maman d'Apollon. — 6. Vi-  
rent l'assassinat de César - Tête

de totem - Direction. — 7. Deux as et demi - Pour mourir, c'est la fin. — 8. Personnel. Dans un sens, glace à Londres - Elle fait carrière. — 9. Il amasse mousse - (mais avec lui, qu'est-ce qu'on se rase !) - Préposition. — 10. On en fait tout un plat. — 11. Sur la Berne et chère à Krupp - Appât.

## Solution

Verticalement : 1. Thalidomide. — 2. Rivaliseras. — 3. Arasee - Ur. — 4. Don - Oubliée. — 5. Union - Leto. — 6. Ides - To - Est. — 7. Sesterce - Ir. — 8. II - Ecl - Mine. — 9. Blaireau - En. — 10. Lentilles. — 11. Essen - Esche.

Horizontalement : I. Traduisible. — II. Hirondelles. — III. Avantes - Ans. — IV. Las - Ostéite. — V. Iléon - Ecrin. — VI. Dieu - Trél. — VII. Os - Bloc - Ale. — VIII. Meule - Emues. — IX. Irrité - Sc. — X. Da - Eosine. — XI. Esse - Trente.

Luc FELLOU □

## Frénicle en perspective cavalière

Le cavalier et Frénicle marchent maintenant la main dans la main. Expliquons ! Il ne s'agit pas d'un message codé, mais du dernier résultat d'une recherche en réalité très simple à suivre. Parcourons-en les antécédents comme il se doit : pas à pas.

Au départ étaient les carrés, simples quadrillages de cases, en comptant 4, 9, 16, 25, 36, 64 ou plus. Les amateurs de jeux ont choisi celui de 64 cases comme échiquier, ce qui lui a valu d'être parcouru — entre autre — par le cavalier, qui saute de cases en cases, par les diagonales de rectangles 2, 3. Les amateurs d'énigmes en ont fait un thème de recherche : comment enchaîner ces sauts pour parcourir les 64 cases, une fois et une seule ?

Les amateurs d'arithmétiques ont entrepris de disposer des suites de nombres partant de 1, sur les divers carrés, les appelant « magiques » lorsque les lignes, les diagonales et les colonnes ont une même somme.

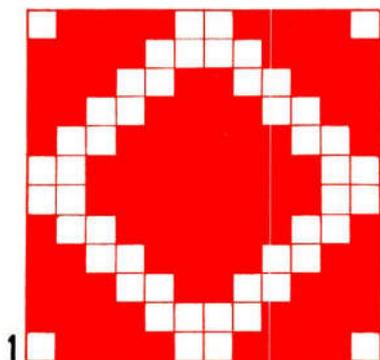
Les amateurs de croisements ont numéroté les sauts d'un parcours de cavalier et tenté de réaliser ainsi des carrés magiques. L'entreprise n'a jamais abouti. Sans que l'on sache encore clairement pourquoi, sur le carré de 64 cases les lignes et les colonnes acceptent d'égaliser leurs sommes, mais les deux diagonales se refusent obstinément à les suivre.

Frénicle a perturbé les carrés magiques en noircissant leurs cases. En noircissant un même nombre de cases sur chaque ligne et chaque colonne, on peut rendre magique ce qui reste de cases blanches.

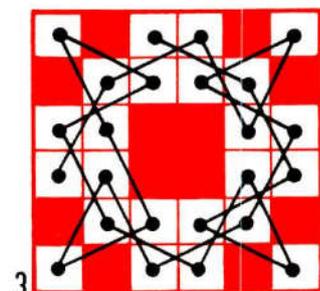
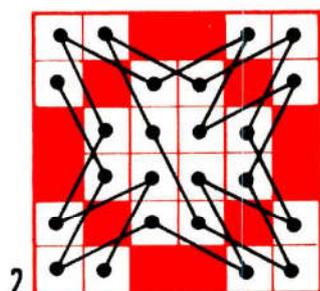
Le problème posé ici en janvier découle de ce qui précède avec une logique imparable : le cavalier peut-il parcourir les cases blanches d'un carré de Frénicle, pour le rendre magique, ou simplement presque magique ?

Jean-Louis Pestiaux a été le premier à atteindre des résultats. Il remarque d'abord que la densité des cases noires ne doit pas être trop élevée et que celles-ci doivent être convenablement disposées. De toute évidence, le cavalier doit renoncer à parcourir certains carrés (figure 1).

# JEUX ET PARADOXES



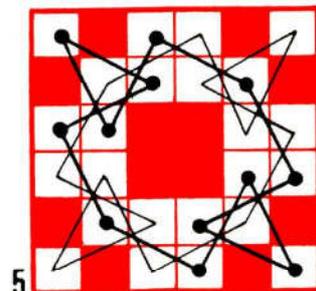
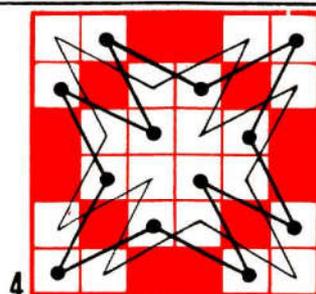
Il faut donc sérier les problèmes, et commencer par adapter les dispositions des cases noires et les possibilités du cavalier. Ainsi, sur le carré de 36 cases à 2 noires par ligne et par colonne, deux constructions au moins se présentent (figures 2 et 3). Chacun de



ces parcours est « ouvert » : la dernière case ne peut pas rejoindre la première d'un simple saut. On voit que, déjà à ce stade, une foule de problèmes à la fois nouveaux et directement abordables se présentent : indépendamment de la magie arithmétique, sur quels carrés de Frénicle les parcours de cavaliers sont-ils possibles ? Combien de cases noires tolèrent-ils ? Peuvent-ils être ouverts ou fermés ? Etc.

Malheureusement, ces deux premiers « parcours de Frénicle » aboutissent à des échecs provisoires. Jean-Louis Pestiaux n'a pu les rendre magiques.

Toutefois, il a fait une découverte importante et fructueuse. Il a remarqué que chacun de ces parcours pouvait se dédoubler en deux parcours fermés symétriques



l'un de l'autre (figures 4 et 5). Et là, la magie survient, presque parfaite : dans chaque cas, les lignes et les colonnes donnent une même somme (figures 6 et 7).

20	3			22	5
1		21	4		24
	19	2	23	6	
	12	17	8	13	
18		10	15		7
11	16			9	14

1		11	20		18
	21	2	17	10	
3	12			19	16
22	13			6	9
	4	23	8	15	
24		14	5		7

Les diagonales gardent à nouveau leurs distances...

Bien sûr, il faut se garder de tirer des conclusions générales d'un premier résultat. Sur d'autres parcours de Frénicle, le parcours complet acceptera peut-être d'être magique, les diagonales condescendant à suivre le mouvement. Mais sur lesquels ?

Jean-Louis Pestiaux obtient un autre résultat intéressant, proche de cette recherche (figure 8). En

9	14			1
	2	7	15	
11			3	10
4	8	12		
		5	6	13

imaginant que le carré se répète indéfiniment, comme un motif de papier peint, vers le haut, le bas, la gauche et la droite, on voit qu'il se remplit en réalisant :

- 4 sauts de cavalier dans une même direction ;
- 1 pas de tour horizontal ;
- 4 sauts de cavalier dans une direction orthogonale ;
- 1 pas de tour horizontal ; etc.

Si les pas de tour n'intervenaient pas, on pourrait considérer que le parcours répond par extension au problème, constituant un « parcours magique de Frénicle généralisé ». Cela mène d'ailleurs aussitôt à un nouveau problème passionnant : les parcours de cavalier généralisés, ne s'encombrant pas des limites de l'échiquier. A-t-il de l'avenir dans la magie ?

Serge Brasse ne parvient pas non plus à résoudre complètement le problème. Mais il fait une remarque qui peut être une piste intéressante à suivre. Il découvre un parcours de cavalier magique sur le carré de 64 cases, pouvant être dédoublé en 2 « parcours de Frénicle » (figures 9 et 10). Malheu-

	2	17		15	22	
3	18		21		14	
		20	1	16	23	
19	4				13	24
		6	29	12	25	
5	30				11	26
	7	32		18	9	
31		8			27	10

42	59		40		63	
		41	60	64	39	
58	43				62	37
		57	44	61	38	
56	45				36	51
		55	48	33	52	
46		53			50	35
60	54	47	49	34		

reusement, la magie ne résiste pas à la division. D'autres parcours magiques auront-ils la générosité de se scinder en deux carrés de Frénicle ? Pierre BERLOQUIN □

## Devenez champion du « couleur-stop »

Le « couleur-stop », qu'est-ce que c'est ? Un petit jeu gadget très bon marché et très amusant.

Il s'agit de trois petites LED, une rouge, une jaune et une verte qui vont s'allumer et s'éteindre toutes seules. Chaque joueur devra au préalable annoncer sur quelle (ou quelles !) LED il pense pouvoir bloquer le système. Pour cela, il dispose d'un interrupteur. Le verdict est immédiat puisque tout le monde peut contrôler le résultat. Nous verrons plus loin toutes les possibilités de jeu de ce montage et toutes les sophistications que nous pourrions lui apporter ; pour l'instant intéressons-nous à l'électronique...

Comme nous pouvons le voir sur le schéma de principe, la simplicité est de rigueur. IC<sub>1</sub> est un NE 555 ; c'est lui qui va fixer la vitesse de défilement des différentes combinaisons. Celle-ci sera variable grâce à P<sub>1</sub> (cela permettra de corser la difficulté en augmentant la vitesse). Le signal de sortie issu de la patte 3 du NE 555 est dirigé via K<sub>1</sub> vers un circuit logique du type SN 7490 (IC<sub>2</sub>). K<sub>1</sub> nous permet donc de transmettre ou de ne pas transmettre l'ordre de défilement des LED. C'est sur lui que nous agirons pour essayer de bloquer le système sur la ou les couleurs que nous aurons choisies.

Un petit mot sur le SN 7490. Il remplit pratiquement les mêmes fonctions que le SN 7493 que nous employons habituellement : quadruple diviseur par deux et compteur binaire. Mais il possède une petite option très utile pour notre montage. En effet, il est muni d'un mode de comptage un peu spécial : il ne suit pas d'ordre logique au sens comptage binaire du mot. C'est-à-dire qu'il va nous permettre d'obtenir des suites de combinaisons auxquelles nous aurons beaucoup de mal à nous habituer (ceci pour compliquer un petit peu la difficulté...). Dans la pratique, tout se passera comme si les combinaisons d'allumage étaient aléatoires. Puis en sortie du SN 7490 nous trouvons nos trois LED reliées aux + 4,5 volts par des résistances de 100 ohms afin de limiter le courant.

Comme vous pouvez le constater,

le schéma de principe est simple ; la réalisation le sera donc aussi. Au total nous disposons donc de deux moyens d'intervenir :

- le potentiomètre P<sub>1</sub> pour régler la vitesse ;
- l'interrupteur K<sub>1</sub> pour bloquer le système.

En suivant le schéma d'implantation que nous vous proposons sur Véroboard, une petite heure doit vous suffire pour être prêt à jouer (si vous n'avez pas oublié la pile de 4,5 volts indispensable au bon fonctionnement de l'ensemble).

Voyons maintenant quelques-unes des règles qu'il est possible d'établir.

**Le dé :** afin de faire entrer le facteur chance dans notre jeu,

### NOMENCLATURE

R<sub>1</sub> = 100 ohms (marron - noir - marron - argent ou or)

R<sub>2</sub> = 100 ohms (marron - noir - marron - argent ou or)

R<sub>3</sub> = 100 ohms (marron - noir - marron - argent ou or)

C<sub>1</sub> = 1 microfarad - 6 volts

IC<sub>1</sub> = NE 555

IC<sub>2</sub> = SN 7490 N

P<sub>1</sub> = 100 kilohms linéaire

D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> et D<sub>3</sub> = LED verte jaune et rouge.

K<sub>1</sub> = interrupteur

nous lui avons adjoint un dé. De plus celui-ci nous permet de compenser les écarts de probabilité entre les différentes combinaisons. D'autre part, notre dé ne comportant que 6 faces, comme tout dé normalement constitué, il a fallu éliminer certaines combinaisons, le montage en comportant 10. Celles-ci ne seront donc pas utilisées pour les points du jeu, mais en tant que combinaisons « pièges » pour ajouter un peu de piquant.

Nous réaliserons le dé en papier fort ou en bristol pour pliage. Des ciseaux et de la colle seront les seuls outils nécessaires en dehors du fer à souder. Le modèle proposé est important dans la mesure où il illustre les cas possibles.

Tout éventuel règlement, pour être juste, doit tenir compte des

différentes probabilités des événements. Une fois ces différences rééquilibrées par notre dé, voyons l'un des règlements qu'il est possible d'adopter.

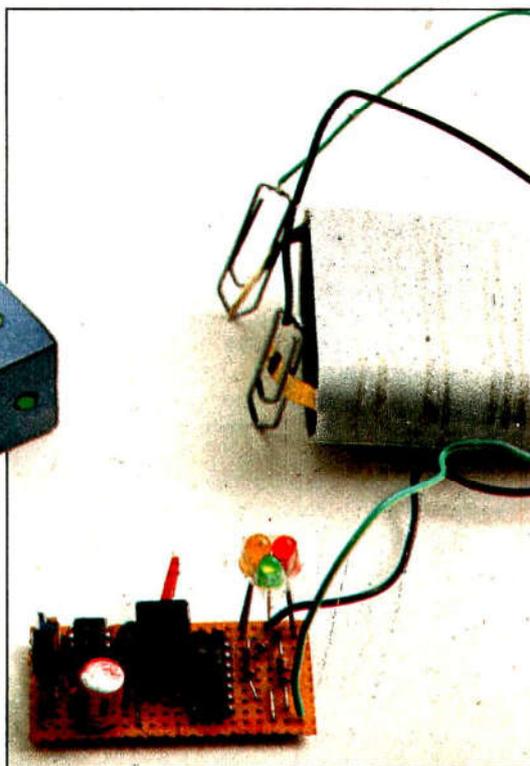
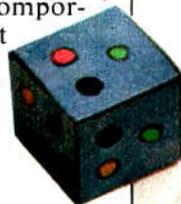
Le jeu est pratiqué par deux joueurs au moins, chaque participant jouant à son tour. Le but de la partie est d'arriver à un total de 15 points.

Le joueur lance le dé et la combinaison à bloquer est alors fixée. Il démarre le « couleur-stop » et doit l'arrêter sur la bonne combinaison. Si le coup est réussi, le joueur marque 1 point si le dé avait demandé 1 LED, et 2 points si le dé avait demandé 2 LED. Si le coup est raté le joueur passe simplement son tour sauf s'il a arrêté le « couleur-stop » sur une combinaison « couleur-piège » !

Les cas « couleur-piège » :

- si après l'arrêt, aucune LED n'est allumée, l'infortuné (ou maladroit) joueur doit sauter un tour ;

- si les 3 LED sont allumées, le joueur perd les points qu'il avait gagnés au tour précédent. Si ce cas se produit en début de partie, le joueur concerné part avec un handicap de 2 points à rattraper. A présent amusez-vous bien au « couleur-stop » !



Implan-  
tation  
des  
composants

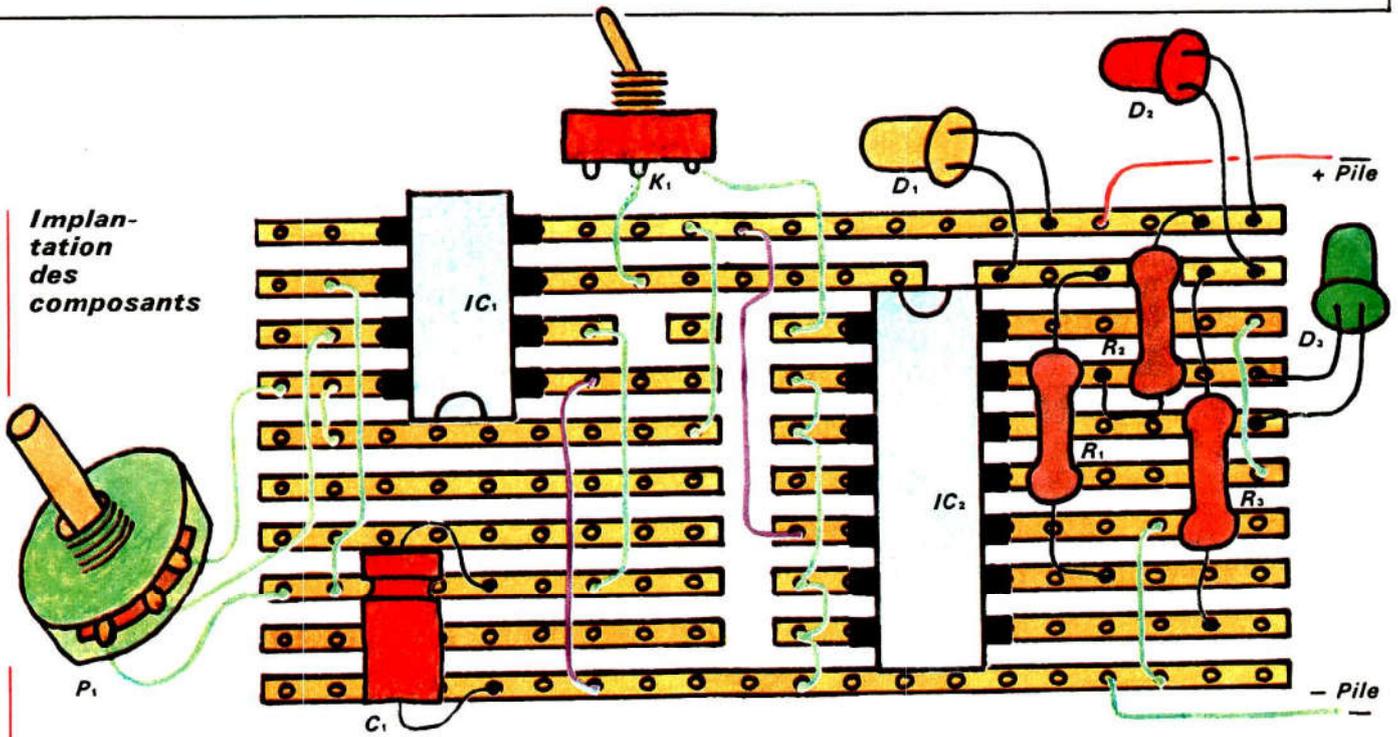


Schéma  
électrique

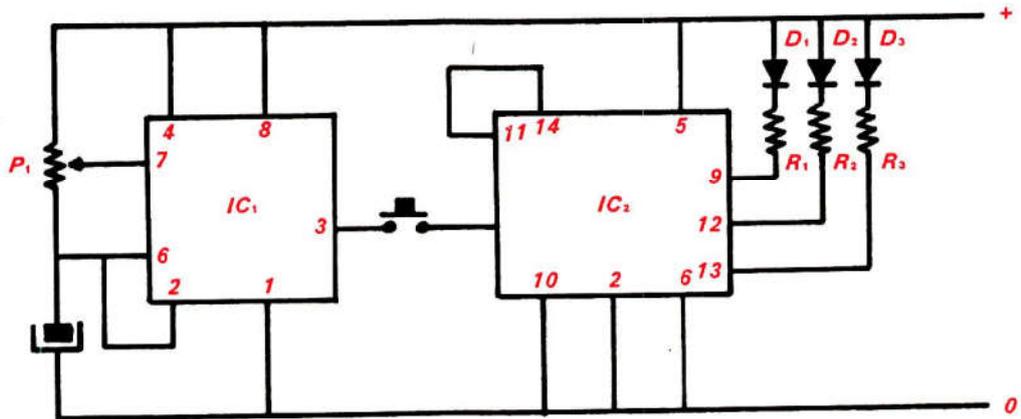
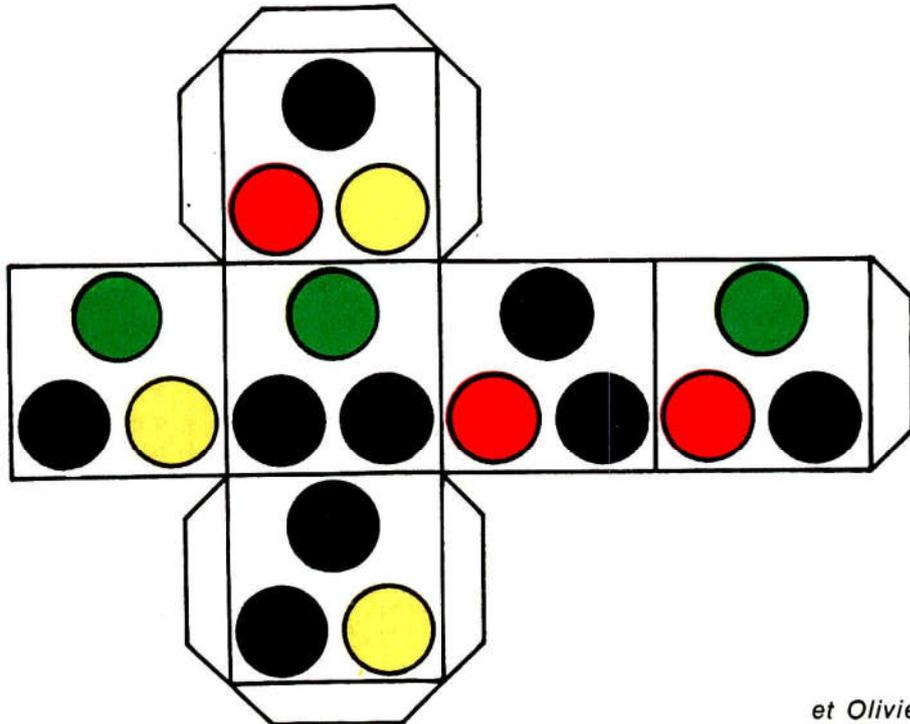


Schéma  
du dé  
à  
découper



# LA CALCULETTE DE L'ASTRONOME

## Missions spatiales dans le système solaire

Nous vous proposons de calculer la vitesse qu'il faut communiquer à une sonde spatiale, au départ de la Terre, pour atteindre de la façon la plus « économique » n'importe quel astre du système solaire, ainsi que la durée du voyage.

Appliqué aux planètes, ce problème a fait l'objet d'intéressantes études dès avant l'ère spatiale, puisqu'en 1925 l'Allemand Walter Hohman avait défini les trajectoires optimales pour ce genre d'exploration. Il a d'ailleurs laissé son nom à ce type d'orbites, dites ellipses de

Hohman. Il s'agit d'orbites héliocentriques qui sont tangentes, au départ, à l'orbite terrestre, et tangentes à l'arrivée à l'orbite de la planète visée. Dans le cas de planètes « supérieures » (extérieures à la Terre) le périhélie des orbites de Hohman se place donc à la distance de la Terre et l'aphélie au niveau de la planète considérée. C'est l'inverse pour les planètes inférieures (Mercure, Vénus). Quant à la durée du transfert, elle est évidemment égale à la demi-période de révolution sur cette ellipse bitangente (schémas 1 et 2).

On constatera, résultat paradoxal à première vue, que les planètes lointaines peuvent être visées dans des conditions économiques plus souvent que les planètes proches comme Vénus et Mars.

Notre calcul correspondra au modèle optimal, c'est-à-dire à une ellipse de Hohman.

**1. Détermination de la distance Terre-Soleil au moment du lancement.**

La distance de la Terre au Soleil, variable tout au long de l'année, influera en effet sur la vitesse à communiquer. La loi des aires, énoncée par Kepler, implique qu'un astre circulant sur une orbite non circulaire sera plus rapide dans sa partie périhélique que dans sa partie aphélique. Autrement dit, il n'y a pas symétrie dans la distance Terre-Soleil en fonction du temps. Pour la Terre, toutefois, l'écart au demi-grand axe reste toujours inférieur à 2 % si bien que cette variation peut être considérée comme symétrique et donc assimilée à une sinusoïde.

Nous avons ainsi :

$$D = 149.598 \cdot 10^9 + 2.5 \cdot 10^9 \sin(.9856 n)$$

$n$  étant le nombre de jours écoulés depuis le 3 avril, date à laquelle cette distance Terre-Soleil est à sa valeur moyenne.

**2. Calcul de la vitesse orbitale de la Terre.**

Au moment considéré cette vitesse vaut :

$V_t = 29\,786 - 248 \sin(.9856 n)$ .  
29 786 m/s correspond à la vitesse orbitale moyenne de notre planète, 248 m/s à la demi-amplitude de cette vitesse, et  $n$  a été défini précédemment. Là encore, nous assimilons la variation de cette vitesse à une fonction sinusoïdale, ce qui est une approximation satisfaisante.

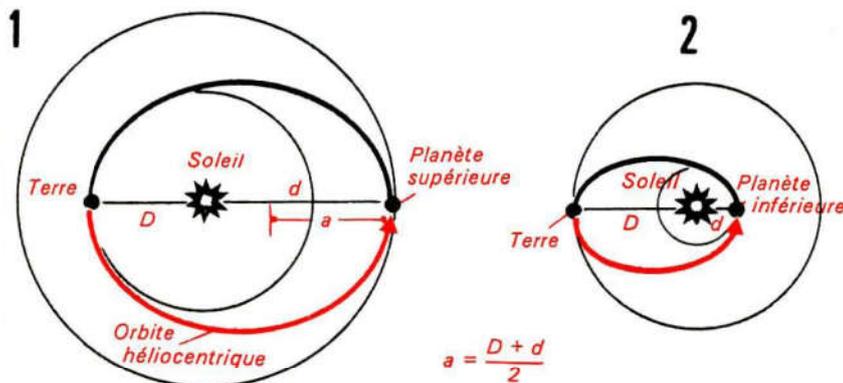
**3. Vitesse solaire de la sonde spatiale, suivant la distance ( $d$ ) de l'astre visé.**

$$V_s = V_t \sqrt{d/a}$$

$a$  est le demi-grand axe de l'orbite héliocentrique de la sonde. C'est évidemment la demi-somme de la distance de la Terre et de celle de la planète :

$$a = \frac{D + d}{2}$$

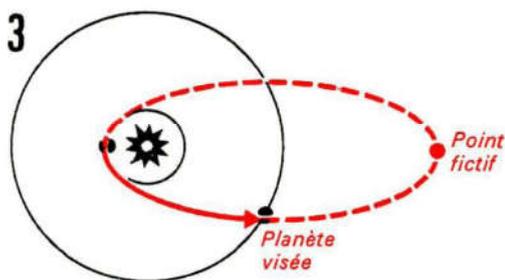
Il s'agit bien là, précisons-le, de la vitesse dans le système solaire. Pour obtenir la vitesse de notre sonde par rapport à la Terre, il



Ellipses de Hohman

Dans la pratique, on a toujours substitué aux ellipses de Hohman des orbites sécantes, de plus grande excentricité, qui permettent de raccourcir de 20 à 25 % la durée du

vol. Mais c'est évidemment au détriment de la dépense d'énergie (donc de la charge utile) puisque cela revient à viser un astre fictif plus éloigné (schéma 3).



Orbite sécante

Précisons en outre que ces tirs planétaires sont tributaires de « fenêtres » de lancement, car il convient que le vol de la sonde spatiale encadre une conjonction ou une opposition de la planète visée. La périodicité de ces « fenêtres » est liée à la durée de révolution synodique des planètes en question, c'est-à-dire du temps qu'il faut pour qu'une planète donnée se retrouve dans la même position relative par rapport à la Terre compte tenu des périodes de révolution respectives des deux

astres. Cette durée se calcule avec la formule :

$$1/T_{\text{syn}} = 1/365.25 - 1/T_p$$

$T_p$  étant la période de révolution de la planète considérée.

On a ainsi le tableau suivant pour la périodicité des fenêtres planétaires :

Mercure .....	115,88 jours
Vénus .....	583,92 jours
Mars .....	779,94 jours
Jupiter .....	398,88 jours
Saturne.....	378,09 jours
Uranus .....	369,66 jours

convient de retrancher la vitesse orbitale de cette dernière :

$$V_r = V_s - V_t$$

$V_r$  étant appelée « vitesse résiduelle ».

4. Calcul de la vitesse d'injection. C'est la vitesse que la fusée doit atteindre en fin de combustion pour placer la sonde sur l'orbite solaire voulue.

Elle vaut :

$$V_i = \sqrt{V_e^2 + V_r^2}$$

$V_e$  étant la vitesse de libération terrestre pour l'altitude considérée. Elle se calcule simplement par la formule :

$$V_e = \sqrt{\frac{2 GM_t}{h + R}}$$

Pour la Terre  $GM_t = 3.98601 \cdot 10^{14}$

$h$  : altitude

$R$  : rayon équatorial (6 378 km) (mais attention à les exprimer en mètres).

Notre premier résultat sera donc  $V_i$ , vitesse à atteindre par la fusée porteuse de notre sonde spatiale, à l'altitude fixée au-dessus de la surface terrestre, pour que cette sonde se place sur une orbite héliocentrique dont l'aphélie (ou le périhélie si l'on vise une planète « inférieure ») se situera au niveau de l'objectif visé. Il faut maintenant, bien entendu, calculer la durée du transfert pour que l'astre en question soit bien au rendez-vous.

5. Calcul de la durée du transfert. Il s'agit d'abord de déterminer la période de révolution sur cette orbite héliocentrique et pour cela nous ferons tout naturellement appel à la troisième loi de Kepler (voir notre rubrique du n° 747, décembre 1979).

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{a^3}{GM_s}}$$

Attention : cette fois il faut prendre pour  $GM$  la valeur correspondant au soleil, soit :

$$GM_s = 1.3272 \cdot 10^{20}$$

Cette période étant exprimée en secondes, il faudra faire la conversion en jours (compte tenu des durées en jeu) et diviser le tout par 2 puisque l'astre est atteint après une demi-révolution.

Nous avons donc finalement :

$$T_v = \frac{T}{86\,400 \times 2} = \frac{T}{172\,800}$$

Notre second résultat sera  $T_v$ .

Application : Mission vers l'astéroïde Cérés. Distance au soleil : 413 830 000 km. Lancement le 1<sup>er</sup> juin ( $n = 59$ ). Fin de combustion de la fusée à 180 km d'altitude au-dessus de la surface terrestre.

1.  $D = 149.598 \cdot 10^9 + 2.5 \cdot 10^9 \sin(.9856 \times 59) = 151,72 \cdot 10^6$  km.

2.  $V_t = 29.786 \cdot 10^3 - 248 \sin(.9856 \times 59) = 29.57$  km/s.

3.  $V_c = 29.57 \sqrt{413.83/282.776} = 35.78$  km/s.

$V_r = 35.78 - 29.57 = 6,21$  km/s.

4.  $V_e = \sqrt{\frac{2 \times 3.98601 \cdot 10^{14}}{6.558 \cdot 10^6}} = 11.02$  km/s.

$V_i = \sqrt{(11.02)^2 + (6,21)^2} = 12.65$  km/s.

5.  $T = 6.28 \sqrt{\frac{(282.776 \cdot 10^9)^3}{1.3272 \cdot 10^{20}}} = 8.201 \cdot 10^7$

$T_v = 8.201 \cdot 10^7 / 172\,800 = 474,6$  j.

La sonde spatiale expédiée vers Cérés atteindra donc son objectif après 474,6 jours de vol (conditions optimales). La fusée devra lui communiquer, à 180 km d'altitude, une vitesse de 12,65 km/s, soit 45 540 km/h.

$D = 149.598 \cdot 10^9 + 2.5 \cdot 10^9 \sin .9856 n$

$V_t = 29.786 - 248 \sin .9856 n$

$V_s = V_t \sqrt{d/a}$  avec  $a = \frac{D + d}{2}$

$V_r = V_s - V_t$

$V_e = \sqrt{\frac{2 GM_t}{h + R}}$

$V_i = \sqrt{V_e^2 + V_r^2}$

$T = 2\pi \sqrt{\frac{a^3}{GM_s}}$

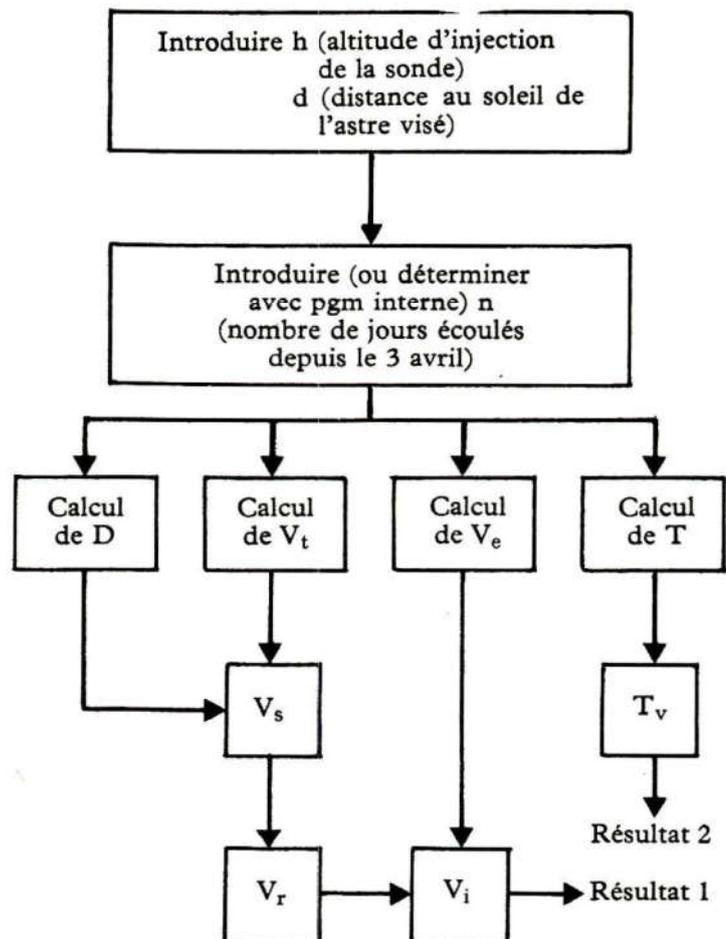
$T_v = T/172\,800$

Constantes :  $R = 6.378 \cdot 10^6$   
 $GM_t = 3.98601 \cdot 10^{14}$   
 $GM_s = 1.3272 \cdot 10^{20}$

### Programme pour TI-58, TI-59

```

000 LBL A           R/S
      STO 00        LBL D
      R/S          RCL 07
      LBL B         +
      STO 05       020 .
      R/S          2
010 LBL C         =
      STO 07       PGM 20
  
```



# LA CALCULETTE DE L'ASTRONOME

```

A      080 (
RCL 04 2
—      9
7      .
030 3   7
0      8
5      6
7      —
8      .
=      2
×      090 4
.      8
9      ×
040 8   RCL 04
5      )
6      =
=      x²
DEG    +
sin    7
STO 04 100 9
×      7
2      2
5      0
050 EE  0
5      ÷
+      (
1      6
4      3
9      7
5      110 8
9      +
8      RCL 00
EE     )
060 3   =
+      √x
RCL 05 INV EE
=      R/S
÷      120 RCL 01
2      ×
=      √x
STO 01 ÷
070 1/x 1
×      0
RCL 05 0
=      2
√x    EE
—      130 7
1      =
=      INV EE
×      134 R/S
    
```

## Instructions

Le programme une fois entré, introduire h (en km) en A, d (en km) en B et le jour de l'année en C, sous la forme MMJJ (MM = mois, JJ = jour). Appuyer sur D :  $V_i$  apparaît en km/s. Faire R/S :  $T_v$  apparaît, en jours.

Pour l'exemple cité plus haut, introduire 180 en A, 413 830 000 en B, 601 en C (6 pour juin, 01 pour le premier jour du mois), appuyer sur D : 12.65 apparaît. Faire R/S : 474.56 apparaît, soit 474.6 jours.

Pour corriger une donnée, la rentrer en A, B, ou C, et faire D.

## Programme pour HP-25 et HP-33

```

01  ↑      30  ×
    RCL 6    —
    ×      RCL 1
    sin     √x
    STO 7   1
    2      —
    5      ×
    EEX    x²
    5      RCL 0
10  ×      6
    RCL 2   40 3
    +      7
    RCL 1   8
    +      +
    2      1/x
    ÷      RCL 5
    STO ÷ 1 ×
    ↑      +
    √x    √x
20  ×      49  GTO 00
    RCL 3   ÷
    ÷      R/S
    R/S    RCL 4
    2      .
    4      2
    8      4
    RCL 7  8
    
```

## Instructions

Le programme une fois entré, mettre 149 598 EEX 3 en STO 2; 1 002 EEX 7 en STO 3; 29.786 en STO 4; 797 200 en STO 5; 0.9856 en STO 6. Se placer en mode DEGRÉS. Ensuite, introduire h (en km) en mémoire 0, d (en km) en mémoire 1, écrire n (nombre de jours écoulés depuis le 3 avril dernier) et taper GSB 01 (pour les HP-25 : GTO 00 puis R/S) :  $T_v$  apparaît, en jours; faire R/S :  $V_i$  apparaît, en km/s.

Pour l'exemple cité plus haut, entrer 180 STO 0, 413 830 000 STO 1, 59 et faire GSB 01 : 474.56 apparaît, soit 474.6 jours. Après R/S, apparaît 12.65 km/s.

Attention : le contenu de la mémoire 1 est modifié en cours de programme.

## Note

Ces deux programmes ne suivent pas fidèlement l'ordre des calculs énoncés dans le texte. Une partie en a été faite à l'avance afin de réduire le nombre de constantes utilisées.

Il est inutile de conserver les résultats avec plus de quatre chiffres significatifs.

Pierre KOHLER  
Programmation Daniel FERRO □

De toutes les formes d'énergie, l'électricité est la seule qui soit parfaitement incolore, inodore et insipide : ni bruits, ni odeurs, ni cendres, ni poussières, ni taches, ni fumées. Presque l'idéal, avec un seul revers, mais de taille : l'extrême difficulté de la mettre en conserve. Certes, il y a pire puisque l'énergie lumineuse reste à ce jour, elle, tout à fait impossible à mettre en boîte. Mais pour le stockage, l'électricité vaut à peine mieux, sans quoi il y a bien longtemps que toutes les voitures seraient électriques.

Difficile ne veut toutefois pas dire impossible, et l'électricité en conserve existe tout de même sous forme de piles et d'accumulateurs. Pour le poids et le volume déplacés, aucun des deux n'a de quoi soulever l'enthousiasme ; avec un kilo d'un carburant quelconque, on peut parcourir 100 km en moins de 3 heures sans bouger le pied. Avec le même kilo de piles ou d'accus, on ne fera même pas le dixième de ce parcours, et encore, en allant bien sagement à l'allure du pas de gymnastique. Ceci explique qu'aucun véhicule autonome ayant des performances intéressantes ne marche à l'électricité. Les seuls procédés de conservation du courant sont en effet des procédés chimiques dont le rendement intrinsèque est fort bon alors que leur rendement massique est très faible. Nous avons vu le mois précédent comment transformer l'énergie chimique des réactions acide sur métal en énergie électrique. En règle générale, ces systèmes ne sont pas réversibles : la transformation chimique donne du courant, mais l'opération inverse, qui consiste à apporter du courant à la pile, ne ramène pas la transformation chimique à son point de départ.

Il faut des combinaisons bien particulières électrodes-électrolytes pour que l'opération soit possible ; le système fonctionne alors tantôt comme une pile et fournit du courant, tantôt comme un réservoir d'énergie et il emmagasine le courant. On a alors réalisé un accumulateur : l'énergie électrique provenant de sources plus avantageuses que les piles, par exemple des alternateurs ou des dynamos, est transformée durant la charge, par des réactions

## PHYSIQUE AMUSANTE

### Comment mettre l'électricité en conserve

d'électrolyse convenablement choisies, en énergie chimique.

Durant la décharge, celle-ci est à son tour transformée en énergie électrique, puis on reprend l'opération inverse, et le cycle peut être repris un grand nombre de fois. En principe, tout dispositif d'électrolyse à électrodes polarisables peut faire un accumulateur, mais les performances varient beaucoup avec les composants utilisés.

Un accumulateur est caractérisé par sa capacité, laquelle est la quantité d'électricité qu'il peut débiter pendant sa décharge dans des conditions normales d'emploi. Elle est, toutes choses égales par ailleurs, proportionnelle à la surface des électrodes, ou, ce qui revient au même pour des accumulateurs d'un même type, au poids total. Ainsi indique-t-on souvent en pratique la capacité par kilo. On l'exprime ordinairement en ampères-heure plutôt qu'en coulombs, ce qui serait pourtant plus logique. Rappelons que  $1 \text{ Ah} = 3\,600 \text{ C}$ .

Le rapport de la quantité d'électricité restituée pendant la décharge à celle fournie pendant la charge définit le rendement en quantité. On utilise aussi comme critère le rendement en énergie, qui caractérise le rapport des énergies correspondantes. Il est légèrement inférieur au rendement en quantité, la tension aux bornes de l'accumulateur étant moindre pendant la décharge que pendant la charge.

Le rendement en quantité peut atteindre 98 %, et le rendement en énergie 85 %. Ces valeurs, très élevées, seraient en elles-mêmes fort intéressantes si le rendement en poids n'était pas si faible : les bons accumulateurs d'aviation ne dépassent guère 100 Ah/kg. Les batteries au plomb des voitures sont déjà 4 à 5 fois plus lourdes.

Notons que lorsque Gaston Planté inventa en 1858 la « pile secondaire » — notre actuel accumulateur — il s'agissait surtout de créer des courants de plusieurs dizaines de volts. Pour cela, on partait d'une pile et on chargeait plusieurs batteries en parallèle. Après quoi un commutateur permettait de mettre les batteries en série : la tension de charge, celle de la pile, était multipliée par le

nombre d'éléments. Qui plus est, la résistance interne des batteries étant beaucoup plus faible que celle des piles, l'intensité débitée était beaucoup plus grande. On avait augmenté l'ampérage en même temps que le voltage.

De ce fait, il y eut même pendant un certain temps un service de livraison d'électricité à domicile qui convoyait de lourds fardeaux tirés par des chevaux et se chargeait d'échanger les batteries vides contre celles que l'usine centrale avait chargées. Quant on sait le faible rendement de ces premiers accus, on se doute que, avant d'allumer une petite lampe électrique, on devait réfléchir à deux fois sur le coût d'une telle opération.

Et si, finalement, l'automobile a multiplié par millions le nombre d'accumulateurs en service dans le monde, il n'en reste pas moins que c'est toujours le même principe qui reste utilisé, mais avec de nettes améliorations.

Cet accumulateur de base comprend deux électrodes en plomb, toujours oxydées à la surface, plongeant dans une solution d'acide sulfurique à 20 %. Quand on fait passer le courant, l'hydrogène va réduire l'oxyde de l'une des électrodes, qui sera l'électrode négative de l'accumulateur, tandis que l'oxygène donne sur l'autre électrode du peroxyde de plomb ( $\text{PbO}_2$ ). Pendant la décharge, l'hydrogène va, au contraire, réduire le peroxyde de plomb de la plaque positive tandis que l'oxygène oxyde la plaque négative.

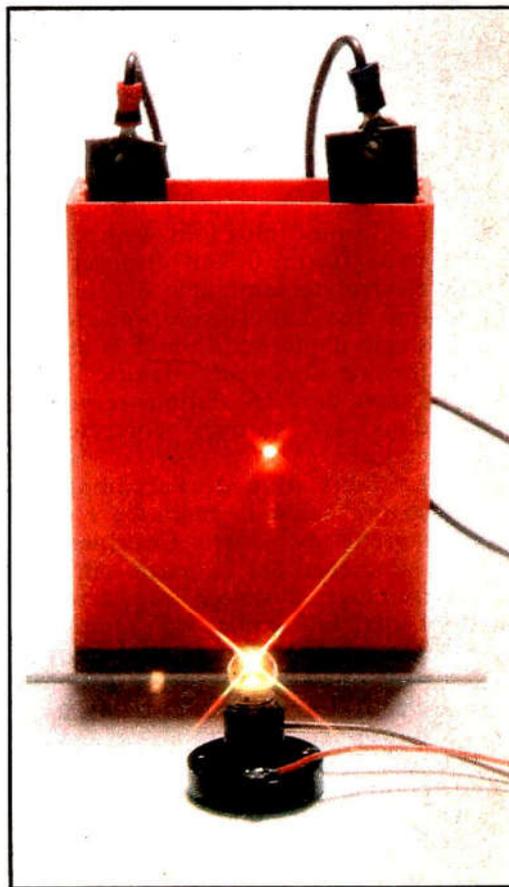
Des deux côtés il se fait du protoxyde  $\text{PbO}$  qui, en présence de  $\text{SO}_4\text{H}^2$  donne du sulfate  $\text{PbSO}_4$ , et la solution s'appauvrit en  $\text{SO}_4\text{H}^2$  pendant la décharge : sa densité diminue. A la charge suivante, le sulfate  $\text{SO}_4\text{Pb}$  redonne  $\text{PbO}_2$  d'un côté et du plomb de l'autre. L'acide  $\text{SO}_4\text{H}^2$  revient dans le liquide dont la densité remonte. Normalement, comme nous le verrons plus loin, il faut former les plaques par de nombreuses charges et décharges successives. En pratique, les accumulateurs livrés dans le commerce reçoivent des plaques préparées, l'une avec du minium  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ , l'autre, négative, avec de la litharge  $\text{PbO}$ .

Ce type d'accumulateur, qu'on trouve avec certaines variantes et

améliorations dans toutes les automobiles, est relativement peu coûteux, ce qui explique son immense diffusion. Mais il existe bien d'autres types, par exemple l'accumulateur fer-nickel dans une solution de potasse à 20 %, l'accumulateur argent-zinc dans une solution saturée de zincate de potassium, l'accumulateur cadmium-nickel, etc.

Leur réalisation étant complexe et délicate, nous avons préféré nous en tenir à l'accumulateur au plomb dont la réalisation est fort simple. Cet élément dont nous proposons la construction est plus un outil d'expérience et d'enseignement qu'un objet d'utilisation pratique. Il fonctionne toutefois fort bien, et ceux de nos lecteurs qui auront la patience nécessaire pour « former » les plaques obtiendront des résultats comparables à ceux des accumulateurs de Planté.

Une remarque à faire dès maintenant : dans notre précédent numéro, nous avons décrit la fabrication d'une pile de Bunsen simplifiée ; en principe, la charge de cet accumulateur se fera avec cette pile. Ceux qui disposent



d'une source de courant continu munie d'une alimentation réglable pourront évidemment l'utiliser ; par contre nous ne conseillons pas d'entreprendre la charge avec des piles du commerce : bien que la chose soit techniquement tout à fait possible, elle conduirait à une dépense trop élevée, le kWh des piles étant remarquablement cher.

Pour mener à bien la réalisation de notre accumulateur, il faut commencer par réunir les accessoires et fournitures nécessaires.

● Polystyrène choc en feuilles de 2 mm d'épaisseur. Ce matériau est disponible chez Berty, 49, rue Claude-Bernard, 75005 Paris ou chez D.P.I., 46, rue de la Voûte, 75012 Paris.

● Bornes avec écrous, fil électrique de couleur, ampoule 3,5 V-0,2 A.

De plus, on se procurera auprès des Etablissements Parant-Michaux, 17, rue Portefoin, 75003 Paris, les éléments suivants :

● 4 électrodes de zinc 100 × 50 × 2 mm,

● 1 bande de plomb 260 × 100 × 2 mm,

● 500 g de bichromate de potassium,

en adressant un chèque de 75 F. Le matériel est envoyé franco de port. Les électrodes en zinc et le bichromate serviront à alimenter la pile Bunsen décrite dans notre précédent numéro.

Ceux qui désirent accélérer la formation des plaques devront également se procurer de l'acide nitrique pur ; nous en indiquerons l'utilisation plus loin. Enfin, et de toute façon, il faut disposer d'un électrolyte semblable à celui destiné aux batteries de voitures : il s'agit d'une solution d'acide sulfurique à 28-30° Baumé qu'on trouve dans les stations-service ou dans les garages correctement équipés.

La fabrication de l'accumulateur se fait selon la méthode Hobby-styrène de Pierre Courbier. On commence par la partie vitale du montage, à savoir les électrodes. Dans la feuille de plomb de 2 mm d'épaisseur, on découpera avec des ciseaux forts les deux électrodes selon le croquis de la **figure 1**. Il faudra ensuite les rendre rugueuses en procédant comme indiqué **figure 2** : il faut les marteler en interposant une lime genre râpe à bois. Cette opération a pour but d'augmenter

la surface active de la feuille de plomb.

Notons qu'il ne faut pas exagérer ce martelage, car la plaque finirait par être trop amincie ; de toute manière, ses dimensions vont être modifiées et il faudra, avant de la faire pénétrer dans son logement, l'ajuster en découpant une petite bande avec des ciseaux.

Sur la languette prévue lors de la première découpe, comme indiqué **figure 1**, on percera le trou de fixation de la borne ; cette opération est à faire sur les deux électrodes. Enfin, on disposera une touche de vernis à ongle sur l'une des plaques, ceci afin de repérer celle qui devra constituer le pôle positif de la batterie.

Le bac sera réalisé dans le polystyrène de 2 mm d'épaisseur. On découpe deux pièces A1 et A2, et on dispose sur chacune d'elles les 3 pièces E1, E2, E3 qui constituent les glissières, voir **figure 3**.

Puis on découpe les autres pièces B1, B2, C et D dont les tranches seront parfaitement ajustées avant collage ; on utilisera exclusivement de la colle UHU-Plast, le trichloréthylène ne convenant plus ici.

Avant de fermer le volume, on disposera dans les angles intérieurs un filet de colle ; cette opération est à répéter deux fois à une heure d'intervalle, et on la recommencera le mieux possible sur les joints de la dernière pièce. Il est absolument nécessaire que le récipient ainsi obtenu soit parfaitement étanche. On s'en assurera en le remplissant d'eau à ras bord, et en vérifiant qu'il n'y a pas la moindre fuite, même sous la forme du plus minuscule suintement.

Dans le cas contraire, et l'esthétique dût-elle en souffrir, il ne faut pas hésiter à disposer un nouveau filet de colle à l'extérieur de toute jonction défailante. Ces défaillances ne sont pas toujours faciles à localiser, et il faut laisser le bac rempli d'eau plusieurs heures sur un support parfaitement sec pour vérifier qu'aucune goutte ne filtre à l'extérieur. Si le bac a été correctement construit, l'étanchéité est parfaite et aucun colmatage supplémentaire ne sera nécessaire.

Il reste à disposer les deux électrodes en plomb tête-bêche ; éventuellement, on reprendra leurs largeurs avec des ciseaux : elles

doivent pénétrer à force dans les rainures latérales, mais rester planes. Bien entendu, elles ne doivent jamais se toucher.

Telles qu'elles se présentent, ces électrodes peuvent subir la charge après remplissage avec l'électrolyte ; mais leur formation, c'est-à-dire le dépôt d'une mince couche d'oxyde de plomb, sera relativement longue et le rendement de l'accumulateur ne sera correct qu'après de nombreuses charges et décharges.

Il existe un moyen d'accélérer le processus et d'arriver plus vite à un bon rendement, mais il est alors nécessaire d'employer une solution d'un volume d'acide nitrique pur dans deux volumes d'eau. Une mise en garde s'impose ici : la manipulation des acides en général, et de l'acide nitrique pur en particulier, est dangereuse. Elle doit être faite exclusivement par des adultes et avec les plus grandes précautions. Il faut toujours verser l'acide dans l'eau, et jamais l'inverse qui provoque des projections d'acide.

Ceux de nos lecteurs qui utiliseraient cette possibilité disposeront les deux plaques de plomb dans un bac en verre contenant la solution d'acide nitrique décrite ci-dessus, et les laisseront ainsi pendant 24 heures. Cette opération modifie la surface du plomb, la rend plus poreuse, et ceci ajouté à la rugosité obtenue avec la lime permet de réduire le temps de formation de 2 à 3 semaines.

Une fois cette opération terminée, on lave les plaques et, après avoir dilué la solution d'acide nitrique dans un volume d'eau considérable, on peut la jeter en respectant les règlements concernant l'évacuation des produits corrosifs. On remet les plaques dans le bac, et on peut alors remplir celui-ci avec l'électrolyte ; la contenance de ce bac est d'environ 180 cm<sup>3</sup>. Quant à l'électrolyte, on l'obtient à partir de la solution du commerce à 28-30° Baumé diluée moitié-moitié avec de l'eau pure : 1 volume de solution pour un volume d'eau ; par exemple 100 cm<sup>3</sup> d'eau et 100 cm<sup>3</sup> d'acide à 28° Baumé. Le résultat donne une solution à 16° Baumé.

Si on utilise de l'acide sulfurique concentré à 66° Baumé, on versera 20 cm<sup>3</sup> de cet acide dans 160 cm<sup>3</sup> d'eau, soit 1 partie d'acide pour 8 parties d'eau. On prendra bien sûr les mêmes précautions avec l'acide sulfurique con-

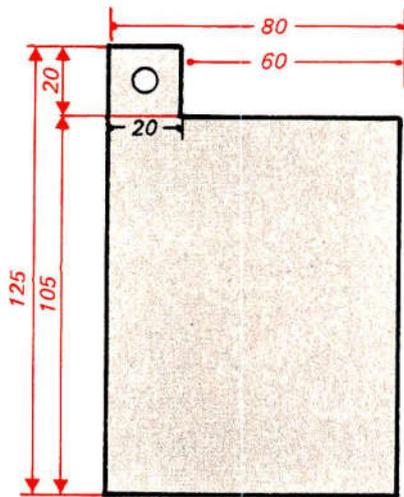


Fig. 1

Cotes des pièces en mm  
(polystyrène  
de 2 mm d'épaisseur)

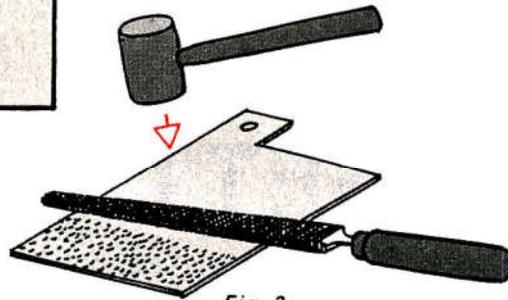


Fig. 2

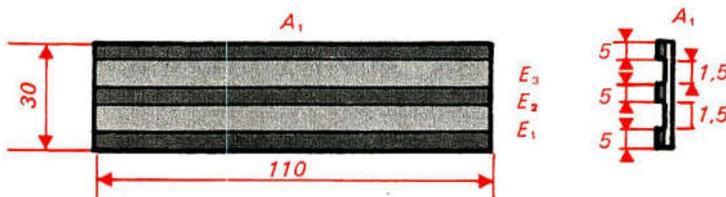


Fig. 3

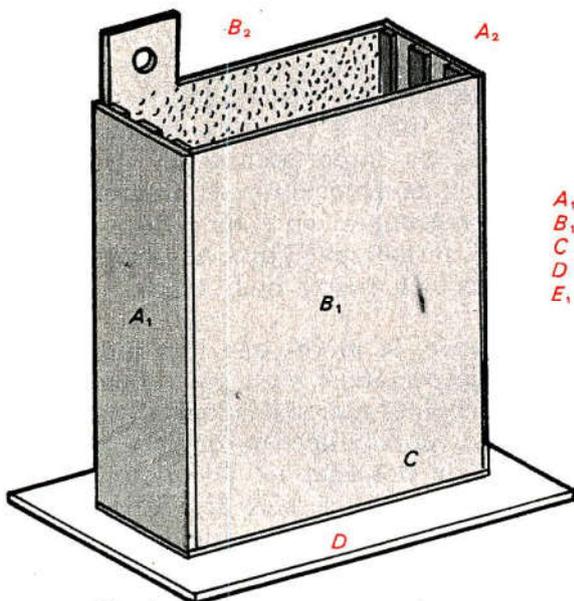


Fig. 4

$A_1, A_2 = 110 \times 30$   
 $B_1, B_2 = 110 \times 82$   
 $C = 86 \times 30$   
 $D = 110 \times 60$   
 $E_1, E_2, E_3 \times 2 = 110 \times 5$

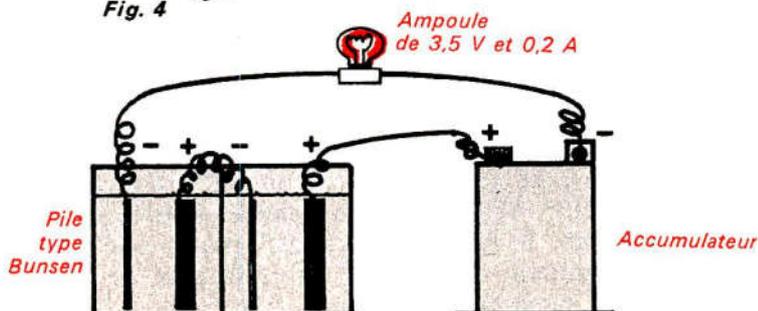


Fig. 5

centré qu'avec l'acide nitrique pur.

Reste maintenant à charger l'acq ; dans le cas où l'opération de préparation des plaques à l'acide nitrique a été réalisée, la formation complémentaire des électrodes se fera de la manière suivante :

- Brancher la pile de Bunsen comme indiqué figure 5 en intercalant une résistance constituée par l'ampoule 3,5 V-1,2 A.

- Lorsque le temps de charge (indiqué ci-après) est atteint, débrancher la pile et brancher aux bornes de l'acq l'ampoule de 3,5 V ; celle-ci s'éclaire. Lorsqu'elle s'éteint, l'acq est déchargé : noter le temps.

- Remettre en charge en inversant les pôles de l'acq. Cette inversion doit être effectuée à chaque nouvelle charge jusqu'à ce que l'on puisse considérer les plaques comme formées (8 à 10 opérations environ).

- Après cela, la polarité sera fixée une fois pour toutes, et elle devra être toujours respectée par la suite.

Comme pour tous les accumulateurs au plomb, la tension d'un élément comme celui que nous venons de réaliser est de 2 V.

Indiquons maintenant les temps de charge et décharge relevés sur le prototype dont les plaques avaient été préformées à l'acide nitrique.

- 1) Charge 15 mn - décharge 1 mn. Inversion des pôles de l'acq.
- 2) Charge 15 mn - décharge 1 mn. Inversion des pôles.
- 3) Charge 30 mn - décharge 2 mn. Inversion des pôles.
- 4) Charge 30 mn - décharge 2 mn. Inversion des pôles.
- 5) Charge 60 mn - décharge 3 mn.
- .....
- 8) Charge 120 mn - décharge 10 mn.

Après cette 8<sup>e</sup> charge, on ne fait plus d'inversion des pôles. Les durées se stabilisent à 3 h pour la charge et environ un quart d'heure pour la décharge.

Ceux qui n'auraient pu entreprendre la préparation des plaques à l'acide nitrique devront s'armer de patience et continuer les cycles charge-décharge pendant plusieurs semaines. Dans tous les cas, on obtient un accumulateur fonctionnant parfaitement et qui pourra servir des centaines de fois.

Renaud de La TAILLE □

# LE MARCHÉ DES VIDÉO-CASSETTES

*Si les images pornographiques constituent encore le « gros morceau » des catalogues de vidéo-cassettes, la formation, la vente, la promotion, les loisirs figurent parmi les nouveaux débouchés qui se présentent aux créateurs de programmes. La cassette image et le magnétoscope entament une longue marche pour la conquête des entreprises et du grand public.*

► Il a été vendu en France 20 000 magnétoscopes domestiques durant l'année 1978. Ce chiffre est passé à 100 000 en 79. L'avenir du « hard » comme disent les initiés, est assuré... Ce mot anglais, très court, représente l'ensemble du matériel vidéo lecteur/enregistreur, donc tout ce qui est technique, par opposition au « soft » qui recouvre, lui, la réalisation des programmes. Les Américains sont bien évidemment en avance sur les Européens. Les possesseurs de magnétoscopes y sont cinq fois plus nombreux qu'en France. Et malgré leurs 13 chaînes de télévision, (dont certaines émettent de 7 heures du matin à 4 heures du matin !), les utilisateurs de magnétoscopes s'en servent de moins en moins pour enregistrer les émissions télévisées. Les téléspectateurs désirent de plus en plus des programmes spécifiques qu'ils peuvent choisir et regarder à l'heure de leur choix, en complément des programmes diffusés par la télévision. Une des plus grandes entreprises de diffusion de vidéo-cassettes préenregistrées est la Magnetic Video Corporation. Elle a été rachetée par la 20 th Century Fox. De grandes maisons cinématographiques comme Paramount, Columbia, Allied-Artists (Artistes-Associés) passent petit à petit des accords d'exploitation de manière à ce que leurs films soient enregistrés sur vidéo-cassette. Le catalogue de titres disponibles augmente régulièrement. Un film « long métrage » sur cassette coûte environ 250 F, en magasin. Près de deux millions de vidéo-cassettes préenregistrées ont été vendues en 1979, aux Etats-Unis. La vente de cassettes vierges, ½ pouce représente il est vrai plus de neuf millions d'exemplaires ! Il est

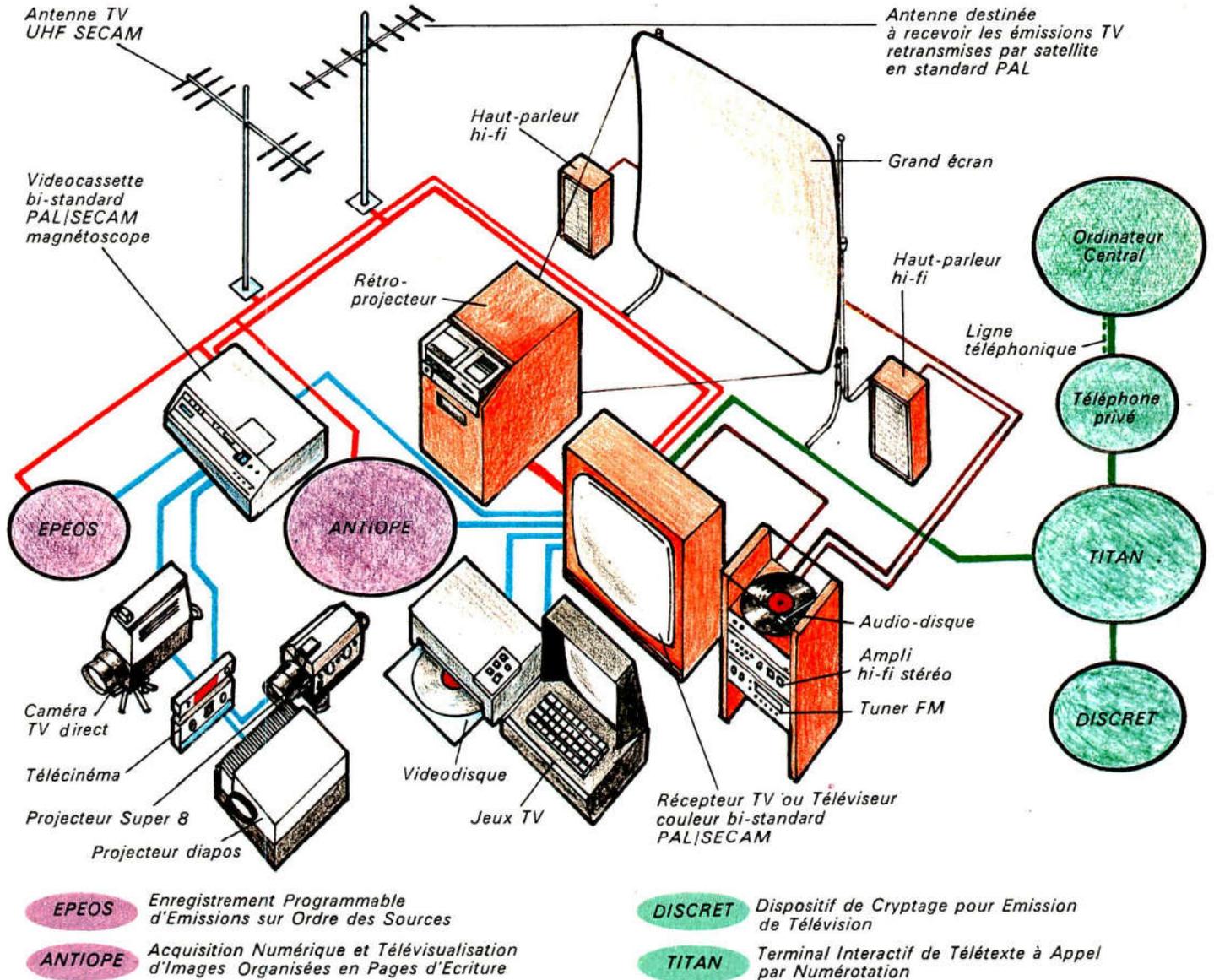
tout de même intéressant de savoir comment se partagent les ventes de vidéo-cassettes préenregistrées : 50 % du marché sont représentés par les films classés « X », c'est-à-dire les films érotiques ou pornographiques. Viennent ensuite les 50 % restant, par ordre décroissant : les longs métrages venant du cinéma, les événements sportifs, les films d'enfants dont les dessins animés, et les films à vocation pédagogique. Les fabricants, les importateurs, les grossistes, les producteurs de matériels et de programmes vidéo se sont regroupés en une seule association, l'I.T.A. (International Tape Association) dont le but est de bien savoir quoi vendre, où et comment.

En France, le moins que l'on puisse dire est que le téléspectateur n'est pas tellement favorisé : trois chaînes nationales mais dans les régions frontalières possibilité d'en capter une dizaine à condition de posséder un téléviseur bi-standard pouvant capter aussi bien les émissions Secam que PAL. Copiant les Américains, quelques sociétés françaises se sont lancées dans le marché de la vente et de la location de films enregistrés sur vidéo-cassettes. On peut constater que dans 30 % des cas la cassette adoptée est en système VHS. Quels sont donc les principaux distributeurs ?

Le premier à s'implanter il y a plus de deux ans, et le plus important du moment, est le V.I.P. Vidéo-club de France. Pour adhérer à ce club, il faut tout d'abord payer une cotisation annuelle de 1 000 F (plus le prix de location à la semaine de chaque cassette d'environ 50 F). Mais avec le temps, le marché se démocratisant,

la vidéo-cassette préenregistrée devient petit à petit un produit de grande consommation. La société Régiecassette ouvre un nouveau créneau : proposer principalement en locations, des grands succès de cinéma après leur parution dans les salles, mais avant leur diffusion sur les chaînes de télévision. Deuxième idée, Régiecassette va se servir du réseau Locatel (grand spécialiste de la location de postes de télévision depuis 1962 et de magnétoscopes depuis 1974). Le réseau Locatel couvre la France entière et propose tous les standards. La location d'un film long métrage

sente aujourd'hui un catalogue de 250 films français et étrangers sur vidéo-cassette. Son expérience a été acquise surtout grâce à l'équipement des hôtels, des chantiers français à l'étranger, des bateaux, des hôpitaux, des pétroliers, des plates-formes de forage. Cinéthèque est bien décidé aujourd'hui à pénétrer dans le secteur grand public grâce à toute une gamme de programmes enregistrés en standard VHS. La diffusion de ses titres est confiée à des distributeurs en contact permanent aussi bien avec des centrales d'achat représentant les grandes surfaces



### DIAGRAMME DE LA FUTURE CHAÎNE VIDEO

Ce n'est pas de la science-fiction. D'ici cinq ans et peut-être avant, tous ces appareils seront opérationnels, fonctionnels, vulgarisés et de prix abordables. De l'ordinateur central ou familial en passant par toutes les sortes d'informations visualisées en pages d'écriture, les programmes de télévision de plusieurs pays, le vidéodisque ou le magnétoscope, sans oublier le bon vieux télécinéma, tout ce monde merveilleux de l'audiovisuel pourra être « rétro-projecté » sur un grand écran tout en bénéficiant d'une audition en haute-fidélité.

Dessin L. Delplanque

pour une durée de trois jours est de 70 F sans droit d'entrée. Iris Télévision distribue également des programmes : son catalogue assez important est surtout constitué de films style karaté, série noire, western et « X ». Les prix sont comparables à ceux du Vidéo-Club de France. Cinéthèque s'est spécialisé depuis 1975 dans la production cinématographique internationale et pré-

ou les grands magasins, qu'avec tous les revendeurs spécialisés. Le catalogue est vaste, allant des films les plus récents en circuit d'exclusivité, en passant par le dessin animé, le western, le policier, la comédie musicale, jusqu'aux longs métrages dans tous les genres des grands classiques du cinéma. Autre distributeur de programmes : Vidéo Cassettes Distribution — V.C.D. —

préfère ne distribuer que des films qui ne seront jamais diffusés à la télévision, du style épouvante, fantastique, « X », les grands classiques réputés « invisibles »... Le rapport qualité/prix est excellent mais le catalogue commençant seulement à se remplir, est encore bien mince. Ces vidéo-cassettes préenregistrées disponibles dans n'importe quel standard sont vendues soit directement par correspondance (voir liste des différentes adresses), soit par l'intermédiaire de revendeurs spécialisés. Vidéo Program est une société installée à Marseille, mais elle prévoit de distribuer une cinquantaine de titres à partir de 250 points de vente éparpillés sur toute la France. Dessins animés, films musicaux (classiques, variétés et disco), sport, programmes éducatifs pour enfants et des séries « X », d'une durée d'une heure, constituent leur catalogue. Le groupe Hachette possède un département vidéo à multiples facettes : location de programmes « tous azimuts » dans les hôtels, hôpitaux, centres de loisirs, chantiers français à l'étranger, etc. Co-production ou accords commerciaux avec la TDF (Télé Diffusion Française) pour reproduire sur vidéo-cassettes des programmes passés à la télévision nationale. De là, une magnétothèque spécialisée, souvent introuvable ailleurs, concernant aussi bien par exemple, les films d'animaux que les événements mondiaux d'actualité sportifs ou autres. Hachette n'avait jusqu'à présent utilisé que le système Umatic mais peut, dès à présent, fournir des programmes VHS ou Bétamax. La société Vidéo France Films se destine plus particulièrement à la conception et à la réalisation de films vidéo et cinématographiques. VFF tient à produire et à réaliser des films *bon marché* pour attaquer les créneaux aussi divers que la formation, le sport, la vente, la promotion, les loisirs, etc. A priori, cela devrait intéresser non pas le grand public mais les petites et moyennes entreprises qui n'ont pas toujours les budgets pour s'offrir des supports vidéo devenus pourtant obligatoires de nos jours. Nous l'avons déjà dit, si la Hi-Fi était autrefois une véritable jungle pour les non-initiés, elle a très rapidement laissé la place aux « requins » de l'audio-visuel. Un montage, ne serait-ce que de diapositives avec son-synchro, réalisé par une société spécialisée, coûte très cher, que dire d'un enregistrement vidéo ou d'un film court-métrage ! C'est pourquoi dans un prochain article, nous parlerons plus longuement de ces problèmes en abordant le matériel vidéo semi-professionnel du style magnéscope Umatic ¾ de pouce.

Pour revenir à notre sujet, actuellement la France n'est pas encore envahie par les vidéo-cassettes préenregistrées à l'étranger. Pour cela, une bonne raison, nous sommes les seuls à utiliser le standard Secam CCIR. Et pourtant la plus grande société américaine Magnetic Video Corporation (rachetée par la Fox) vient de créer une filiale à Londres, la Magnetic Video Ltd chargée de vendre plus particulièrement dans les pays du Marché commun. La grande société an-

glaise EMI a également créé un département vidéo chargé d'explorer le marché européen. Etant équipés nous-mêmes de magnétoscopes pouvant lire en tri-standard (PAL-SECAM-NTSC) nous recevons régulièrement des vidéo-cassettes enregistrées aux Etats-Unis ou en Angleterre. Nous avons pu constater (outre le souci pour certains, de la version originale) que la qualité technique n'était pas supérieure aux vidéo-cassettes produites par VIP, VCD ou Régie-cassettes. Reste l'avantage de pouvoir visionner à domicile des programmes encore introuvables en France.

A ce sujet nous croyons bon de rappeler qu'avant d'acheter une vidéo-cassette à l'étranger (voire même à l'aéroport de Roissy !) il faut connaître et le « standard » (ou les normes d'enregistrement) et le « système » employé sur le magnéscope qui devra lire cette cassette préenregistrée : VCR (Philips), SVR (Grundig), Bétamax (Sony), Umatic (Sony), VHS (JVC) et dans quelques mois le V 2000 (Philips et Grundig). Quant au « standard » il n'existe pour le moment sur le marché que des magnétoscopes bi-standards : soit PAL et SECAM, soit PAL et NTSC. On devrait pouvoir trouver bientôt des magnétoscopes tri-standards mais à des prix assez élevés par rapport au prix d'un uni-standard. Ce dernier coûtant actuellement 6 000 F environ, un bi-standard vaut plus de 10 000 F. La différence de prix est d'ailleurs la même pour les appareils de télévision couleur mais on peut déjà trouver en France des téléviseurs tri-standards pour moins de 10 000 F.

A l'heure actuelle, on peut se procurer des vidéo-cassettes préenregistrées à la FNAC, dans les drugstores « Publicis », dans les Vidéocenter comme Continental Distribution ou Général Vidéo. On commence à en trouver également chez certains revendeurs photo et spécialistes Hi-Fi qui ont bel et bien compris que la vidéo faisait partie de l'immense marché audio-visuel. Pour faciliter la vente de leurs magnétoscopes, certains constructeurs peuvent également fournir, sans prendre de grands bénéfices commerciaux, des cassettes enregistrées. Sony propose en Umatic ou en Bétamax un catalogue de 250 titres que l'on ne peut toutefois pas se procurer à coup sûr en France. Continental Edison ou Brandt Electronique (Sodame) possèdent depuis la fin de l'année, les 12 mêmes titres de films récents à grand succès en VHS, à un prix de 430 F, toutes taxes comprises, l'unité.

Bien sûr la multiplicité des formats et des standards ne facilite pas, pour les revendeurs, le stockage de vidéo-cassettes préenregistrées. Nul doute qu'en France (et même aux Etats-Unis) le système VHS représente 65 % des vidéothèques d'où une disponibilité plus grande dans ce système. De toute manière il est certain que pour les cinq dernières années à venir, l'unification en un seul standard et en un seul système international est rigoureusement impossible. Quant au prix actuel d'une vidéo-cassette préenregistrée, il peut varier de 350 à 500 F (toutes taxes

comprises) en fonction du sujet, du métrage et surtout de la qualité de l'image. La cassette la moins chère de toute façon étant la VHS. La duplication, par exemple, de films long métrage en 35 mm se fait par l'intermédiaire d'une machine appelée Télé-Cinéma qui ne peut coûter, pour être valable, moins de 600 000 F. A cela, il faut ajouter l'adaptation du banc de copie dont les esclaves sont généralement des magnétoscopes enregistrant vitesse pour vitesse.

La duplication prend du temps et coûte cher. Sans oublier les droits à l'image, les droits

**DISTRIBUTEURS POUR LA FRANCE  
DE VIDEOCASSETTES  
PRÉENREGISTRÉES**

*Vidéo Club de France,*  
41, rue du Colisée, 75008 Paris, tél. 256.25.24  
*IRIS Télévision,*  
20, rue Madeleine-Michelis, 92200 Neuilly, tél. 747.13.10  
*Vidéo Cassettes Distribution,*  
6, rue Pierre-Demours, 75017 Paris, tél. 574.86.88  
*Locatel,*  
52, Champs-Élysées, 75008 Paris, tél. 758.12.00, 225.41.40  
*Régie Cassettes,*  
42, avenue Sainte-Foy, 92200 Neuilly, tél. 745.09.50  
*Vidéo Program,*  
9, rue Haxo, 13001 Marseille, tél. 33.71.85  
*Vidéo France Films,*  
25, boulevard Arago, 75013 Paris, tél. 331.16.82  
*Cinéthèque,*  
43, rue du Faubourg-Saint-Honoré, 75008 Paris, tél. 265.30.06  
*Hachette Audiovisuel,*  
6, rue Casimir-Delavigne, 75006 Paris, tél. 329.77.41  
**SACEM :**  
*Société des Auteurs Compositeurs et Éditeurs de Musique, 225, avenue Charles-de-Gaulle, 92521 Neuilly, tél. 747.56.50*  
**SDRM :**  
*Société pour l'administration du Droit de Reproduction Mécanique des auteurs, compositeurs et interprètes, 225, avenue Charles-de-Gaulle, 92521 Neuilly, tél. 747.56.50*  
**SIERE :**  
*Syndicat des Industries Électroniques de Reproduction et d'Enregistrement, 11, rue Hamelin, 75016 Paris, tél. 505.14.27* □

SACEM et SDRM. Ainsi donc, si l'on peut trouver des cassettes à moins de 300 F c'est qu'elles possèdent un vice : ou bien une mauvaise qualité ou bien les droits n'ont pas été payés par le distributeur. Parfois les deux. Cela s'appelle dans le métier le piratage. On en parle beaucoup, bien qu'il ne soit pas si simple de recopier une bande magnétique préenregistrée. Déjà en audio, si la plupart des écoliers savent recopier les disques de leurs copains sur leur magnétominicassette, il en va tout autrement lorsqu'il faut recopier, en gardant sa qualité, une minicassette sur une autre minicassette. Nous savons de quoi nous parlons, puisque nous utilisons un banc de copies de 16 esclaves magnétominicassettes. Alors que nous ne sommes

plus des écoliers (en ce qui concerne la Basse Fréquence !) il nous a fallu près de 3 semaines pour bien régler ce banc de copies ! En vidéo, on peut encore moins tricher. Possesseur d'une trentaine de magnétoscopes, nous avons essayé, bien évidemment, d'enregistrer sur un deuxième magnétoscope VHS, une cassette lue par un premier magnétoscope branché en liaison directe. Même si l'original est de qualité, le résultat est décevant : perte de définition, balayages intempestifs, couleurs dégradées, une des trois dominantes allant jusqu'à disparaître. Et cela à partir d'une bande enregistrée sans codage spécial de sécurité. En effet, certains distributeurs, pour éviter tout piratage, mélangent sur leurs copies des signaux invisibles à la lecture. Mais ils apparaîtront si l'on désire faire une copie de cette bande dite codée. Décoder une bande est toujours possible : il suffit d'avoir l'appareillage électronique nécessaire et d'être aussi un bon spécialiste vidéo. Le jeu n'en vaut pas la chandelle ! Les seules copies valables que nous ayons pu réaliser ont été faites à partir d'une cassette Umatic ¾ de pouce attaquant un adaptateur électronique spécial qui pouvait alors envoyer simultanément et de manière correcte des images sur les entrées de 2 à 4 magnétoscopes VHS ½ pouce. Un banc de copies vidéo ne s'improvise pas. Il est évident que dans ce domaine un amateur ne peut pas se substituer aisément à un professionnel. Ceci étant dit, la vidéo s'apprend facilement et ses vrais spécialistes se prennent rarement au sérieux. Il n'en reste pas moins que la technicité vidéo ne pourra jamais se vulgariser comme cela est arrivé par exemple pour la Haute Fidélité avec plus ou moins de bonheur, il est vrai...

Mais avons-nous seulement le droit de recopier une vidéo-cassette préenregistrée ? : la réponse officielle est normalement non. Lorsqu'on achète une cassette vidéo, son producteur, s'il travaille dans des conditions techniques et légales normales, a dû acquitter les droits à l'image ou droits de commercialisation, les droits SDRM qui donnent l'autorisation de reproduire « mécaniquement » sur une bande magnétique et les droits SACEM qui représentent les droits d'auteurs. La France étant un petit pays, le « copy-right » est normalement très bien protégé. Une cassette « pirate » peut être facilement saisie par le véritable ayant-droit.

Ne jamais oublier non plus qu'une vidéo-cassette préenregistrée (tout comme un disque ou une minicassette audio) ne peut être diffusée qu'en privé et sans but commercial : dans son salon ou sa salle de séjour, en famille et entre amis. Toute diffusion publique, même gratuite, est absolument interdite si l'on n'en fait pas la demande à la SACEM. Cela n'est pas d'ailleurs si difficile et à condition de contacter leurs représentants (plutôt avant qu'après) un arrangement est toujours possible.

Par contre, il court un bruit sur une éventuelle taxation spécifique à l'achat des magnétophones, magnétoscopes et supports magnétiques vierges.

## ENFIN UN DENTIFRICE ! QUI N'ABIME PAS LES DENTS

*Les deux tiers des dentifrices sont soit inefficaces, soit nocifs. Telle est la conclusion, inquiétante, du Laboratoire de cosmétologie et de pharmacie industrielle de Nantes. Après sept ans de recherches, ce laboratoire a mis au point un « véritable » dentifrice, qui, de surcroît, combat une affection qui touche près de 70 % de la population : l'inflammation gingivale.*

► Quelles que soient les mirobolantes vertus dont le pare une publicité intempestive, un dentifrice n'est jamais qu'un mélange de 20 à 40 % d'abrasif, de 10 à 30 % d'humectant, de 20 à 30 % d'eau, de 1 à 5 % d'agent épaississant, de 1 à 2 % d'agent moussant et de 1 à 5 % d'aromatisant. Une mixture si banale qu'elle est préparée par simple trituration au mélangeur-malaxeur. Mais quelle est l'action réelle de cette composition ? Dans un tiers des cas, elle est nulle ; dans un autre tiers, elle est nuisible.

Cette constatation, qui donne à réfléchir, résulte d'études effectuées par le laboratoire de Cosmétologie et de Pharmacie industrielle de l'université de Nantes, que dirige Mme Y. de Roeck-Holtzhauer. Sur les quelque cent vingt marques de dentifrice présentes sur le marché français, le laboratoire en a testé soixante : une vingtaine de pâtes, insuffisamment abrasives, nettoient mal les dents, mais au moins, ne les abîment pas ; une vingtaine d'autres, trop abrasives, nettoient correctement, mais rayent l'émail, provoquent une érosion au niveau du collet, menacent même la dentine et le ciment, entraînant des phénomènes d'hypermétabolisme dentaire, voire des affections gingivales.

Ces résultats calamiteux ont une explication : la haute main des services de marketing des fabricants sur la formulation des dentifrices. C'est ainsi que l'on a des pâtes de toutes les couleurs —

parfois même agrémentées de rayures bicolores ! — et de toutes les saveurs, mais qui pèchent terriblement sur le plan de l'efficacité et de l'innocuité. C'est le règne de l'incertitude, de l'apparence et du faux semblant. Au point, par exemple, que certains fabricants semblent totalement ignorer les aspects quelquefois positifs de leurs produits pour n'en retenir, dans leurs publicités, que les caractères les plus hypothétiques ou les plus mensongers. Pour être efficace, un dentifrice doit être doué de trois propriétés : 1° un pouvoir nettoyant pour éliminer les débris alimentaires et la plaque dentaire (enduit albumino-bactérien de nature protéique) ; 2° un pouvoir polissant pour assurer la blancheur, la brillance, mais aussi pour que la dent offre une surface plus lisse, moins réceptive à l'adhérence de nouvelles bactéries ; 3° un pouvoir abrasif pour faire disparaître toute rugosité de l'émail et empêcher, là encore, la formation de la plaque bactérienne.

Quant au pouvoir bactéricide, dont se réclament nombre de dentifrices, le professeur de Roeck-Holtzhauer n'y croit guère. « Quels que soient le mode d'action vanté par la publicité et le degré d'efficacité annoncé, il faut noter que la quantité de dentifrice déposée sur la brosse est trop minime et le temps habituel de brossage trop bref pour qu'une véritable activité antiseptique se manifeste. » Il est en effet hautement improbable qu'un produit dilué par l'eau ou la sa-

live, et disposant d'un temps d'action aussi court, puisse aseptiser la cavité buccale, qui contient jusqu'à 10 milliards de germes par millilitre.

Cette improbabilité est d'ailleurs corroborée par l'expérience suivante : des cubes de verre largement humectés de salive sont séchés puis plongés dans un mélange d'eau et de pâte dentifrice à la chlorhexidine. La mesure de l'action bactéricide prouve que celle-ci existe, qu'elle croît avec le temps, mais elle montre également qu'il faut au minimum... 10 minutes pour qu'elle se manifeste, ce qui — c'est le moins que l'on puisse dire — diminue considérablement son intérêt au niveau d'un brossage de dents, même consciencieusement prolongé. En outre, le fait de se rincer la bouche après le brossage rend encore plus aléatoire l'action chimique du dentifrice.

Les pouvoirs nettoyant et polissant sont assez bien connus. Ils font depuis des années l'objet de tests de laboratoire. Grâce à ceux-ci, nous savons aujourd'hui que le meilleur nettoyant est le métaphosphate de sodium (devant le carbonate de calcium, lui-même supérieur au phosphate tricalcique) et que le meilleur polissant est le métaphosphate de calcium associé au phosphate tricalcique (devant l'hydroxyde d'aluminium).

En revanche, personne ne s'était encore soucié d'étudier le pouvoir abrasif, obtenu autrefois par addition d'un mélange de porcelaine et de brique, aujourd'hui par adjonction de silice micronisée. La question avait suscité si peu d'intérêt que, lorsque le laboratoire de Nantes entreprit ses travaux, il ne trouva en France, pour effectuer des essais d'abrasivité, aucune machine à brosser, ni dans le commerce, ni même en expérimentation dans un des différents laboratoires spécialisés. Une machine dut donc être spécialement réalisée, les essais d'abrasion « in vivo » étant pratiquement impossibles à mener, faussés qu'ils seraient par un trop grand nombre de facteurs personnels (habitudes alimentaires, type de brosse à dents utilisé, façon de se brosser, temps et fréquence de brossage, etc.).

Mais alors, quel matériau tester qui permette de déterminer par analogie l'effet abrasif sur les dents humaines ? Le professeur de Roeck-Holtzhauer écarta carreaux de grès, lamelles de cuivre, fragments de défenses d'éléphant, morceaux d'os et autres

éléments d'une dureté identique à celle de la dent, mais s'éloignant par trop de la réalité. Les dents d'extraction ou les fragments de dents ne convenaient pas d'avantage, en raison de la différence de dureté entre une dent vivante et saine et une dent plus ou moins desséchée ou morte. Finalement, ce sont les dents de prothèse, en polyméthacrylate, qui furent retenues: non seulement elles présentent de nombreuses similitudes avec les dents réelles, mais elles constituent une réalité pour tous les porteurs de dents à pivots, de bridges, etc.

Le matériau choisi, comment calculer le degré d'abrasion? Par simple pesée avant et après brossage. Quant à la machine, elle était équipée d'un dispositif capable de donner 150 000 coups de brosse par 24 heures, ce qui représente un an d'utilisation du dentifrice considéré si l'on admet qu'une personne se brosse les dents deux fois par jour en y consacrant chaque fois 2 minutes. Dernier point, la denture était simulée par huit dents identiques, chacune d'entre elles étant pesée avant et après brossage afin d'obtenir une moyenne.

On connaît les résultats. Précisons seulement qu'au bout de 24 heures de brossage le dentifrice le moins abrasif supprime 1 % du poids de la dent, le plus abrasif 7 à 8 % (soit entre 3,5 et 25 mg, une dent pesant environ 350 mg). Déjà au bout de 6 heures, les dents soumises au dentifrice le plus décapant présentent des rayures perceptibles à l'ongle et même des cannelures; au bout de 24 heures, toutes sont mates et creusées de profonds sillons visibles à l'œil nu.

Les nombreux tests effectués par le laboratoire de Nantes lui ont permis de déterminer quels produits, quels mélanges et quelles proportions étaient, d'une part, à proscrire, d'autre part, à mettre en œuvre pour obtenir un dentifrice à la fois efficace et inoffensif. A son activité de contrôle et d'essai, le laboratoire a donc tout naturellement adjoint une activité de recherche. Ainsi vient-il de concevoir, de formuler et de faire tester un nouveau dentifrice répondant de façon satisfaisante aux trois critères de base (pouvoir nettoyant, pouvoir polissant, pouvoir abrasif) qui garantissent la qualité d'une pâte. De surcroît, ce dentifrice contient un principe actif original qui en fait non seulement un produit d'hygiène, mais aussi un produit thérapeutique, puisqu'il a une action sur

l'inflammation gingivale.

La gingivite est une affection buccale plus néfaste même que la carie, dans la mesure où elle peut entraîner la disparition progressive de l'os qui soutient la dent et provoquer la perte de celle-ci. On estime que, après la quarantaine, les hommes, aussi bien que les femmes, perdent plus de dents par atteinte des gencives que par carie. Il n'est donc pas exagéré de considérer la gingivite comme un véritable fléau social.

Il y a en fait deux stades dans l'affection gingivale: la gingivite simple, où l'inflammation du seul tissu gingival se traduit par une rougeur, éventuellement par quelques saignements; et la parodontite, où il y a non seulement altération de la gencive, mais aussi atteinte en profondeur de l'os alvéolaire et parfois abcès. La gingivite simple est réversible: elle peut disparaître avec une hygiène bucco-dentaire appropriée; la parodontite, en revanche, est en partie irréversible et nécessite pour son traitement des techniques chirurgicales spécialisées.

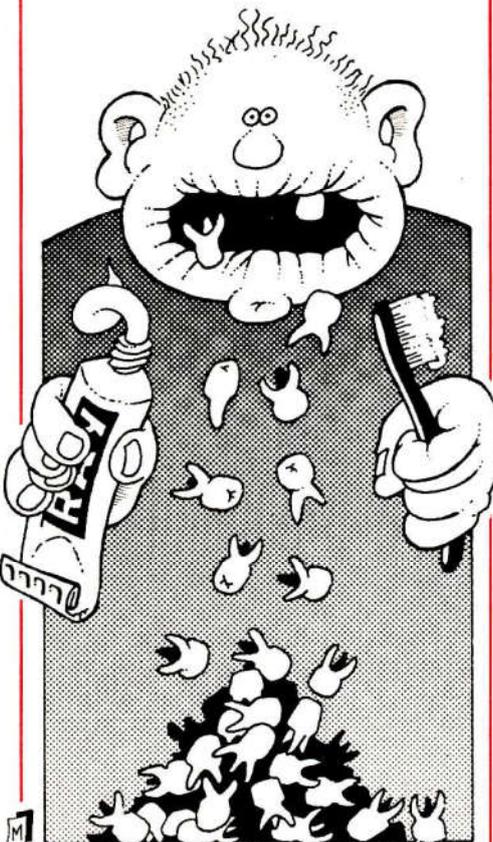
La cause première de la gingivite est la plaque bactérienne. Celle-ci se développe extrêmement rapidement lorsque l'hygiène bucco-dentaire est insuffisante. En trois jours, la surface des dents est recouverte d'une pellicule protéique qui supporte une colonisation

bactérienne où l'on ne dénombre pas moins de 60 à 110 types différents de bactéries (lesquelles demeurent fort mal connues et sont actuellement en voie de recensement). Ces bactéries sécrètent des toxines et des enzymes qui elles-mêmes provoquent et activent les inflammations du tissu gingival et éventuellement la destruction de l'os sous-jacent. Différents facteurs peuvent aggraver ce processus: l'hérédité, certains médicaments comme les antiépileptiques, les déséquilibres hormonaux (puberté, grossesse, contraceptifs), une formule sanguine anormale. En outre, le vieillissement de la plaque se traduit par une calcification et la formation de tartre, qui, à son tour, favorise l'implantation de nouvelles bactéries.

Le principe actif original utilisé par le professeur de Roeck-Holtzauer pour combattre la gingivite est un produit naturel tiré de certaines algues: la carraghinine. Considérée comme un antiulcéreux cicatrisant de la paroi stomacale, c'est par analogie que la carraghinine a été testée dans un dentifrice. Son efficacité antiplaque et cicatrisante a été prouvée au cours d'essais cliniques effectués à Nantes même, dans le cadre de l'U.E.R. d'odontologie, par le professeur Daniel — dont l'équipe travaille en collaboration avec le laboratoire de Cosmétologie et de Pharmacie industrielle. Non seulement le nouveau dentifrice agit sur les muqueuses gingivales, mais il est capable d'éliminer 40 à 45 % de la plaque dentaire, alors qu'un dentifrice courant en détruit 10 à 20 % dans le meilleur des cas. Autre avantage: dépourvue de toute toxicité, la carraghinine ne présente aucune contre-indication. Déjà fabriquée industriellement, la carraghinine est un produit peu onéreux: environ 55 F le kilo. Comme elle n'intervient dans le nouveau dentifrice qu'à raison de 0,5 g à 1 g par tube, son utilisation ne devrait guère alourdir le coût de fabrication.

Un laboratoire français est d'ores et déjà décidé à commercialiser le dentifrice à la carraghinine dès l'obtention de l'autorisation de mise sur le marché (il s'agit en effet d'un produit thérapeutique). Un bain de bouche et un chewing-gum, actuellement étudiés par le laboratoire, constitueraient avec la pâte une ligne complète de produits d'hygiène buccale à base de carraghinine.

Gérard MORICE ■



# LIVRES

## UFOS, PSY ET CIE

Bon an mal an, nous recevons plusieurs douzaines de lettres de lecteurs qui nous reprochent d'avoir, à « Science et Vie », les idées arrêtées sur un certain nombre de questions telles que le « para-normal », les « ufos » ou « ovnis », le « psy » etc. En ce qui concerne les ufos ou ovnis, il vient de paraître un livre qui répond pour nous, sans que nous y ayions d'ailleurs participé le moins du monde. C'est **La grande peur martienne** (1), de **Gérard Barthel** et **Jacques Brucker**. Ces deux auteurs ont été étudier sur place un certain nombre de « cas » de visions ou d'apparitions d'ufos ou d'ovnis rapportés par la presse.

Or, chaque fois qu'ils ont été interrogés les témoins, ce n'est pas le mystérieux engin qui a disparu — c'était fait depuis longtemps — mais le témoignage même. Exemple : le 9 octobre 1954, le journal « Sud-Ouest » rapporte une apparition d'engin mystérieux dont un M. Manès Gusurtia, habitant la maison Harrohandia, à Mendionde, dans les Pyrénées-Atlantiques, a été le témoin. L'ennui est qu'il n'y avait pas là de M. Gusurtia, et pour cause : « gusurtia », en basque, signifie « mensonge » et « harrohandia », « grosse gueule ». La même année, plusieurs localités « voient » un « engin » ; la presse la plus respectable le rapporte ; enquête faite, c'était un ballon-sonde. Il y en a comme ça des pages et des pages, des cas et des cas. Comment ne pas être sceptique après cela ?

Le livre se lit comme un Simeon. Si on a y pris goût, on trouvera le même plaisir à la lecture de celui de **Michel Monnerie**, **Le naufrage des extra-terrestres** (2), qui est d'une autre teneur, l'auteur analysant, cette fois, la « philosophie » du mythe, sans oublier celle de la mystification. Le premier livre est préfacé par M. Evry Schatzman, le second, par Pierre Kohler. Bravo, bon vent et bonne vente.

**Michel Rouzé** a oublié d'être un gobeur. Il le montre avec esprit dans **La parapsychologie en question** (3). Qu'est-ce que c'est donc que cette psychologie au-delà de la psychologie ? C'est un fourre-tout ; l'on y trouve l'invocation des « esprits », la transmission de pensée, le déplacement des objets à distance, bref, tout ce qui est

invérifiable. L'auteur étudie ces rubriques une à une, en trace l'historique et analyse les « phénomènes » avec cette froideur indispensable à l'intelligence. Que trouve-t-il ? Rien. Rien d'étonnant, bien sûr. Exemple, le grand-prêtre hindou Bien-Boa et sa sœur Bergolia ne sont que le cocher du médium Marthe Béraud et celle-ci, qui se livrent à des piteries malhonnêtes. L'ectoplasme de tel autre médium n'est qu'une robe de gaze sortie d'un orifice naturel du médium à l'aide d'une ficelle et agitée de même. Etc. Peut-être que Michel Rouzé est allé un peu vite en ce qui touche aux esprits frappeurs, pour lesquels il n'offre pas d'explication générale. Mais enfin voilà un livre détergent !

On n'en dira pas autant du traité de **Jeanine Solotareff** : **Le symbolisme dans les rêves** (4). Ce n'est pas qu'il soit ennuyeux ou faux, c'est qu'il est impossible d'en rien penser. Basé sur « la méthode de traduction de Paul Diel », il propose d'autorité des interprétations dont on dira ce que l'on veut ou le contraire sans la moindre souffrance. Exemple : un rêve où l'on est auprès d'une source d'eau claire dans laquelle plongent les racines d'un grand arbre traduirait « des valorisations psychologiques » que le « surconscient reconnaît comme véricides ». A notre avis, il pourrait également traduire une envie d'uriner ou rien du tout. La neurologie nous enseigne, cette fois sans jargon, que la mobilisation des images dans le rêve s'effectue parfaitement au hasard, par des circuits nerveux aléatoires, puisant aux images de l'hémisphère gauche

ou du droit (\*).

Le **Dr Léon Chertok** s'intéresse à l'hypnose depuis longtemps. Il en est à son deuxième livre sur le sujet, c'est **Le non-savoir des psy** (5) (titre passablement obscur, soit dit en passant). En bref, l'auteur dit qu'on ne sait pas expliquer l'hypnose et il supplée à cette lacune par ses propres théories. L'hypnose serait la suppression de la relation avec le milieu extérieur et le renforcement de la relation avec l'hypnotiseur. Soit. Mais enfin, n'eût-il pas été plus clair de rappeler que l'hypnose est déclenchée par l'inhibition de certaines zones dans le cerveau, celles du cortex où s'effectue le contrôle des perceptions ? Cette inhibition, par le fait de laquelle on peut prendre des vessies pour lanternes, peut être d'origine accidentelle, toxique ou volontaire (comme dans le training autogène). L'hypnose est donc volontaire, elle procède d'une passivité consentie du sujet et c'est là sa caractéristique, car le Dr Chertok lui-même ne pourrait convaincre une contractuelle qu'il est Valéry Giscard d'Estaing et se faire annuler une contredanse.

La lune a-t-elle des pouvoirs ? Sans doute quelques-uns. Elle peut modifier le temps et partant, nos humeurs. Il y a là quelques effets pittoresques et simples, parfois peu connus, avec lesquels on peut amuser son monde. Prenez-les, enrobez-les de savoir intempestif, de citations pédantes, de théories confuses et de jargon : vous obtenez **Les pouvoirs de la lune**, d'**Arnold Lieber** et **Jérôme Agel** (6). Au fil des pages, vous

serez promenés entre « la notion d'hostilité liée aux premiers essais de coït » et la nature pluridimensionnelle du temps. C'est... comme la Lune !

Nous voilà bien en peine de preuves. Au reste, il en va des preuves comme dans la fameuse anecdote que voici : un indiscret affirma à Prosper Mérimée que George Sand avait accordé ses faveurs à un soupirant pour une pièce de cent sous. « J'en doute fort », répondit Mérimée. « Comment ! J'ai vu la pièce de cent sous ! » répondit l'autre.

(1) *Nouvelles Éditions Rationalistes*, 228 p., 72,00 F, 83 F franco.

(2) *Idem*, 236 p., 72,00 F, 83 F franco.

(3) *Hachette*, 190 p., 38,00 F, 48 F franco.

(4) *Payot*, 363 p., 99,00 F, 113 F franco.

(5) *Payot*, 279 p., 75,00 F, 86 F franco.

(6) *Robert Laffont, Énigmes de l'Univers*, 205 p., 38,00 F, 48 F franco.

**GÉRALD MESSADIÉ** ■

(\*) Voir S. et V. n° 73, page 22.

A. BOUVIER et M. GEORGE

### **Dictionnaire des mathématiques**

P.U.F., 832 p., 274 F, 293 F franco.

Rares sont de nos jours les domaines de la connaissance qui n'ont pas leur formulaire, leur glossaire, leur dictionnaire, voire leur encyclopédie. Cette prolifération tient pour une bonne part à l'inflation d'un vocabulaire devenu hermétique au profane : suivant les disciplines, un même mot du vocabulaire courant peut recouvrir les concepts les plus divers, lesquels sont en général aussi éloignés que possible du sens originel attribué au vocable. Ajoutons-y les néologismes et nous obtenons un langage ésotérique dont l'effet le plus clair est d'écarter les amateurs, aussi intelligents soient-ils, au bénéfice des seuls initiés. Comme disait l'autre, on ne prête qu'aux riches..

Les mathématiques n'ont pas échappé à la règle, et l'on peut y rencontrer un corps qui n'a rien à voir avec celui du délit, des planaires qui ne survivent pas en eau douce, ou encore un magma qui est un couple et non un mélange inextricable. L'injection n'y a pas besoin de pompe haute

pression et l'horicycle n'est pas davantage un vélo destiné à battre le record de l'heure.

Un bon dictionnaire de math s'avérait donc utile, à la condition qu'il évitât l'écueil qui consiste à définir la Chine comme le pays où habitent les Chinois et les Chinois comme les habitants de la Chine.

C'est pourtant le travers où tombe souvent l'ouvrage de Bouvier et George. Il faut, en effet, connaître déjà une partie du vocabulaire utilisé dans une définition pour comprendre celle-ci. De plus, ce dictionnaire est centré sur les structures mathématiques ; il suppose donc une solide connaissance de cette discipline, ce dont souffrent les mathématiques appliquées, qui sont délaissées.

Ayant personnellement eu à traiter récemment l'équation du 3<sup>e</sup> degré, nous avons cherché quelques lueurs nouvelles dans cet imposant ouvrage ; nous n'y avons trouvé que la formule de Cardan, mais sans explication supplémentaire. Par ailleurs, nous avons été étonnés de découvrir qu'il « n'est pas possible d'éviter la notion et le calcul des nombres complexes, même si les 3 racines sont réelles », ce qui est inexact, car un mathématicien ignorant les nombres complexes pouvait autrefois découvrir les 3 racines réelles en identifiant l'équation du 3<sup>e</sup> degré avec l'équation trigonométrique donnant  $\cos 3a$  en fonction de  $\cos a$ .

Ajoutons qu'un renvoi à « résoluble » nous laissait espérer quelque connaissance nouvelle. Mais nous apprenons, à travers le langage de la théorie des groupes (supposé connu du lecteur), que l'équation du 5<sup>e</sup> degré n'est pas résoluble par radicaux. Voulant en savoir plus, nous allons à « cinquième » (équation du 5<sup>e</sup> degré), qui nous renvoie à Galois, lequel nous renvoie à Abel, lequel encore nous renvoie à Galois. Le cercle est bouclé, et nous ne saurons jamais pourquoi l'équation du 5<sup>e</sup> degré n'est pas résoluble.

A l'entrée « topologie », notons un lapsus étrange : « La topologie a permis, notamment en géométrie, de dégager un grand nombre d'hypothèses superflues ». On sait que les psychologues considèrent un lapsus comme un aveu involontaire...

En fin de compte, ce dictionnaire éclairera peu l'amateur, car il définit des termes ésotériques dans un langage qui ne l'est guère moins. On eût espéré mieux. Enfin, tant qu'à dire que l'ortho-

graphe Huyghens pour Huygens est incorrecte, on eût pu respecter l'orthographe du prénom, qui est Christiaan et non Christian...

**Renaud de la TAILLE** ■

Igor et Gricha BOGDANOV

### **L'effet science-fiction : à la recherche d'une définition**

Robert Laffont, 424 p., 62 F, 76 F franco.

La science-fiction ne fait l'unanimité ni sur sa définition, ni sur ses vertus. C'est du moins la conclusion d'une enquête menée par les deux frères Bogdanov, réalisateurs de l'émission Temps X qui passe tous les samedis sur TF-1. Ces auteurs ont, voici plusieurs années, envoyé à des personnalités aussi différentes que Tino Rossi, Alain Peyrefitte, Paul VI, Jacques Chirac, Raymond Poulidor, Salvador Dali ou Jacques Lacan une lettre posant la question : « La science-fiction, pour vous, c'est quoi ? ».

Les réponses, collationnées dans la première partie de leur livre, ne manquent pas de surprendre si l'on exclut les réponses favorables. On distingue plusieurs grandes catégories : d'abord, celles qui évitent de donner une réponse, soit par ignorance, soit par manque d'intérêt ; puis celles qui témoignent d'un intérêt modéré, puis encore celles qui sont carrément hostiles (avec toute une variété de nuances qui vont jusqu'à l'exclusion).

Au-delà du pittoresque offert par les réponses de telle ou telle personnalité, l'intérêt majeur de l'ouvrage réside dans l'analyse des réponses. La science-fiction agit comme un révélateur social. Il est normal, par exemple, que les personnalités politiques dédaignent ce genre littéraire, peut-être faute d'intérêt pour un monde futur dont ils risquent d'être exclus. Les prévisionnistes professionnels, tels Jouvenel et Sauvy, devraient être intéressés par la science-fiction : non, ils lui sont plutôt hostiles, arguant que le genre est intéressant mais peu sérieux.

Le moins étrange n'est pas le refus de l'imaginaire dont font preuve bien des personnes interrogées. Pour celles-ci, pas question qu'un ouvrage de science-fiction puisse les renvoyer à un univers imaginaire situé au-delà de leur propre mort. Et ce qui est vrai pour les individus, notent MM. Bogdanov, l'est également pour les groupes. Ce n'est pas un hasard si la grande majorité des représentants des divers groupes

## Livres reçus

dominants (hommes politiques et intellectuels), sont hostiles à la science-fiction. Ils ne peuvent admettre que d'autres groupes diffusent des conceptions morales ou esthétiques autres que les leurs ! Craignent-ils que l'exaltation poétique de la science ne remette en cause la légitimité et la pratique de leur pouvoir ? En fait, poursuivent MM. Bogdanov, reprenant à leur compte les thèses de Gérard Klein, les dominants sont contraints de considérer, à travers la science-fiction, que leur relation au pouvoir n'est pas éternelle. Les ecclésiastiques, par exemple, répugnent à un futur autre que le passé, qu'ils désirent prolonger éternellement. Au contraire, les groupes les plus favorables à la science-fiction sont ceux qui peuvent et doivent socialement et professionnellement envisager plusieurs avenir différents. On retrouve dans cette catégorie les sportifs, qui, s'ils ne connaissent pas bien la science-fiction, ne lui sont pas du tout hostiles.

En résumé, un ouvrage passionnant, qui débouche finalement sur de plus vastes problèmes que la science-fiction. Il nous force à réfléchir à la multiplicité des avenir possibles et souhaitables, même après notre mort...

J.-R. G.

André PARROT

### **L'aventure archéologique**

Robert Laffont, 297 p., 59 F, 72 F franco.

André Parrot est l'un des plus grands archéologues contemporains. C'est lui qui a fait aboutir les fouilles, commencées au siècle dernier en Mésopotamie, qui ont permis des découvertes majeures sur la civilisation sumérienne. Et c'est également lui qui, en une quinzaine de campagnes menées à travers des circonstances politiques souvent difficiles, a permis la mise au jour de Mari, la grande cité antique dont on avait fini même par douter qu'elle eut existé. Ce ne sont là que deux des hauts faits de Parrot. Le livre que voilà est un journal de travail sur le terrain. Ses notations géographiques et psychologiques le mettent au rang d'un journal de voyage, ses descriptions de travail « sur le terrain » constituent l'un des meilleurs témoignages sur la vie quotidienne des chercheurs de passés. Des mises au point historiques permettent de reconstituer l'importance des découvertes. Un bon livre tous publics.

### **Georges Desbuquois : L'enfance malheureuse**

Flammarion, 219 p., 68 F, 82 F franco

Sinistre année que celle que l'on voulait être celle de l'Enfance, 1979 ! Rarement l'on eut autant de nouvelles du sort atroce que les adultes, pour des raisons politiques, peuvent réserver à des êtres sans défense. Ce n'est pas là le sujet du livre extrêmement sérieux de M. Georges Desbuquois, membre de l'Académie de Médecine, professeur de clinique infantile, médecin-chef de l'hôpital universitaire d'enfants à Tours. Toujours est-il qu'il invite à balayer d'abord devant sa porte. L'auteur expose en détail les moyens de venir en aide aux enfants inadaptés, malades, infirmes, bref, malheureux, tant du point de vue physique que du point de vue social et familial. C'est une encyclopédie du genre. Notons avec satisfaction que le Pr. Desbuquois est favorable à l'éducation sexuelle. Ce n'est que l'un des aspects du grand bon sens dont ce spécialiste fait preuve tout au long de son exposé.

### **Fernand Niel : Monuments mystérieux du monde**

Fayard, 307 p., 65 F, 79 F franco

On eut pu craindre le pire : le sujet prête en effet à l'élucubration. Mais, des mégalithes aux nouragues, en passant par les fameuses pistes de Nazca, les statues de Pâques et la Cité des morts de Tiahuanaco, voilà une somme facile à lire, présentée avec clarté (l'auteur est ingénieur, cela se sent) et une répugnance bienheureuse à faire intervenir les extraterrestres. Bravo. Les illustrations en noir et blanc sont nombreuses et bien choisies.

### **Pierre Dumouchel et J. P. Dupuy : L'enfer des choses**

Seuil, 265 p., 54 F, 64 F franco

Ce livre est « pourri » de culture et aussi d'intelligence. Il en devient souvent indigeste, mais il mérite l'effort. Les deux auteurs se sont faits exégètes d'un philosophe dont on nous assure qu'il a « fait scandale », René Girard. Nous n'avons pas perçu le scandale, mais il eût mérité d'être décliné. René Girard, en effet, a

rédigé un agressif constat d'échec de la civilisation occidentale. Pour cet « ayatollah » sans bonnet, les efforts poursuivis depuis vingt siècles pour s'affranchir de la notion de divinité ont conduit à un déferlement de violence. Les dernières expressions de l'intelligence occidentale, telles que le freudisme, puis le structuralisme, sont devenues des tautologies : le freudisme ne sert plus en fin de compte qu'à faire des freudiens, le structuralisme, des structures. Girard, et à travers lui, Dumouchel et Dupuy, considèrent la science telle qu'elle est comme une arme au service de la violence économique du monde moderne ; ils en font même l'expression d'un instinct de conquête qui a tissé la trame des sociétés industrielles et qui risque, vu les moyens destructeurs dont celles-ci disposent, de faire tout sauter. Dumouchel et Dupuy offrent une analyse critique de Girard qui les mène droit au convivialisme d'Ivan Illich. On peut ne pas adhérer à leurs thèses, souvent outrées, on ne peut pas ne pas les respecter. Une post-face de Girard précise la situation : en termes brefs, le monde sera convivialiste ou ne sera plus.

### **Dr Marzouki : L'arrache-corps** *Alternative et Parallèles*, 257 p., 48 F, 58 F franco

On a érigé les médecins nazis en archétypes monstrueux ; ils expérimentaient sur l'homme, Personne n'a songé à reprocher à Pasteur, qui n'était même pas médecin, d'expérimenter sur un enfant le sérum antirabique et l'on continue, de nos jours, d'expérimenter sur l'« animal humain », comme l'appelait Himmler. Pour le Dr Marzouki, actuellement assistant à la Faculté de médecine de Tunis, les greffes cardiaques ne sont, en fait, que des expérimentations humaines déguisées. Dans quelle mesure, demande l'auteur, n'est-on pas en train de « chosifier » l'être humain avec les meilleures intentions du monde ? Écrit avec une grande compétence médicale, ce livre est plus un dossier qu'une thèse. Il demande que l'on reconsidère une expérimentation humaine qui ne dit pas son nom.

● Les ouvrages dont nous rendons compte sont également en vente à la Librairie Science et Vie. Utilisez le bon de commande p. 161.

VIDEO

## L'IMAGE ET LE SON NUMÉRIQUE A L'HORIZON 90

Les nouvelles techniques d'enregistrement de l'image et du son (magnétoscope domestique utilisant un signal codé, vidéodisque, image électronique) sont à l'ordre du jour depuis plusieurs années et nous les avons souvent exposées à nos lecteurs. Les matériels annoncés par les constructeurs n'ont, pour l'instant, donné lieu à aucune commercialisation à grande échelle (quelques produits ont vu le jour, mais n'intéressent qu'un marché restreint, souvent même, plutôt confidentiel).

Il est certain que le lancement de l'un de ces procédés bouleversera le marché mondial le jour où il se fera véritablement. Il est certain aussi qu'à cette échelle, il faudra en arriver à un minimum d'harmonisation entre les procédés (si l'on considère qu'une standardisation mondiale est difficile à imaginer dans le présent contexte économique et politique).

Actuellement, aucun des procédés proposés par les laboratoires des grandes firmes n'est parfaitement au point. De plus, ils ne sont généralement pas compatibles. Cette dernière considération ne serait sans doute pas, à elle seule, un obstacle à une commercialisation dans la mesure où une firme ou un groupe de firmes verraient là le moyen de s'approprier un marché. On vient de le voir, par exemple, dans le domaine de la vidéo domestique où des systèmes comme le Bétamax de Sony et le VHS de Matsushita se sont livrés à une guerre qui, actuellement, tourne à l'avantage de ce dernier procédé.

Mais, dans le lancement de systèmes radicalement nouveaux d'enregistrement de l'image et du son, se pose le problème de la diffusion des programmes qui est lié aux options des chaînes de télévision dans le monde. Quel serait, en effet, l'avenir d'un procédé de vidéodisque ou de film électronique qui ne serait pas compatible avec les systèmes d'émission et de réception des chaînes nationales de télévision en couleur et de

radiodiffusion ? Or, à l'heure actuelle, celles-ci n'en sont encore qu'au stade des études. En France, Télédiffusion de France procède à des recherches systématiques sur les procédés de codage numérique des signaux sur lequel reposeront certainement les émissions à moyen ou à long terme.

Rappelons que dans les systèmes actuels de radio et de télévision, dits analogiques, l'amplitude du signal transmis est à chaque instant directement lié à l'intensité sonore ou lumineuse qui a été analysée à l'origine de la chaîne par le microphone ou la cellule. Il y a analogie entre les variations dans le temps du signal d'enregistrement et du signal restitué à l'autre extrémité de la chaîne par le récepteur radio ou de télévision.

Les études actuelles conduisent à utiliser un processus différent : la valeur de l'intensité sonore ou lumineuse ne serait plus traduite en continu par l'amplitude du signal, mais échantillonnée très fréquemment : la valeur ainsi constatée périodiquement (dépendant de l'amplitude du signal à chaque instant) serait convertie en un signal constitué de combinaisons d'impulsions très brèves, conformément à un code donné. Ce codage numérique limite la quantité d'informations à stocker (sur disque ou sur bande) et à transmettre (sur les ondes) aux seuls éléments indispensables à la reconstitution du son ou de l'image. Entre les impulsions se trouvent des « vi-

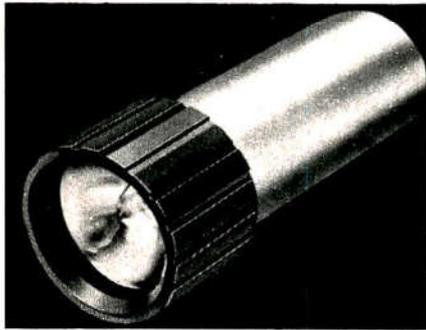
des » qui peuvent être utilisés pour reproduire ou transmettre d'autres signaux ou plusieurs types de signaux (en télévision par exemple, les composantes de l'image couleur et le signal sonore, et même des programmes différents).

Les techniques de la radio-télévision en seront bouleversées. Les recherches entreprises en ce sens sont multiples. En 1978, par exemple, le programme de TDF comprenait des travaux sur les propriétés de la perception visuelle, l'optimisation des méthodes d'échantillonnage et de codage pour le signal vidéo-fréquence, le traitement numérique des signaux couleur SECAM-PAL, les procédés d'enregistrement, de trucage et de correction de signaux image codés numériquement, le codage du signal sonore, la modulation des voies de transmission numérique (faisceaux hertziens) et la qualité qu'elles fournissent, la transmission simultanée d'un signal image et de modulations sonores codées numériquement.



## LA PILE AU LITHIUM 3 VOLTS VA-T-ELLE S'IMPOSER AUPRES DU GRAND PUBLIC?

Elle occupe déjà une place de choix en médecine, a trouvé des débouchés de haute volée dans les applications industrielles. En 1980, la pile au lithium d'une capacité nominale de 3 volts tentera sa percée grand public auprès des amateurs d'audio-visuel. Mais son prix peut être dissuasif.



C'est en 1970 aux U.S.A. que Power Conversion a mis au point le couple électrochimique lithium-bi-oxyde de soufre entrant dans la composition de piles à haute capacité, fabriquées pratiquement sur mesure pour les utilisateurs professionnels. En une dizaine d'années, ces piles ont trouvé leur application dans les transmissions des Skylab et des ballons stratosphériques, ont équipé les sondes des forages sous-marins, et consécration française, participé à l'expédition de Pierre Mazaud à l'Everest en assurant l'énergie nécessaire aux enregistrements, prises de vue et télécommunications par une température ambiante de  $-30$  à  $-40^{\circ}\text{C}$ .

En médecine, ce sont les Japonais Sanyo et Matsushita qui ont assuré la prédominance du lithium en piles boutons pour les stimulateurs cardiaques et les appareils de surdité. Saft s'assura le premier une maîtrise technique suffisante pour vendre sa licence à General Electric.

Les piles au lithium ont atteint aujourd'hui leur maturité technologique. Dotées d'une densité d'énergie théorique de 3,045 V contre 1,2 V à 1,65 V pour les autres couples électrochimiques (du nickel-cadmium au zinc-manganèse, en passant par l'oxyde d'argent ou de mercure), elles possèdent une capacité électrochimique théorique de 3 830 ampères-heure par kg. La perte au stockage est particulièrement faible, et la capacité de fonctionnement, optimale à  $21^{\circ}\text{C}$ , reste fiable à des températures très basses ou très élevées. De  $-20$  à  $+50^{\circ}\text{C}$ , le lithium délivre en-

core 85 % de son énergie, là où les autres piles s'arrêtent. En outre, comme pour le couple cadmium-nickel, la tension de décharge reste plate jusqu'à 95 % de la durée de vie de la pile. En pile traditionnelle ou en pile-bouton, c'est donc un véritable produit nouveau qui sera proposé au grand public en 1980 par plusieurs fabricants. Sanyo, qui considère que les piles au mercure ou à l'oxyde d'argent sont condamnées à terme, par la pollution qu'elles engendrent pour les unes, par la spéculation sur les métaux précieux pour les autres, a mis au point une pile-bouton au lithium 3 V d'un module double en hauteur, destiné à équiper tous les appareils photographiques fabriqués au Japon depuis le 15 décembre. Le prototype de cette pile a d'ailleurs été présenté au dernier salon de la photo. Elle est compatible avec tous les appareils actuels utilisant deux piles superposées. Sa hauteur est de 10,8 mm et sa capacité de 2,7 V effectifs, soit le double des piles-boutons actuelles.

Les sociétés de la C.G.E., Saft et Mazda, ont, pour leur part, passé un contrat d'échanges techniques avec le groupe des horlogers suisses Asnag pour la fabrication de montres à jeter lorsque la pile au lithium sera usée. On estime leur durée de vie à une dizaine d'années.

Mais c'est la firme américaine Electronic and Technology qui apporte la véritable révolution en se positionnant directement en concurrente des piles standard salines ou alcalines qui équipent actuellement l'ensemble des appareils portatifs.

Le module qui sera lancé durant le premier semestre 1980 correspondra au standard international 2 R 20. Il sera destiné aux lampes torches, aux gros postes FM et aux enregistreurs de grande taille. Ce module, qui prend la place de deux piles standard (12,7 cm de hauteur) délivrerait autant d'énergie que 4 piles mercure-zinc, 5 piles alcalines ou 30 piles salines ordinaires. Pour obtenir l'énergie utile correspondant à celle d'une batterie de voiture (30 Ah), il suffira, affirme Electronic and Technology, de grouper 4 de ces modules. Le principal avantage réside dans le poids de cet ensemble : 800

*Ces blocs de lithium équipent les répondeurs acoustiques des bateaux de forage en mer*



grammes au lieu de 4 kg pour les batteries actuelles. Les piles au lithium 3 V pourraient donc apporter de nouvelles solutions à l'énergie portable nécessaire à l'alimentation des flashes professionnels, matériels de reportage, caméras de magnétoscopes, etc. Cette pile, baptisée « Eternacell » sera fabriquée prochainement en Allemagne et en Angleterre par la société américaine, qui envisagerait également une implantation en France. Dans les projets d'Electronic et Technology également, un module 2 R 6 et 2 R 14 qui correspondrait aux deux standards les plus vendus actuellement, et une pile carrée de 9 V interchangeable avec la 9 V classique. Le prix de lancement de l'Eternacell 2 R 20 sera en rapport avec le très sensible prolongement de la durée de vie obtenue : 56 à 60 F. Ce qui peut être dissuasif pour des usages non professionnels ou ne relevant pas de l'amateur très éclairé. Il est prévu cependant de les proposer à terme en accumulateurs rechargeables, ce qui en abaisserait très sensiblement le prix de revient horaire, une fois franchi le cap de l'investissement de départ. Signalons également que ces piles sont fabriquées sous forte pression interne au boîtier, et sont susceptibles d'émettre une décharge très élevée en cas de court-circuit. Malgré la sécurité prévue par évent, elles impliquent donc des précautions particulières lors de la mise en parallèle dans l'appareil.

## ENERGIE

### 1 000 Ah DANS UN ACCUMULATEUR NICKEL- CADMIUM

La firme britannique Chloride Alcad a conçu un nouveau type d'accumulateur au nickel-cadmium pour usages les plus divers, dont la capacité est accrue de 25 % par rapport aux modèles actuels de même type. Les batteries produites par cette maison ont des capacités de 11 à 515 Ah. La capacité maximale doit être portée à 1 000 Ah sur certains éléments spéciaux. Le temps de recharge de ces batteries varie d'une demie à deux heures selon les types.

## PHOTO

### LES XR DE RICOH DEVIENNENT MOTORISABLES

La firme japonaise Ricoh distribuait en France trois reflex 24 x 36, les XR-5, XR-1 et XR-2. Ces deux derniers modèles ont fait l'objet d'améliorations courant 1979 et sont ainsi devenus les XR-1S et XR-2S. Ces nouveaux boîtiers sont maintenant disponibles. Leur principale caractéristique est qu'ils reçoivent tous deux un petit moteur d'entraînement permettant la vue par vue ou la photographie à la fréquence de 2 im/s.

Le système de réglage de l'exposition différencie les deux boîtiers. Le XR-1S est semi-automatique, les mesures étant assurées par 3 cellules CdS. Le XR-2S est automatique, avec priorité au diaphragme.

Le Ricoh XR-1S est équipé d'un obturateur à rideaux métalliques assurant les vitesses de 1 s au 1/1 000 s. Le XR-2S possède un obturateur électronique procurant les vitesses de 8 s au 1/1 000 s en réglage continu ou, en fonctionnement manuel, de 4 s au 1/1 000 s.

Sur les deux boîtiers nous retrouvons la plupart des caractéristiques communes des modèles antérieurs : objectifs interchangeables à baïonnette K, viseur reflex, mise au point par stigmomètre incliné à 45° et anneau de microprismes, posemètre utilisable de 12 à 3 200 ASA, alimentation avec 2 piles

de 1,5 V à l'oxyde d'argent. Les deux modèles reçoivent un flash Ricoh XR Speedlite 240 qui assure le réglage automatique de l'exposition.



## VIDEO

### UNE CAMERA VIDÉO COULEUR DE 1,8 kg

Hitachi lance sur le marché français, en version SECAM, la plus petite et la moins chère des caméras vidéo, la GP-4B. Elle est adaptable à tous magnétoscopes. Equipée d'un zoom de variation X3, de sa poignée et de son viseur, cette caméra pèse 1,8 kg. Ainsi équipée, son prix public est de 4 950 F (taxes comprises). Il faut ajouter à cette somme celle de 530 F si l'on souhaite utiliser un bloc d'alimentation secteur.

La compacité de l'Hitachi GP-4B est due avant tout à l'emploi d'un tube vidicon tri-électrode (et non trois tubes comme dans une caméra classique). La focalisation des faisceaux est assurée de façon électrostatique, avec déflexion électromagnétique. La caméra est utilisable avec des éclairages dont la température de couleur est comprise entre 3 000 et 10 000 K (de la lumière des lampes ordinaires à la lumière du jour très bleue). Un indicateur d'équilibre du blanc facilite le réglage pour cette température de couleur.

Le viseur est du type optique et la mise au point se fait par

télémetre à coïncidence. Un circuit « anti-fading » est incorporé à l'appareil. Il mesure l'intensité lumineuse et assure à la caméra les conditions optimales de fonctionnement. Un indicateur de niveau vidéo s'allume quand l'éclairage est insuffisant.

Les principales caractéristiques techniques de la caméra Hitachi GP-4B sont les suivantes : balayage 625 lignes en SECAM ou PAL, définition horizontale de 230 lignes, rapport signal sur bruit de 42 dB, éclairage minimum de 100 lux, réglage automatique de 100 à 100 000 lux. Dimensions : 8 x 24 x 34 cm environ.

## DES FLASHES ÉLECTRONIQUES DE PLUS EN PLUS PRATIQUES

Les flashes électroniques sont les accessoires pour la photographie qui, ces dernières années, ont bénéficié des plus nombreuses transformations. Certaines représentent un progrès particulièrement appréciable pour les utilisateurs. C'est le cas de la réduction du volume, de l'alimentation par piles (plus fiable que l'accumulateur au cadmium lorsqu'on emploie peu la lampe éclair), du système économiseur d'énergie sous contrôle de thyristors.

Ce dernier permet à la fois d'augmenter considérablement l'autonomie du flash et de réduire le temps de recharge du condensateur entre les éclairs ; avec les appareils à moteur, il autorise parfois la prise de vue à l'éclair électronique à 2 im/s.

Autre perfectionnement remarquable, le réflecteur orientable en tous sens. Il facilite les éclairages indirects très doux (par exemple en dirigeant le faisceau vers le plafond d'un appartement et non plus vers le sujet). L'adoucissement de la lumière est aussi obtenu, sur de nombreux modèles, par un diffuseur qui s'emboîte sur le réflecteur. C'est un procédé intéressant, mais qui nous semble moins efficace que l'éclairage indirect.

Outre le diffuseur, le réflecteur peut également recevoir des filtres (utiles pour corriger la couleur trop froide de la lumière ou pour la colorer), des lentilles qui modifient le champ embrassé (grand angle ou téléobjectif).

Autre progrès important des flashes : l'incorporation de la cellule et du calculateur qui permettent d'assurer une exposition de façon automatique. Cela devrait être l'innovation la plus importante et pourtant, à nos yeux, c'est sans doute la plus contestable, du moins lorsque le fabricant impose cet automatisme sans possibilité de le débrayer en vue d'un réglage manuel. En effet, il en est de l'automatisme du flash comme de tous les automatismes : il est étalonné pour une valeur moyenne d'éclairement du sujet et conduit à des sur-expositions ou à des sous-expositions lorsqu'on s'en écarte.

C'est le cas, par exemple, d'un personnage devant un fond sombre ou éloigné. Dans de nombreux

cas, il faut pouvoir régler le diaphragme en tenant compte de ces données.

L'automatisme, d'autre part, a parfois l'inconvénient d'imposer un diaphragme. C'est ensuite le calculateur qui assure l'exposition en dosant la quantité de lumière émise. Mais l'obligation d'utiliser un seul diaphragme ne permet plus d'effets esthétiques, en jouant de la profondeur de champ (celle-ci dépend du diaphragme employé). Cet inconvénient est toutefois réduit sur de nombreux flashes récents qui permettent l'emploi de plusieurs diaphragmes.

Dans ce domaine de l'automatisme, de nombreux flashes possèdent aujourd'hui un système de couplage direct à l'obturateur d'une marque d'appareil. Récemment est même apparu un modèle Sunpak, le 3600 AZ, qui, par un jeu de cellules, peut se coupler à tous les appareils. Dernier perfectionnement ayant fait son apparition sur les flashes, le double réflecteur. Le réflecteur principal, orientable, permet l'éclairage indirect. Celui-ci étant parfois trop doux, un second réflecteur dirige sur le sujet, avec une puissance moindre, une lumière directe. Ce second faisceau augmente légèrement le contraste. Les premiers flashes de ce type ont été présentés par Hanimex, Fuji et Kisanon.



## UN 24 X 36 A MISE AU POINT AUTOMATIQUE

La gamme des appareils 24 x 36 compacts à mise au point automatique de la distance est maintenant relativement nombreuse. La plupart des firmes, en effet, proposent au moins un modèle de ce type : Canon, Chinon, Fuji, Konica, Minolta. Parmi les derniers-nés figure le Cosina AF 35, qui possède un flash électronique incorporé.

Le Cosina AF 35 est de conception classique, voisine de celle des modèles concurrents (Canon AF 31 M excepté). En effet, le système de mise au point automatique fait appel au dispositif Visitronic de Honeywell qui se retrouve sur tous ces appareils. Les principales caractéristiques du Cosina sont les suivantes : objectif 2,7/38 mm à 4 lentilles, obturateur donnant les vitesses de 1/64 à 1/360 s, viseur à cadre lumineux et repères de correction de parallaxe aux courtes distances, mise au point automatique débrayable pour un réglage manuel, nombre-guide du flash égal à 14 pour 100 ASA, retardateur incorporé. Dimensions : 13 x 8 x 5 cm environ. Poids : 390 g.

## UN MINIFORMAT A FLASH INCORPORÉ

Agfa-Gevaert commercialise déjà depuis quelques années une gamme d'appareils 110 (mini-format) qui s'étend du plus simple (508) à l'Agfamatic motor et aux modèles 5008 et 6008 conçus pour la photomacrographie. Tous ces appareils ont en commun leur esthétique agréable et leur simplicité d'emploi. Cette gamme vient d'être complétée par un 110 à flash élec-

tronique incorporé, l'Agfamatic 3000 F. Malgré la présence de ce flash, il est à peine plus encombrant que le modèle ordinaire.

Comme les autres 110 Agfa, l'Agfamatic 3000 F est muni du système Sensor (déclencheur très doux), du Répitomatic (entraînement à commande télescopique) et du viseur Newton. Il possède 3 vitesses : 1/80, 1/125 et 1/250 s. L'appareil est conçu pour les films 80/100 ASA et 400 ASA. Deux piles de 1,5 volt



pour l'alimentation permettent de faire 150 prises de vues au flash.

PHOTO

## UN 24 X 36 AUTOMATIQUE POUR MOINS DE 300 F

Les appareils automatiques grand public de bas prix sont inexistants. Fidèles à une conception maintenant traditionnelle, les Soviétiques proposent un appareil 24 x 36 de ce type, le Siluet Elektro. Cet appareil, aux lignes peu modernes, ne coûte

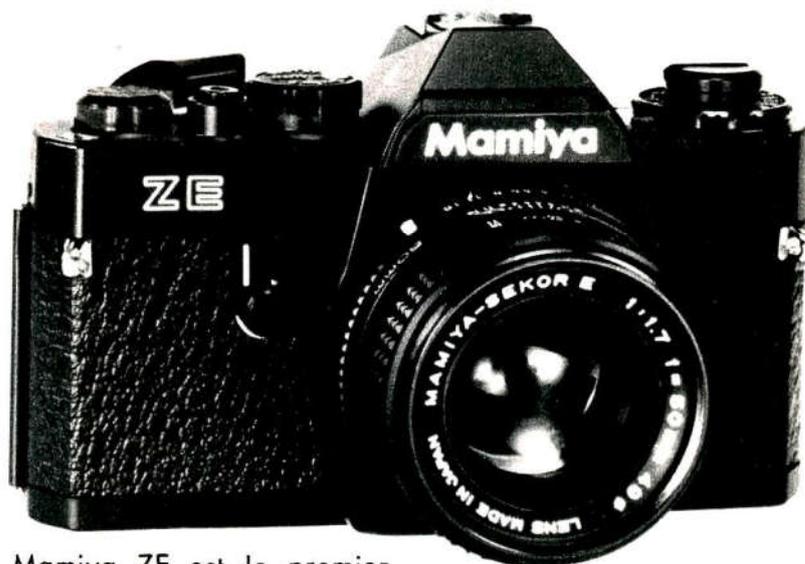


pas 300 F et possède une cellule CdS réglant un obturateur électronique de 8 s au 1/250 s. L'objectif est un anastigmat à trois lentilles 4/40 mm (mise au point depuis 0,80 m). Dans le viseur, des diodes lumineuses permettent le contrôle de l'exposition. Parmi les autres caractéristiques du Siluet, mentionnons la synchronisation au flash au 1/10 s, la gamme des sensibilités utilisable de 16 à 400 ASA et une griffe avec contact de flash.

PHOTO

## NOUVEAU 24 X 36 REFLEX AUTOMATIQUE

La firme japonaise Osawa lance ce mois-ci sur le marché français un nouvel appareil photo, le Mamiya ZE. Cet appareil, du type reflex direct automatique, est destiné au grand public. Il s'inscrit dans l'évolution actuelle qui conduit chaque constructeur à proposer un boîtier automatique simplifié, ne comportant plus, en particulier, de sélecteur de vitesses. L'idée en avait été lancée voilà quelques années par Pentax avec un appareil de la série M. Depuis, nous avons vu, avec des variantes, de tels modèles construits par Canon, Nikon, Fuji, Minolta, Cosina, Vivitar.



Le Mamiya ZE est le premier d'une nouvelle gamme de boîtiers qui comportera deux autres modèles plus perfectionnés qui verront le jour avant la fin de l'année. L'automatisme du ZE est total. Le traditionnel bouton des vitesses ne comporte en effet que 4 réglages : Auto (vitesse sélectionnée par le posemètre après affichage d'un diaphragme), AE lock (même automatisme mais avec mise en mémoire de la mesure dès qu'on appuie sur le déclencheur), X (synchronisation au flash sur le 1/90 s, cette vitesse étant assurée mécaniquement), B (pose en un temps).

L'obturateur est à contrôle électronique. Dans le viseur, l'échelle des vitesses est affichée (1/30 à 1/1 000 s avec repère LT pour les vitesses de 1 à 1/30 s) et une diode s'allume face à celle qui est choisie par le posemètre (à cellule au silicium). En réglage « Auto », cette vitesse change si l'intensité de la lumière varie. En position « AE Lock », cette vitesse qui, on l'a vu, est mise en mémoire lorsqu'on appuie sur le déclencheur, ne peut changer que si l'on cesse d'exercer cette pression. Le système est donc fort simple d'emploi. L'utilisateur peut se fier à l'automatisme ou utiliser cet

automatisme afin d'exposer son film pour une surface déterminée du sujet. A cet effet, il cadre cette surface et appuie légèrement sur le déclencheur, mettant ainsi en mémoire la mesure ; il peut alors cadrer et déclencher.

L'opérateur peut aussi intervenir en programmant une correction automatique au niveau de la couronne de réglage des sensibilités. Cette correction est possible dans la limite de  $\pm 2$  diaphragmes.

Le Mamiya ZE présente encore deux caractéristiques importantes : le boîtier reçoit un moteur compact qui permet 2 im/s et un flash électronique qui se couple automatiquement à l'obturateur.

Les autres caractéristiques du Mamiya ZE sont les suivantes : objectifs interchangeables à baïonnette de type nouveau avec commandes de couplage pour la gamme des boîtiers Z, retardateur, sensibilités de 12 à 3 200 ASA, mise au point par stigmomètre et microprismes, verres de visée interchangeables, alimentation au moyen de 4 piles de 1,5 V à l'oxyde d'argent. Poids : 455 g. Prix moyen inférieur à 1 400 F avec 1,7/50 mm.

## A L'ÉCOLE CENTRALE D'ÉLECTRONIQUE

préparez votre avenir

Dans les carrières de l'Électronique  
et de l'Informatique

Admission de la 6<sup>e</sup> à la terminale...

...MAIS OUI, dès la 6<sup>e</sup>, la 5<sup>e</sup> ou la 4<sup>e</sup>, vous pouvez être admis à l'ÉCOLE CENTRALE D'ÉLECTRONIQUE dans une section préparatoire correspondant à votre niveau d'instruction, où tout en continuant d'acquiescer dans l'ambiance de votre futur métier une solide culture générale, vous serez initié à de nouvelles disciplines : électricité, sciences-physiques, dessin industriel et travaux pratiques.

Ensuite vous aborderez dans les meilleures conditions les cours professionnels de votre choix (électronique, informatique, officier radio Marine Marchande) dispensés dans notre Établissement.

L'E.C.E. qui depuis sa fondation en 1919 a fourni le plus de Techniciens aux Administrations et aux Firmes industrielles et a formé à ce jour plus de 100.000 élèves

est la PREMIÈRE DE FRANCE

**ÉLECTRONIQUE :** Enseignement à tous niveaux : CAP - BEP - BAC F2 - BTSE Préparation à la carrière d'ingénieur.

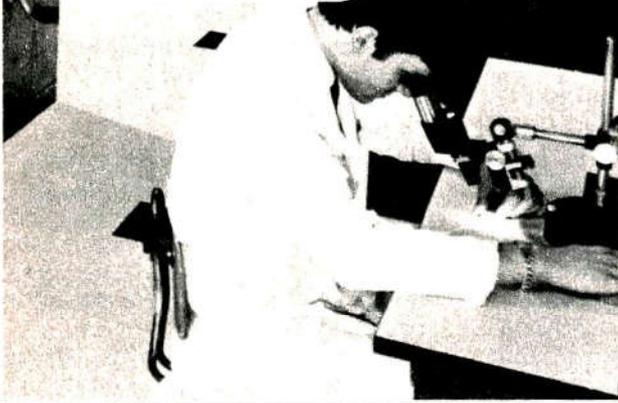
**INFORMATIQUE :** Préparation au CAP-Fi BAC H Programmeur.

**OFFICIER RADIO DE LA MARINE MARCHANDE.**

Toutes les professions auxquelles nous préparons conviennent aux jeunes gens et jeunes filles qui ont du goût pour les travaux mi-manuels et mi-intellectuels.

Ces préparations sont assurées dans nos laboratoires et ateliers spécialisés (informatique, électronique et trafic-radio).

BOURSES D'ÉTAT



R.P.E. - Cliché CSF - Hermit

## ÉCOLE CENTRALE des Techniciens DE L'ÉLECTRONIQUE

Reconnue par l'État - arrêté du 12 Mai 1964

12, RUE DE LA LUNE, 75002 PARIS • TÉL. : 236.78.87 +

Etablissement privé d'enseignement technique et technique supérieur.

à découper ou à recopier

Veuillez me faire parvenir gratuitement et sans engagement de ma part le guide des Carrières N°8035V (envoi également sur simple appel téléphonique 236.78.87)

Nom .....

Adresse .....

(Ecrire en caractères d'imprimerie)

**BON**

## formation technique formation générale formation continue

par correspondance  
à différents niveaux  
(ou stages ponctuels de groupes).  
principales sections techniques :

- radio / t.v. / électronique
- microélectronique / microprocesseurs
- électrotechnique
- aviation • automobile
- dessin industriel

documentation gratuite AB  
sur demande :  
préciser section choisie et  
niveau d'études (joindre  
4 timbres pour frais d'envoi).



# infra

Ecole Technique privée spécialisée

24 rue Jean Mermoz 75008 PARIS

métro : Ch.-Elysées - Tél. 225.74.65 et 359.55.65

## METIERS DE L'INFORMATIQUE une assurance pour l'avenir



travaillez dans  
l'INFORMATIQUE  
et assurez-vous

- la sécurité de l'avenir
- des salaires élevés
- des promotions rapides
- ... et le plaisir de dominer une technique de pointe

### PROGRAMMATION-ANALYSE

Programmeur d'application  Analyste programmeur  BP de l'informatique

### SAISIE

Opératrice de saisie  Perforeuse-vérifieuse  Codifieur.

### EXPLOITATION

Opérateur(trice) sur ordinateur  Pupitre  CAP aux fonctions de l'inform

### SPECIALISATION LANGAGES

de programmation  
 Cobol  Fortran IV  Gap II.

**UNIECO-FORMATION** - Etablissements privés d'Enseignement par Correspondance, soumis au Contrôle Pédagogique de l'Etat

**BON GRATUIT** pour recevoir, sans aucun engagement, une documentation sur les métiers de l'INFORMATIQUE

NOM ..... PRENOM .....

ADRESSE .....

CODE POSTAL ..... VILLE .....

Etude gratuite pour les bénéficiaires de la Formation Continue

**UNIECO FORMATION**

6964 route de Neufchâtel, 76041 ROUEN CEDEX

**Partez avec les archéologues pour un fabuleux voyage au-delà des siècles...**

Lisez ces 3 superbes volumes reliés et illustrés

# "L'HISTOIRE ARRACHÉE À LA TERRE"

Vivez les grandes découvertes archéologiques du XX<sup>e</sup> siècle en suivant ces "terrassiers de l'Histoire" qui creusent, pour nous livrer les secrets des civilisations disparues.

## SAVIEZ-VOUS

... que dans les jardins de Salammbô gisent 70 000 cadavres de nouveau-nés sacrifiés aux dieux carthageois ? • Tout un amphithéâtre romain a été découvert en plein centre de Lyon : vous doutez-vous des "dramas" qui s'y dérouleront ? • Soupçonnez-vous que 1000 ans avant Jésus-Christ le Sahara oriental était un Eden verdoyant ? • Les Scythes se droguaient-ils déjà ? • A-t-on trouvé enfin la clé du mystère de l'Atlantide ?

## Des yeux d'obsidienne... des cils de lapis-lazuli!

Sur quelques objets émergeant de l'ombre, on avait pu déchiffrer le nom tant attendu : la "Lumière d'Amon", Tout Ankh Amon ! De l'or, il y en avait chez Tout Ankh Amon de tous côtés. Au fur et à mesure que Carter avançait dans son travail, il découvrait de l'or, encore de l'or : magnifique visage du premier cercueil travaillé dans une seule feuille d'or, avec ses yeux d'obsidienne, ses cils de lapis-lazuli, impressionnante masse du dernier cercueil en or massif, sur près de deux mètres de long... Aux chevilles des anneaux, aux doigts des bagues, aux pieds des sandales d'or... Sur la tête enfin, un diadème finement travaillé.

## Les manuscrits de la mer Morte retrouvés par un berger...

Mohamed cherche sa chèvre. Rien à l'horizon, mais dans la falaise rocheuse qui s'élève à quelque 600 mètres, une crevasse à demi obstruée attire son attention... Là, pas de chèvre mais, sur le sol, un amas de tessons et de jarres contenant de curieux rouleaux enveloppés de fragments de tissus de lin enduits de cire et de bitume. Le soir, au village il montre aux anciens de la tribu les quelque 11 rouleaux qu'il a emportés... Très vite dans le monde entier, les cercles savants, la Diaspora juive seront alertés. Archéologues, paléographes, théologiens accourront pour contempler les précieux manuscrits, et surtout celui de St-Marc, renfermant la copie du fameux livre d'Isaïe, le plus ancien, le plus grand, et de loin le plus célèbre de tous ceux jamais retrouvés.

En suivant à la trace les archéologues, ces chercheurs téméraires et passionnés qui ne reculent devant aucun obstacle ni aucun danger pour reconstruire les civilisations disparues, vous vivrez cette étonnante aventure moderne : retrouver, jour après jour, tout un passé englouti dans la nuit des temps.

Pour recevoir ces trois captivants volumes riches de mille autres découvertes, il vous suffit de découper et nous envoyer vite le bon d'examen gratuit ci-dessous !

**François Beauval** ÉDITEUR B.P. 70, 83509 LA SEYNE SUR MER CEDEX.

## BON D'EXAMEN GRATUIT

à renvoyer à **François Beauval**, BP 70, 83503 LA SEYNE SUR MER CEDEX

A  Envoyez-moi vite - GRATUITEMENT - "L'Histoire arrachée à la terre", 3 volumes magnifiquement reliés et illustrés. Je pourrai les examiner sans engagement d'achat pendant 10 jours et vous les retourner - sans rien devoir - s'ils ne me conviennent pas. Si je désire les garder, je les paierai 49,80 F les trois (prix au départ de la Seyne-sur-Mer) + 6,80 F de frais d'envoi. Je ne m'engage à rien de plus.

B  Je préfère payer tout de suite la somme de 49,80 F + 6,80 F, soit 56,60 F par chèque joint, en bénéficiant de la garantie de remboursement intégral pendant 10 jours.

2 F / TEH 43 SV

NOM \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

ADRESSE \_\_\_\_\_

LOCALITÉ \_\_\_\_\_ CODE POSTAL \_\_\_\_\_

DATE \_\_\_\_\_ SIGNATURE \_\_\_\_\_

### Une édition de luxe

- Très élégante reliure "havana" et "bleu Nil"
- Plats supérieurs et dos ornés d'un décor original polychrome souligné de filets dorés
- Titres également dorés sur caissons bruns
- Pages de garde en harmonie avec l'ensemble
- Tranchefiles et signets assortis
- Papier "Bouffant" de luxe
- Typographie particulièrement soignée
- Pages de titres en deux couleurs
- Nombreuses illustrations en "hors-texte" sur aplats de couleur.

### D'EMOUVANTS RENDEZ-VOUS AUX QUATRE COINS DU MONDE

- Les grandes heures de l'archéologie africaine
- De l'Olympe aux sources du Nil : Grèce, Égypte, Nubie, Éthiopie
- Avec les Germains de la mer
- A la redécouverte des Celtes inconnus
- Les mystères incas et mayas
- La Gaule romaine, belle endormie
- Scythes, Slaves et Sibériens
- Au Moyen-Orient, début de l'Histoire ?

Format 12 x 18 cm

Nous vous offrons d'examiner GRATUITEMENT chez vous pendant 10 jours sans aucune obligation d'achat ces 3 ouvrages passionnants. Si vous décidez de les garder, vous les paierez seulement :

**49F80**  
(+ frais d'envoi)  
**LES TROIS**

un prix dérisoire qui, avec notre offre d'examen libre et gratuit, illustre les avantages évidents de notre méthode de vente directe et sans intermédiaires.



## PHYSIQUE

(suite de la page 27)

d'un temps fini, les incertitudes ont crû de façon incontrôlable ; on ne sait donc plus rien dès que le temps écoulé est suffisamment grand. Cela signifie que l'énoncé théorique suivant lequel les conditions initiales déterminent la position et la vitesse à tout instant ultérieur, est une idée purement abstraite, qui n'a que peu de rapport avec les problèmes concrets : dans la réalité, quand on fait de la mécanique, on ne connaît jamais les données initiales exactement, il y a toujours une marge d'erreur, une incertitude. Mais, si cet énoncé est purement abstrait et ne peut pratiquement jamais être vérifié, alors on peut sérieusement douter du sens de la notion de déterminisme, même en physique classique. »

● « Inversement, on peut très bien avoir de la physique quantique une vision qui serait déterministe. Par exemple, grâce à la notion de « variables cachées ». Suivant cette idée, la mécanique quantique n'est probabiliste et indéterministe qu'en apparence ; il existe des variables physiques qui nous sont cachées, auxquelles pour l'instant nous n'avons pas accès, mais qui, elles, se comportent de façon classique et déterminée. On connaît de multiples versions de cette notion : celle de De Broglie, celle de Bohm, celle de Bell avec ses fameuses inégalités, etc., mais toutes reviennent à affirmer que la théorie quantique n'est pas complète et que, par-dessous, il y a une théorie de type classique, liée à un déterminisme de type classique. Pour ma part, j'estime qu'il y a une autre façon de réintroduire le déterminisme dans la physique quantique : au lieu de tenter de faire un compromis entre théorie quantique et théorie classique, compromis qui, justement, crée des problèmes conceptuels, il vaudrait mieux considérer la mécanique quantique comme une théorie complète et l'accepter sans restriction. Car, alors, elle instaurerait sa propre idée du déterminisme. Je m'explique : le problème du déterminisme, c'est le problème de la prévisibilité de l'état futur d'un système à partir de son état présent. En mécanique classique, le mot « état » doit être entendu dans un sens bien particulier, comme la donnée de la position et de la vitesse de l'objet. On remarquera tout de suite que cette conception de la notion d'état est tout à fait théorique et formelle. Si, dans la rue, vous demandiez à quelqu'un de caractériser l'« état » de sa voiture à un moment donné, il penserait sans doute que cela consiste d'abord à savoir OÙ elle est. Mais, pour la mécanique classique, l'état comporte la donnée de la position ET de la vitesse, ni moins, ni plus (pas l'accélération, par exemple). Il faut donc bien voir qu'à la source de l'idée de déterminisme en mécanique classique il y a un concept hautement formalisé, qui n'a rien d'intuitif : la notion d'état. Or, en mécanique quantique, il existe aussi une notion d'état. Certes, elle est différente et mathématique

plus complexe : au lieu de caractériser une particule, ou point matériel, par sa position et sa vitesse, on doit se donner un être mathématique différent, qui caractérise ces nouvelles entités, les quantons. On l'appelle souvent « fonction d'onde », mais cela rappelle par trop l'analogie ondulatoire, très insuffisante. Il s'agit en fait d'un « vecteur dans un espace de Hilbert ». Cette terminologie pompeuse ne doit pas effrayer, il s'agit de notions mathématiques simples, enseignées en première année d'université. Fondamentalement la mathématisation des théories quantiques n'est pas plus abstraite que celle des théories classiques. Si, donc, l'on admet que la théorie quantique est une AUTRE théorie, qui a sa propre notion d'état, alors elle devient, elle aussi, parfaitement déterministe. Si l'on connaît l'état d'une particule quantique à un moment donné, à savoir son vecteur d'état dans l'espace de Hilbert, on a une équation différentielle (l'équation de Schrödinger) qui est parfaitement déterministe, car, grâce à elle, on pourra savoir très exactement quel sera cet état à un instant ultérieur. En fait, ce qui fait problème, ce n'est pas l'existence du déterminisme en physique classique (admettons-le provisoirement) et l'absence de déterminisme en physique quantique, mais l'existence de deux déterminismes différents, hétérogènes, et qu'il est très difficile de « recoller » l'un à l'autre. »

Si nous avons cru bon d'insister si longuement sur la question du déterminisme, c'est qu'elle est révélatrice des failles par lesquelles remontent toutes les insuffisances de la physique moderne, laquelle a plus souvent obscurci qu'éluclidé les rapports entre la théorie quantique et la théorie classique. Là est pourtant l'essentiel. Un stylo, par exemple, est un objet dur et solide que l'on peut très bien décrire en termes de mécanique classique. Pourtant, si on le regarde de suffisamment près, on s'aperçoit qu'il est fait d'électrons et de noyaux qui, à l'échelle individuelle, ne peuvent pas être localisés. Ce sont des quantons qui ondulent en tous sens. Alors, la vraie difficulté est d'expliquer comment, avec des noyaux et des électrons qui sont décrits correctement par la mécanique quantique, et uniquement par la mécanique quantique, on peut, en en mettant quelque chose comme  $10^{24}$  ensemble, fabriquer un objet qui, lui, est approximativement décrit par la mécanique classique.

Il ne s'agit pas là d'un problème métaphysique, mais d'un problème physique, et même d'un problème sur lequel la physique a pris beaucoup de retard au cours de ces cinquante dernières années. En grande partie à cause du fardeau de mauvaises philosophies.

En définitive, bien des physiciens saisis par les démons jumeaux de l'interprétation et de l'extrapolation devraient méditer cette phrase de Freud : « La science n'est pas une illusion, mais ce serait une illusion de croire que nous puissions trouver ailleurs ce qu'elle ne peut pas nous donner. »

**Michel ÉBERHARDT ■**

## L'ÉTOILE SS 433

(suite de la page 36)

découvre alors une succession d'enveloppes concentriques de forme ellipsoïdale, entourant un objet ponctuel dont les dimensions sont encore inférieures au pouvoir séparateur obtenu. Ces enveloppes ont d'ailleurs la même orientation que les « filaments » sur la carte radio du VLA de Socorro et que les lobes de W 50. Cette nébulosité ne serait donc pas le résidu d'une explosion de supernova, comme on le pensa tout d'abord, mais une réserve de gaz alimentée par les deux faisceaux issus de SS 433.

Après un an et demi d'observations intensives, l'on cherche à expliquer cette mystérieuse formation céleste. Différents modèles sont proposés. Signalons tout d'abord que l'hypothèse d'un dédoublement des raies spectrales par « effet Zeeman », c'est-à-dire provoqué par un champ magnétique très intense, l'une des premières à avoir été envisagée, a dû être abandonnée ; dans ce cas, en effet, la lumière de l'astre serait alors polarisée circulairement, ce qui n'est pas le cas, comme l'ont montré des observations effectuées à l'Observatoire Steward. Il n'en reste pas moins, comme le fait remarquer avec humour l'astronome américain D. Overbye, qu'il y a pratiquement autant de modèles proposés que d'astrophysiciens travaillant sur le sujet...

Pour être complets, ces modèles doivent expliquer à la fois l'origine des « jets », la nature du corps central, l'émission d'un rayonnement X, la périodicité de 164 jours, la présence de la nébuleuse radio W 50 et quelques autres caractéristiques secondaires.

A l'heure actuelle, trois modèles se détachent nettement. L'un, proposé tout d'abord par M. Milgrom, astronome israélien de l'Institut Weizmann, est un modèle cinématique fondé sur un astre unique en rotation. L'autre, dit « modèle flash », est dû à une équipe d'astronomes de l'Université d'Ohio, aux Etats-Unis (Collins, Newson et Boyd) ; il implique l'existence d'une étoile à neutrons en orbite autour d'une étoile chaude. Le troisième, enfin, ou modèle d'accrétion, proposé par l'Américain Jonathan Katz, fait intervenir une étoile à neutrons ou un trou noir en orbite autour d'une naine blanche.

Il est bien évident que ces trois modèles de base peuvent être remis en cause, au moins partiellement, en fonction de nouvelles observations. Quoi qu'il en soit, il reste que SS 433 est le premier membre d'une nouvelle famille d'objets célestes, comme le furent en leur temps les pulsars et les quasars. L'étude de cet astre encore mystérieux avancerait sans doute d'un grand pas si l'on pouvait en dénicher de semblables en d'autres endroits du ciel. La chasse est ouverte.

**Pierre KOHLER ■**

**“MA BNP ME DONNE  
UN COUP DE MAIN  
POUR POURSUIVRE  
MES ETUDES”**

Renseignez-vous sur les Crédits-Etudiants BNP.



**BNP: DES SERVICES ET DES HOMMES POUR VOUS FACILITER LA VIE.**

## LES ANNEAUX

(suite de la page 34)

au-dessus du sommet des nuages, à 1 000 km près, la largeur étant de 8 700 km. Tout à fait à l'extérieur, existe semble-t-il une frange plus lumineuse, s'étalant sur quelque 800 km. Quant à l'épaisseur de cet anneau, elle est encore indéterminée, mais n'excède pas 30 km compte tenu de la « définition » des clichés ; sa valeur réelle est certainement très inférieure. La concentration des particules dans cette formation est au moins 100 000 fois plus faible que pour les anneaux de Saturne, ce qui explique qu'ils ne soient pas observables directement, tout comme les anneaux d'Uranus.

C'est l'occasion de rappeler, toutefois, que l'astronome américain Otto Struve en 1960, puis son collègue soviétique S. Vsekhziatsky en 1962, observèrent sur le disque de Jupiter une ligne sombre très mince dont la position variait suivant la direction du Soleil ; peut-être s'agissait-il de la première observation de cet anneau, ou du moins de son ombre. Mais ces observations ne reçurent pas en leur temps toute l'attention qu'elles méritaient.

Il en fut de même pour la remarque de deux autres chercheurs américains, Acuna et Ness, qui en 1976 proposèrent de mettre en corrélation une brusque chute de l'intensité des particules chargées dans l'environnement de Jupiter — enregistrée en décembre 1974 par la sonde spatiale Pioneer XI — avec la présence d'une ceinture de poussières en deçà de l'orbite d'Amalthée. Cette chute fut en effet significative, puisque l'intensité tomba au dixième de sa valeur initiale, les observations de Pioneer X, un an auparavant, ayant mis en évidence un phénomène semblable lors du passage près des gros satellites connus. En publiant leur interprétation, dans le « Journal of Geophysical Research », Acuna et Ness situèrent même cet anneau à 1,83 rayon jovien : or on sait aujourd'hui que sa bordure externe se place à 1,81 rayon ! On ne pouvait souhaiter meilleure confirmation.

Depuis sa découverte, l'anneau de Jupiter — qui semble unique, à la différence de ceux de Saturne ou d'Uranus — a pu être photographié depuis la Terre, à l'aide du télescope de 224 cm de l'observatoire d'Hawaï. Cet exploit a été réalisé dans la nuit du 10 au 11 mars 1979, c'est-à-dire moins d'une semaine après la révélation de « Voyager 1 », en utilisant un filtre infrarouge centré sur 2,2 microns de longueur d'onde. Dans ce domaine, en effet, se place la bande d'absorption du méthane, abondant au sein de l'atmosphère jovienne ; aussi le disque de la planète se trouve-t-il être fortement assombri, et l'utilisation d'un cache occultant permet alors de photographier l'anneau, lequel se révèle alors avoir un éclat inférieur de 10,4 magnitu-

des par rapport à celui de Saturne, soit un rapport de luminosité de l'ordre de 15 000 ! C'est dire que l'observation de l'anneau de Jupiter restera exceptionnelle.

Une étude générale des anneaux planétaires est maintenant possible puisqu'il s'en trouve autour d'au moins trois des quatre planètes géantes du système solaire. C'est ce qu'a fait R. Smoluchowski, du département d'astronomie de l'Université du Texas, à Austin. Ses conclusions, publiées en août 1979 dans la revue scientifique anglaise « Nature », méritent d'être résumées.

Elles montrent en effet que cette présence systématique d'anneaux autour des grosses planètes ne doit pas nous faire croire qu'il s'agit d'un processus-type. Chaque système possède en effet ses caractéristiques propres, si bien qu'ils ne sont pas comparables entre eux. Seul point commun : ils se placent tous en deçà de la fameuse « limite de Roche », distance critique qui délimite autour de chaque planète un « no man's land » sphérique dans lequel aucun satellite de taille appréciable ne peut subsister. Là, en effet, un corps céleste important se trouverait pris entre la force centrifuge et la force d'attraction ; il se désagrégerait. La limite de Roche est la frontière au-delà de laquelle une lune venue de l'extérieur se briserait inévitablement.

Cette limite varie avec la densité du satellite en question, mais se place en moyenne vers 2,4 fois le rayon de la planète-mère. Ainsi notre Lune se disloquerait-elle en une multitude de fragments si elle venait à orbiter à moins de 16 000 km de la Terre, tandis que les débris résultant de cette explosion s'étaleraient pour former un magnifique anneau qui éclairerait nos nuits d'une lumière permanente... Mais rassurons-nous : la Lune est à 25 fois cette distance critique et, au contraire, s'éloigne lentement de nous.

Dès lors, deux hypothèses se présentent pour expliquer la présence d'anneaux de particules autour de Jupiter, Saturne et Uranus : ou bien il s'agit d'un ou plusieurs satellites ayant commis l'imprudence de franchir la limite de Roche, ou bien nous nous trouvons en présence des déchets résultant de la formation de ces planètes et de leur cortège de satellites ; ces déchets n'auraient pas pu se grouper pour former un corps unique par suite de tensions gravitationnelles. Cette seconde possibilité est aujourd'hui considérée comme étant la bonne explication à la présence d'anneaux, puisqu'aucun corps tant soit peu important ne peut non plus se former en deçà de la limite de Roche. Il est d'ailleurs intéressant de noter que la même hypothèse est retenue pour expliquer l'anneau des astéroïdes autour du Soleil.

Il n'en reste pas moins, nous l'avons vu, que les anneaux des trois premières planètes géantes sont loin d'être comparables entre eux quant à leur nature. Les disques concentriques qui entourent Saturne sont en effet essentiellement

constitués de glace d'eau, comme nous l'avons vu, ce qui explique leur grand pouvoir réflecteur. Quant à leur taille moyenne, c'est à peu près celle de gravillons ou de cailloux.

Les anneaux d'Uranus ne sont au contraire que de minces filets de nature carbonacée, très sombres et pulvérulents, à moins qu'il ne s'agisse de filets gazeux renouvelés à chaque révolution par autant de mini-satellites en cours de « dégazage ».

Quant à l'anneau de Jupiter, il ne serait composé que de fines particules, également carbonacées, son existence n'étant peut-être que temporaire (quelques millions d'années).

Telles sont les premières conclusions que l'on peut tirer quant à l'origine et à la nature de ces étonnants anneaux. En ce qui concerne leur

### RÉPARTITION DES ANNEAUX D'URANUS

Nom	Distance observée (km)	Distance théorique (d'après action gravitationnelle des satellites)
Kappa	42 029	41 979
Iota	42 394	42 397
Thêta	42 660	42 676
Alpha *	44 835	44 878
Bêta *	45 788	45 833
Éta	47 290	47 288
Gamma *	47 732	47 742
Delta *	48 408	48 424
Epsilon *	50 848 ou 51 244	51 270

\* Premiers découverts (occultation du 10 mars 1977).

structure, il convient par ailleurs de remarquer qu'elle est essentiellement conditionnée par les résonances gravitationnelles dues aux satellites les plus proches ou les plus massifs.

Le phénomène avait déjà été noté pour les astéroïdes, répartis en ceintures concentriques avec des vides correspondant aux distances pour lesquelles la période de révolution est un sous-multiple de celle de Jupiter : notamment 1/2 (vide de Hécube) et 1/3 (vide de Hestia). Même constatation pour Saturne, dont la division de Cassini présente une commensurabilité de 1/2 avec la période orbitale du satellite Mimas, de 1/3 avec Encelade et de 1/4 avec Téthys... Leur action conjuguée fait qu'aucun corps ne peut durer dans cette zone.

Pour Uranus, le même phénomène se vérifie, les cinq satellites entourant la planète intervenant, deux à deux, pour structurer les neuf anneaux que nous connaissons maintenant. Mais il y a plus intéressant. Une étude de l'astronome anglais G. Steigman, du département des sciences planétaires de l'Université de Hull, montre

en effet que, pour certains « vides », notamment au-delà de l'anneau « bêta » et en deçà de l'anneau « delta », le satellite Miranda n'a pas de coéquipier. La conclusion de G. Steigman, au demeurant fort logique, est qu'il existe autour de la planète Uranus un sixième satellite encore inconnu. Ce satellite, dont l'astronome anglais a pu déterminer les caractéristiques orbitales, circulerait à une distance de 105 220 km, ce qui lui conférerait une période de 24,5827 heures. Cette autre lune d'Uranus serait donc plus proche encore que Miranda. Rien d'étonnant par conséquent à ce qu'elle n'ait pas encore été observée, son éclat probablement plus faible que celui de Miranda (30 % de moins d'après Steigman) et sa proximité du disque d'Uranus rendant sa recherche délicate.

Ce serait en tout cas une autre grande victoire de la mécanique céleste théorique — après la découverte de Neptune par Leverrier au siècle dernier — si l'avenir donnait raison à G. Steigman. Ce serait également une excellente « retombée » de l'observation des anneaux d'Uranus.

Et Neptune ? C'est évidemment la question qu'on ne manquera pas de se poser après avoir constaté que la planète de Leverrier, justement, reste la seule géante pour laquelle on n'ait pas encore noté la présence d'anneaux. Encore que...

Il est intéressant de signaler en effet une série d'observations fort peu connues de l'astronome anglais William Lassell (qui découvrit d'ailleurs Triton, l'un des satellites de cette planète), observant à Liverpool avec un télescope de 60 cm d'ouverture. Car, quelques jours seulement après que Bode, en Allemagne, eut repéré cette huitième planète d'après les indications de l'astronome français Leverrier, Lassell crut noter à plusieurs reprises la présence d'un anneau autour de cette nouvelle et lointaine planète ; il en fit notamment un dessin publié dans le n° 589 de « Astronomische Nachrichten » et son observation reçut quelque crédit à l'époque, puisque le « Times » publia l'information, et que James Challis, directeur de l'observatoire de Cambridge, la confirma. Mais l'un et l'autre ne virent rien, par contre, autour d'Uranus !

Pourtant, l'année suivante, en 1847, Lassell lui-même commença à douter de son observation. Pour l'instant, rien ne permet de penser que Neptune possède réellement un système d'anneaux, aucun autre observateur n'ayant fait état de cette possibilité.

S'ils existent, ils pourraient bien être détectés très bientôt, de la même façon que ceux d'Uranus. Le 10 février 1980, en effet, Neptune doit occulter une petite étoile de 12<sup>e</sup> magnitude, phénomène qui, l'on s'en doute, sera mis à profit par les astronomes. Quant à une observation directe, elle ne sera pas possible avant 1989, année du survol de la planète par la sonde « Voyager 2 ». Et à condition que celle-ci fonctionne toujours dans dix ans.

**Pierre KOHLER ■**

**Monsieur,  
soignez votre beauté.  
En douceur.**



**Mousse à raser Gillette GII  
Le produit de beauté pour homme.**

## INTERFÉRONS

(suite de la page 57)

- Dans le domaine de l'industrie minière, on peut déjà tenter de créer, comme le fait Inco, des bactéries présentant une affinité pour certains métaux, de même qu'il en existe déjà qui ont de l'affinité pour le nickel ou d'autres métaux ; cela faciliterait l'exploitation de gisements pauvres.
- Dans le domaine de l'industrie chimique, les procédés chimiques complexes actuels, nécessitant un équipement coûteux, pourraient être remplacés par des usines de bactéries ou de levures manipulées, fonctionnant en continu, à l'instar de la fermentation industrielle mise en œuvre par le Japon à grande échelle. Cette biosynthèse devrait être plus économique et moins polluante que la synthèse organique.
- Dans le domaine de l'industrie pharmaceutique, l'ingénierie génétique a déjà permis la fabrication d'insuline et d'hormones par les bactéries. La liste des substances que l'on peut ainsi obtenir, et que l'interféron vient d'enrichir, ne peut qu'être encore imaginée : on travaille actuellement à la réalisation bactérienne d'un vaccin contre l'hépatite (5), à celle d'un autre contre la grippe, contre les maladies tropicales... L'OMS a déjà pris contact avec Biogen pour étudier un vaccin contre le paludisme (dont

certaines souches se révèlent déjà résistantes à la chloroquine) et contre la bilharziose...

Agriculture, industrie alimentaire, alimentation des animaux, il n'est quasiment pas de domaine où l'ingénierie génétique ne permette d'espérer des raccourcis économiques. C'est un lieu commun désormais que les géants de l'industrie des décennies à venir seront des firmes d'ingénierie génétique. Des géants tout en finesse, avec peu de matériel et beaucoup d'idées.

C'était justement l'un de ces domaines où nous pouvions, où nous pouvons encore nous imposer et compenser le fait que nous n'avons pas de pétrole, par exemple ; l'interféron ne représente qu'un exemple de son intérêt et la découverte de Fauconnier et Ruffault démontre que ce n'est pas la matière grise qui manque.

Laissera-t-on longtemps l'étranger coloniser ce domaine ? Où lancerons-nous, en 1990, dix ans trop tard, un « Plan Génétique » qui sera le frère malheureux du « Plan Calcul » ?...

**Gerald MESSADIÉ** ■

Reportages et enquêtes  
Alexandre DOROZYNSKI  
Françoise HARROIS-MONIN  
Pierre ROSSION  
Jacqueline DENIS-LEMPEREUR

(5) Le segment proprement infectieux du virus semble très petit. Mais on a déjà partiellement identifié un segment plus important, antigène de surface et donc « portrait immunologique » du virus, à partir duquel on fabriquerait le vaccin.

**“AVEC NOTRE BNP  
NOUS AVONS PU  
RENOVER NOTRE  
APPARTEMENT”**

Renseignez-vous sur les Crédits Immobiliers BNP.



PH. BRICHS - T. 6337

**BNP: DES SERVICES ET DES HOMMES POUR VOUS FACILITER LA VIE.**

## DESSALEMENT

(suite de la page 102)

dans le monde de nombreux déserts situés en bordure de mer dans des régions bénéficiant d'un fort ensoleillement et dont le sol devient très fertile dès qu'il est irrigué. De tels sites existent en Iran, Arabie Saoudite, Egypte, Inde, Pakistan, Israël, Lybie, Koweït... Il n'est donc pas impossible que l'an 2000 voit la création d'usines gigantesques alimentées en énergie nucléaire de plusieurs milliers de mégawatts. L'eau dessalée produite serait utilisée pour l'irrigation des terres voisines pouvant assurer plusieurs récoltes annuelles. Le premier réacteur nucléaire couplé à une usine de dessalement est celui de Chevtchenko en URSS (NB 350). Cette possibilité d'utiliser l'énergie nucléaire pour le dessalement incite plusieurs pays à étudier les perspectives de développement. En France, le Commissariat à l'Energie Atomique (CEA), travaille ainsi depuis 1966 sur les différents procédés existants. (Centre expérimental de l'Arse-  
nal de Toulon.)

En ce qui concerne l'utilisation de l'énergie solaire, l'idée est déjà ancienne puisque expérimentée pour la première fois par l'ingénieur anglais Wilson en 1870. Depuis la crise de 1973, le succès des énergies douces a remis au goût du jour la distillation solaire dont le principe est simple mais n'offre hélas que peu d'intérêt à cause de sa faible productivité (4 à 5 litres d'eau douce par jour maximum pour les installations existantes).

Il faut bien le dire : le marché du dessalement est encore difficile à cerner. Ainsi, il n'existe aucun renseignement précis sur les ressources en eaux saumâtres et les besoins de consommation des pays intéressés...

En ce qui concerne la localisation des marchés, on peut noter que les pays pétroliers viennent en tête avec 53,6 % de la demande, puis les pays développés 32,3 %, les pays ayant axé leur économie sur le tourisme avec 9,4 % et enfin les pays en voie de développement avec seulement 4,7 %. On peut donc observer qu'en raison des investissements importants à consentir, et du coût élevé (distillation de l'eau de mer), la demande en eau dessalée se concentre pour l'heure presque exclusivement dans les pays producteurs de pétrole.

Cependant, des spécialistes s'accordent à dire que l'avenir de ce type d'énergie réside dans le couplage de générateurs solaires du type thermique, mécanique ou électrique avec les nouveaux procédés de dessalement à faible consommation d'énergie tels que l'osmose inverse ou la distillation multiple effet. Si, présentement, le dessalement coûte encore très cher et ne reste qu'à la portée de quelques pays privilégiés, une technologie d'avant-garde pourrait apporter l'espoir aux moins nantis.

**Yves OFFER** ■

## VIDÉO-CASSETTES

(suite de la page 137)

Il est bon de savoir que le Syndicat des Industries Electroniques de Reproduction et d'Enregistrement (S.I.E.R.E.) a pris une position qui est contre ce projet. En effet, la loi stipule que : « lorsque l'œuvre est divulguée, l'auteur ne peut interdire les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective ».

En ce qui concerne la « piraterie » le S.I.E.R.E. distingue deux notions fondamentalement différentes. 1) S'il s'agit de « certains affairistes étrangers sans scrupules qui n'hésitent pas à repiquer illégalement des cassettes diffusées par des éditeurs français, sans payer ni les droits de douane, ni TVA, ni redevances de toutes sortes, cette activité constitue un vol caractérisé et est justiciable de la juridiction pénale. Il est alors anormal que les ayant-droits soient indemnisés par le biais d'une redevance spéciale à l'achat de matériels grand public d'enregistrement et de supports magnétiques vierges. 2) Le terme de « piraterie » est par contre totalement impropre quand il s'agit de reproduction de disques ou d'enregistrements d'émissions radio ou télévisées par des particuliers pour leur usage personnel sans but commercial ».

Ceci étant réglé, nous nous devons de conclure que la vidéo-cassette préenregistrée ou enregistrée à domicile ne solutionne pas tout. En effet, une vidéothèque (ou cinémathèque) sera toujours moins exploitable, familièrement parlant, qu'une bonne audio-discothèque. Il est facile d'« entendre », à condition de ne pas être agressé. Il est déjà plus difficile d'« écouter » vraiment sans rien faire d'autre. Mais écouter et regarder le « petit écran » (voire même un téléprojecteur) peut rarement dépasser quelques heures... Et pourtant, à moyen terme on peut s'y préparer doucement : ARIANE est là. L'Europe pourra d'ici deux ans mettre elle-même sur orbite un satellite de télévision en standard PAL. A condition bien sûr, d'installer sur son toit une antenne spéciale et à condition de posséder un téléviseur bi-standard, pas de problèmes techniques pour le téléspectateur français. Et d'ici 1985, il devrait y avoir entre 10 et 25 satellites « spécial TV ». La France et l'Allemagne seraient, paraît-il, en avance sur tous les autres pays. Le son pourrait être diffusé en 4 langues et les émissions seraient reçues en France, Allemagne, Angleterre, Espagne, Suisse, Italie du Nord... De plus, en 1982, on devrait déjà trouver des combinés télé-magnétoscope-ordinateur domestique et téléphone pour 6 000 F !

Trouverons-nous encore le temps d'enregistrer à la maison des programmes télévisés de tous les pays du monde ou même d'acheter des films court ou long-métrage contenus dans des vidéo-cassettes ou sur des vidéodisques ?

**Alain BELZ** ■

HiFi 80:  
l'Europe relève la tête.

# Grundig fait faire à la HiFi

Chaîne classique.

Extra plate.



Avec la micro-électronique, Grundig vous fait bénéficier d'importants progrès technologiques.

Ses nouvelles chaînes extra-plates et ses micro-chaînes gagnent en technique ce qu'elles perdent en taille.

Jugez vous-même des performances. Admirez. Ecoutez.

Les extra-plates :  
L'équilibre du luxe et de la technique : l'amplificateur V 5000 : 2 x 100 W, eff.

Classe A. Equaliseur à quatre plages de fréquences : le meilleur réglage de tonalité.

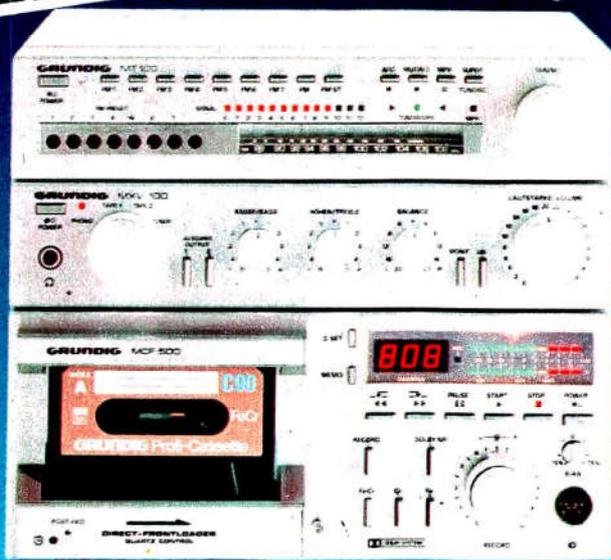
La platine-cassettes CF 5500 : générateur test incorporé : pour optimiser l'enregistrement quelle que soit la bande. Compteur électronique à mémoire. 3 têtes. 2 moteurs, régulation par quartz. Télécommande.

Le tuner T 5000 : synthétiseur de fréquences à micro-processeur, 30 stations pré-réglables, affichage digital des

# des progrès de taille.

ne classique.

Micro-chaîne. 27 cm



24 cm

fréquences, canaux, heures. Programmation sur 24 h.

#### Les micro-chaînes:

Une taille minuscule (24 x 27 cm) et un son majuscule (amplis de 2 x 25 et de 2 x 50 W, eff.). Des performances dignes des appareils les plus sophistiqués.

Platine-cassettes MCF 500: compteur électronique à mémoire. Deux moteurs à

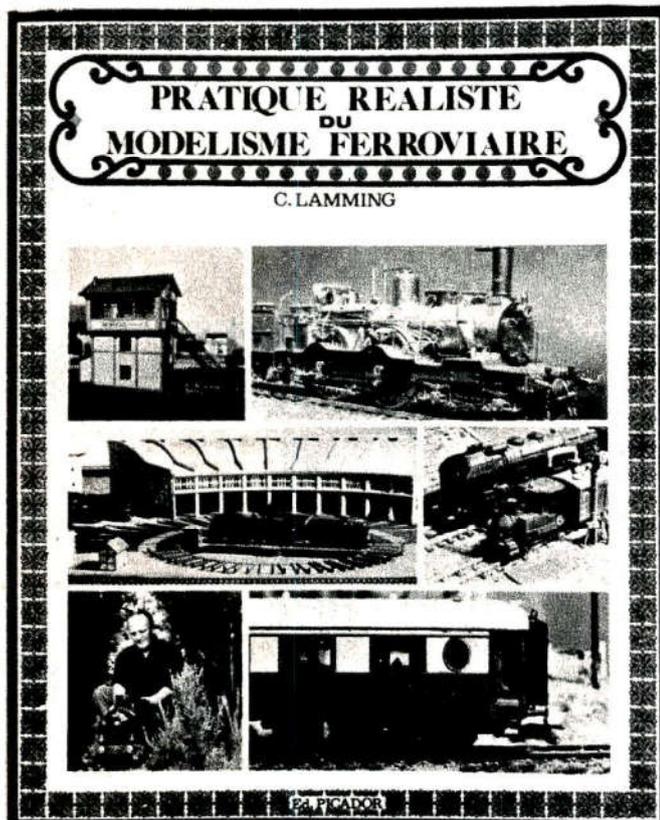
régulation par quartz. Télécommande à distance.

Le tuner MT 100: 7 stations FM pré-réglables. Des prix? A partir de 3.990 F pour un ensemble ampli-tuner 2 x 25 W, platine-cassettes, enceintes.

Extra-plates ou micro? Choisissez votre chaîne parmi les 20 éléments qui constituent la nouvelle gamme Grundig.

## Grundig, la sécurité d'un grand nom.

# GRUNDIG



Lamming C.

**PRATIQUE RÉALISTE  
DU MODÉLISME FERROVIAIRE**

*Voulez-vous tout savoir sur le modélisme de qualité ? Si oui, vous devez vous procurer ce livre clair et captivant.*

Jouets de jadis et maquettes d'aujourd'hui. Echelle et système. Alimentation et circuit. Le bloc système. Les accessoires électriques. Vrais et faux problèmes de place et de tracé. L'infrastructure du réseau. Pose et décoration de la voie. Le déraillement : ses causes et ses remèdes. Signaux et signalisation. Caténaires et pantographes. Bâtiments, ouvrages d'art et décoration. Et pour finir : le train lui-même. A vous de jouer. Pages pratiques (bibliographie, clubs, détaillants, marques).

**199 p., 21,5 x 27, 159 photos dont 62 en couleurs, 143 schémas, planches h.-t., 1979, 150,00 F (franco 168,00 F)**

Schlittler J.

**CHAMPIGNONS  
Tome I : Les champignons à lamelles**

Qu'est-ce qu'un champignon ? Champignons inférieurs et supérieurs. Structure et dissémination des champignons à lamelles. La forme. Le dessin des spores. Description des ordres, familles, genres et espèces.

**138 p., 21 x 29, relié, 66 planches couleurs, dessins, 1979, 165,00 F (franco 183,00 F)**

**Tome II : Les champignons sans lamelles**

Calendrier des champignons. Forêts, arbres et champignons. Les champignons et les couleurs. Les

champignons et leurs sosies. Points à observer lors de la cueillette. Les champignons, denrée alimentaire, et leur valeur nutritive. Description des ordres, familles, genres et espèces.

**136 p., 21 x 29, relié, 63 planches couleurs, dessins, 1979, 165,00 F (franco 183,00 F)  
Les 2 volumes franco : 352,00 F**

Guillon P.-M.

**COMMENT FAIRE BON MÉNAGE AVEC  
L'IMPOT**

Introduction. Comprendre l'impôt. L'imposition des revenus, son mécanisme. Calculer son revenu imposable et l'impôt correspondant. Les autres impôts des particuliers (droit d'enregistrement et de timbre, T.V.A., impôts locaux). Vivre avec l'impôt. Contacts et heurts avec l'Administration fiscale. L'entente fiscale. Annexes documentaires.

**190 p., 20,5 x 28,5, photos, 1979, 89,00 F (franco 106,00 F)**

Ronzani E.

**REALITÉS. PRÉJUGÉS ET HÉRÉSIES DE  
LA CHEMINÉE**

*« Cheminée sans défauts », ce livre technique vous évitera bien des erreurs.*

Introduction. La cheminée. Tirage. Les erreurs. Les préjugés. Les hérésies. Index alphabétiques.

**170 p., 14 x 20, 35 fig., 1978, 50,00 F (franco 60,00 F)**

Clément D.

**CYCLISME DE L'ÉCOLE A LA COMPÉTITION  
Route et Piste**

Introduction. Initiation cycliste et école de cyclisme. Préparation physique et musculation. Le matériel. La mécanique. L'entraînement routier. Le cyclisme sur route. Le cyclo-cross. Le cyclisme sur piste.

**477 p., 16 x 24, 336 photos, 145 fig., 1979, 80,00 F (franco 92,00 F)**

Capdefer A.

**FLEURS ET FEUILLAGES CONTEMPORAINS  
20 modèles (Ferrerie d'art Tome 8)**

**52 p., 31 x 29,5, schémas, 1979, 43,00 F (franco 51,00 F)  
RAPPEL : Tome 1, Portes d'entrée d'immeubles - Tome 2, Ramps d'escaliers - Tome 3, Balcons et balustrades - Tome 4, Portes et grilles d'intérieurs - Tome 5, Portails et grilles de clôtures - Tome 6, lustrerie - Tome 7, Ameublement - Chaque volume 43,00 F (franco 51,00 F)**

Menaud M., Zins L.

**NATATION SPORTIVE  
Technique, entraînement**

Introduction. Historique. La technique. Le crawl. La nage sur le dos. Le dauphin. La brasse. Les



# Apprenez un métier technique d'avenir

avec l'ECOLE TECHNIQUE MOYENNE ET SUPERIEURE DE PARIS  
**PAR CORRESPONDANCE**



avec  
**REGROUPEMENTS PÉRIODIQUES  
ET STAGES**

Des milliers d'emplois techniques d'avenir restent longtemps libres faute de spécialistes. Quelle que soit votre instruction et votre âge, ouvrez-vous la voie vers une situation assurée, en étudiant chez vous, à votre cadence, l'un des

## 40 PROGRAMMES

libres ou préparatoires à des  
**DIPLOMES D'ETAT**

dispensés par l'E.T.M.S. de Paris :

RADIO-H.I.F.I.	ELECTRONIQUE	FROID
TELEVISION	AUTOMATION	CHIMIE
ELECTRICITE	INFORMATIQUE	ETC... ETC...
MAGNETOSCOPE	AUTOMOBILE	

### FORMATION PERMANENTE

Inscriptions individuelles ou par employeurs  
**A TOUTE PERIODE DE L'ANNEE**

Documentation SV 79/2 sur demande à :



## ECOLE TECHNIQUE

Moyenne et Supérieure  
de Paris

Organisme privé régi par la loi du 12.7.1971 sous contrôle  
pédagogique de l'Etat

3, rue Thénard - 75240 PARIS Cedex 05  
Tél. 329.21.99 ++

Arma Conseil

#### BROCHURE GRATUITE SV 79/2

pour les demandes provenant des pays d'EUROPE.  
Pour l'étranger : joindre la valeur de 25 F français.

Nom et prénom .....

Adresse .....

Ville .....

BP .....

Technique envisagée .....

# NOUVEAUX DIPLOMES DE LANGUES pour la vie professionnelle

Tous ceux qui ont étudié une langue (anglais, allemand, italien, espagnol), quel que soit leur âge ou leur niveau d'instruction, ont intérêt à compléter leur qualification par une formation linguistique à usage professionnel. Celle-ci leur permettra de trouver un emploi d'avenir dans une des nombreuses firmes qui travaillent avec l'étranger ou d'accéder dans leur profession à des postes de responsabilité et donc, d'améliorer leur situation matérielle. Car c'est par la maîtrise des langues étrangères commerciales ou contemporaines et leur pratique dans la vie des affaires et les échanges internationaux, que **vous affirmerez votre valeur et vos aptitudes à la réussite.**

Ces qualifications sont sanctionnées par un des diplômes suivants :

— **Diplômes des Chambres de Commerce étrangères**, qui sont les compléments indispensables à toute formation pour accéder aux très nombreux emplois bilingues du monde des affaires.

— **Brevets de Technicien Supérieur Traducteur Commercial**, attestant une formation générale de spécialiste de la traduction et de l'interprétation.

— **Diplômes de l'Université de Cambridge (anglais) : Lower et Proficiency**, pour les carrières de l'information, du secrétariat d'encadrement, du tourisme, etc.

Ces examens, dont les diplômes sont de plus en plus appréciés par les entreprises parce qu'ils répondent à leur besoin de personnel compétent, ont lieu chaque année dans toute la France.

Langues et Affaires vous y prépare, chez vous, par correspondance, avec ses cours de tous niveaux. Formations de recyclage, accélérées, supérieures.

Département formation professionnelle continue à l'usage des salariés et des entreprises.

Ingénieurs, cadres, directeurs commerciaux, étudiants, secrétaires, représentants, comptables, techniciens, etc., sauront tirer profit de cette opportunité pour assurer leur promotion.

### GRATUIT

Documentation gratuite n° 2180 sur ces diplômes, leur préparation et les débouchés offerts, sur demande à Langues et Affaires (enseignement privé à distance), 35, rue Collange - 92303 Paris Levallois - Tél. 270.81.88.

A découper ou recopier

## B LANGUES ET AFFAIRES

(Etablissement privé d'enseignement à distance)

35, rue Collange, 92303 PARIS-LEVALLOIS

**ON** Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement  
votre documentation complète L.A. 2180.

NOM : M.....

ADRESSE : .....

.....

# 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 D. 848 : « L'art de la conversation et des relations humaines », (joindre 2 timbres pour frais) au

**COURS TECHNIQUE DE CONVERSATION**  
(Établissement privé d'enseignement à distance)  
35, rue Collange, 92303 Levallois, Tél. 270.73.63



## CONTROL DATA

Le constructeur mondial de super-ordinateurs, forme

### PROGRAMMEURS

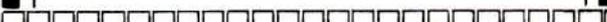
en 19 semaines à Paris et Marseille

### TECHNICIENS DE MAINTENANCE

en 26 semaines à Paris

### MODULES PREPARATOIRES AUX COURS INTENSIFS

Pour tous renseignements s'adresser à M. VATIN  
INSTITUT PRIVÉ CONTROL DATA  
19, rue Erard 75012 Paris - Tél. 340.17.30



M. VATIN veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement votre documentation sur l'Institut.

Nom ..... Prénom .....

Adresse .....

Code postal ..... Ville .....

## formation

## promotion

## reconversion

### L'ECOLE CHEZ SOI

#### ENSEIGNEMENT PRIVE A DISTANCE

fondée par Léon Eyrolles, met son expérience à la disposition de ceux qui souhaitent améliorer leur formation :

- en vue d'une promotion ou d'une reconversion dans un emploi du secteur privé,
- pour se préparer à un concours administratif.

✂ Veuillez m'envoyer gratuitement votre documentation concernant :

\* réf : (F) (T) (A) (CG) (D) (E) (B) (C) (DI)

Nom : .....

Adresse : .....

\* cocher la référence choisie

**ecs** L'ECOLE CHEZ SOI  
ENSEIGNEMENT PRIVE A DISTANCE  
1, RUE THENARD 75240 PARIS CEDEX 05  
Tél : 329.21.99

**F**

#### FONCTIONNAIRES

cadastre - emplois réservés - équipement génie rural - météorologie - h.l.m. - navigation aérienne - p.t.t. - services communaux - s.n.c.f...

**T**

#### TOPOGRAPHIE

cabinets de géomètre - entreprises

**A**

#### AUTOMOBILE

garages - expertise

**CG**

#### COMPTABILITE-GESTION

de l'aide comptable au DECS

**D**

#### DROIT

construction - urbanisme - capacité en droit

**E**

#### ELECTRICITE-ELECTRONIQUE

équipement - électromécanique - bureaux d'études

**B**

#### BATIMENT - T.P.

bureaux d'études - chantiers - métré

**C**

#### CULTURE GENERALE

français - maths - sciences physiques

**DI**

#### DESSIN INDUSTRIEL

dessin d'exécution - dessin petites études

**RECUPEREZ LA CHALEUR DE LA CHEMINEE**

Principe de fonctionnement



L'énergie d'une cheminée est considérable. Pour la récupérer et diffuser une douce chaleur aux quatre coins de la pièce, RICHARD LE DROFF a mis au point une gamme complète de récupérateurs de chaleur : plusieurs solutions adaptées à ce problème pour économiser l'énergie.

— Le Miratherm Richard Le Droff : invisible et silencieux, c'est un appareil puissant ; il peut pulser 200 m<sup>3</sup> à une température de sortie minimum de 30 à 40°. Avec un Miratherm en fonctionnement, la cheminée chauffera deux fois plus sans augmenter la consommation de bois.

— L'Avaloir-récupérateur Richard Le Droff : silencieux et économique, il fonctionne sans aucune énergie auxiliaire : sa puissance de chauffage équivaut à celle de 2 radiateurs électriques de 1000 W (température de sortie élevée : de 45 à 66°).

**LA NOUVELLE TIMEX QUARTZAIGUILLES 593 57**



Étanche, boîtier chromé, cadran marine avec jour et date, ring rouge et marine muni d'une lunette tournante fuseaux horaires, et d'une trotteuse, bracelet métallique réglable, c'est la nouvelle TIMEX Quartz à aiguilles. TIMEX PRECISION : 99,999.

**COGNAC**

GRANDE FINE CHAMPAGNE, depuis 1619, la famille Gourry récolte au domaine. Qualité rare pour connaisseurs. S.A.R.L. GOURRY DE CHADÉVILLE, 16130 SEGONZAC. Echantillon contre 5 timbres.

**APPRENEZ CHEZ**



**ASSIST. SECRETAIRE MEDECIN**

Devenez la collaboratrice du médecin et l'assistante dévouée des malades.



**AIDE MANIPULATEUR DE RADIOLOGIE**

Soyez un technicien dans un secteur à la pointe du progrès médical.



**INFIRMIERE**

Devenez la personne compétente et dévouée qui apporte soin et réconfort aux malades. Préparez l'examen d'entrée dans les écoles.



**INSTITUTRICE**

Si l'éducation des enfants vous passionne, préparez l'examen d'entrée dans les écoles normales.



**AIDE COMPTABLE**

Vous aimez les chiffres ? Devenez comptable : le métier le plus recherché par les petites-annonces (préparation au CAP d'employé de comptabilité).



**AGENT TECHN.-COMMERCIAL**

Vous aimez vaincre et convaincre ? Exercez une profession dynamique et indépendante dans le domaine de la vente.



**CAPACITE EN DROIT**

Sans le baccalauréat, préparez chez vous la capacité en droit. Nombreux débouchés dans le domaine juridique et fiscal.



**CHEF COMPTABLE**

Pour avoir un bon salaire, pour occuper un poste de confiance dans l'entreprise, préparez-vous au B.T.S. comptabilité.



**SECRETAIRE**

Vous êtes efficace, ordonnée ? Soyez la secrétaire sur qui l'on peut compter (multiples spécialisations).



**TRAD. COMMERCIAL (B.T.S.)**

Profitez de l'effort d'exportation fait par les entreprises françaises, pour devenir un spécialiste recherché.



**TECHNICIEN DU COMMERCE EXTERIEUR**

L'import-export : un métier sans frontières pour tous ceux qui sont attirés par le commerce et les langues étrangères.



**DESSINATEUR PUBLICITAIRE**

Tirez parti de vos dons en dessin et faites de votre passion un vrai métier.



**GRAPHOLOGUE**

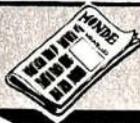
Si la psychologie vous passionne, apprenez un métier aux applications croissantes.



**CAP PHOTOGRAPHE**

Pour trouver une nouvelle façon de vous exprimer, dépassez le stade du simple amateur.

# VOUS LE METIER QUI VOUS PLAÎT



## REPORTER PHOTOGRAPHE

Un travail passionnant pour ceux qui veulent être au contact permanent avec l'actualité, les pays et les hommes.



## SOUS-INGENIEUR ELECTRONICIEN

Collaborez à la recherche passionnante de nouveaux appareils électroniques.



## TECHNICIEN ELECTRONICIEN

Travaillez à la conception et au montage des circuits électroniques.



## MONTEUR DEPANNEUR RADIO T.V.

Devenez le dépanneur compétent que l'on recherche et installez-vous à votre compte.



## TECHNICIEN RADIO TV

Participez à la création, la mise au point et le contrôle des radios et des téléviseurs.



## ELECTRICIEN

Travaillez dans un secteur clé, à l'avenir assuré.



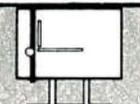
## TECHNICIEN EN TELEPHONIE

Si les télécommunications vous passionnent: participez à l'évolution permanente de ses techniques.



## TECHNICIEN EN AUTOMOBILE

Participez à la réalisation des prototypes, au contrôle des performances: autant d'expériences passionnantes que vous pourrez connaître en choisissant ce métier.



## DESSINATEUR EN BUREAU

D'ETUDES: Si pour vous, dessiner est un plaisir, faites en votre métier (nombreuses spécialisations).



## DESSINATEUR ASSISTANT D'ARCHITECTE

Soyez le collaborateur direct de l'Architecte: traduisez ses esquisses en véritables plans d'exécution.



## participez à la conception des MAISONS INDIVIDUELLES

Dessinateur en maisons individuelles  
 Dessinateur assistant d'architecte  
 Dessinateur calqueur en bâtiment

POSSIBILITE DE COMMENCER VOS ETUDES A TOUT MOMENT DE L'ANNEE.

## BON POUR RECEVOIR GRATUITEMENT

et sans aucun engagement de votre part la documentation complète sur le métier qui vous intéresse.

Nos documentations, conçues par des spécialistes de l'orientation, vous donneront des renseignements complets, non seulement sur le métier que vous avez choisi, mais aussi sur toutes les carrières ou examens officiels s'y rapportant. Vous y découvrirez aussi le programme de chaque étude, les conditions pour y accéder, les débouchés offerts, etc.

Avec l'accord de votre employeur, étude gratuite pour les bénéficiaires de la Formation Continue (Loi du 16 Juillet 1971).

**UNIECO FORMATION 4964, route de Neufchâtel - 76041 ROUEN Cedex**

Pour Canada, Suisse, Belgique: 21-26, quai de Longdoz - 4020 LIEGE - Pour TOM DOM et Afrique, documentation spéciale par avion



## GARDE-CHASSE

Travaillez au grand air, protégez la nature et les animaux.



## AGENT TECH. FORESTIER

Prép. concours Off. Nat. Forêts. Faites vivre les forêts en bénéficiant de la sécurité de l'emploi.



## SECRETARE ASSISTANT VETERINAIRE

Vous adorez les animaux? Alors soignez-les et vivez près d'eux.



## ELEVEUR DE CHEVAUX

Faites de votre passion un vrai métier dans un secteur en pleine expansion.



## ELEVEUR DE CHIENS

Rentabilisez un loisir, ou installez-vous rapidement à votre compte à peu de frais.



## DESSINATEUR PAYSAGISTE

Créez jardins et espaces verts pour embellir l'environnement.



## TECHNICIEN EN AGRONOMIE TROPICALE

Partez vivre sous le soleil en apprenant l'agronomie tropicale.



## OPERATEUR SUR ORDINATEUR

Veillez à la bonne marche de l'ordinateur et participez ainsi à une technique de pointe.



## PUPITREUR

Surveillez les tableaux de commandes et soyez le «pilote» de l'ordinateur.

196351  
032761  
355031

## L'INFORMATIQUE

Des métiers modernes et bien rémunérés  
 Programmeur  Opératrice de saisie  
 Perfo vérif.  Analyste programmeur  
 Préparation aux CAP, BP de L'INFORMATIQUE

Pour chaque métier cité nous préparons également à la plupart des CAP - BP - BTS correspondants.

UNIECO FORMATION groupement d'écoles spécialisées.

Etablissement privé d'enseignement par correspondance soumis au contrôle pédagogique de l'Etat.

Nom ..... Prénom .....

Rue .....

..... Code postal [ ][ ][ ][ ][ ]

Ville .....

Indiquez ci-dessous le métier qui vous intéresse .....

## BON DE COMMANDE à recopier

et à retourner à **SCIENCE ET VIE**

5, rue de la Baume - 75008 PARIS.

● Je désire recevoir ..... RELIURES au prix de 34 F les 2 exemplaires.

● Je vous joins la somme de ..... F par  
 chèque bancaire       Mandat poste  
 CCP 3 volets (sans indiquer de numéro de compte)

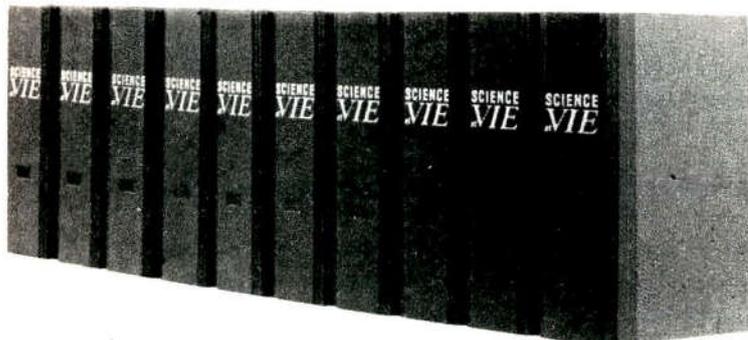
NOM \_\_\_\_\_

ADRESSE \_\_\_\_\_

CODE \_\_\_\_\_ VILLE \_\_\_\_\_



# LES RELIURES DE SCIENCE & VIE



### VOUS PERMETTRONT DE CONSERVER :

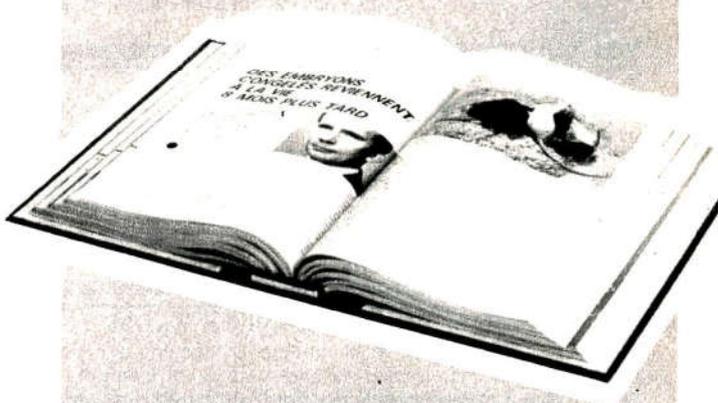
- VOS NUMEROS MENSUELS
- VOS NUMEROS HORS SERIE

**PRATIQUES :** vous réaliserez facilement le classement désiré.

**ROBUSTES :** la qualité des matériaux utilisés vous assure une protection efficace.

**ESTHETIQUES :** le rayonnage ainsi constitué sera digne de votre bibliothèque.

**CHAQUE RELIURE  
EST CONÇUE POUR  
CLASSER  
6 NUMEROS**



# 34 F

Franco  
SEULEMENT

LES

# 2

RELIURES

Prix  
coûtant  
pour les lecteurs  
de **SCIENCE ET VIE**

**LE PROCHAIN**

**SCIENCE**  
**VIE**  
*et*

**HORS - SÉRIE**

# **L'HOMME**

## **ET SON**

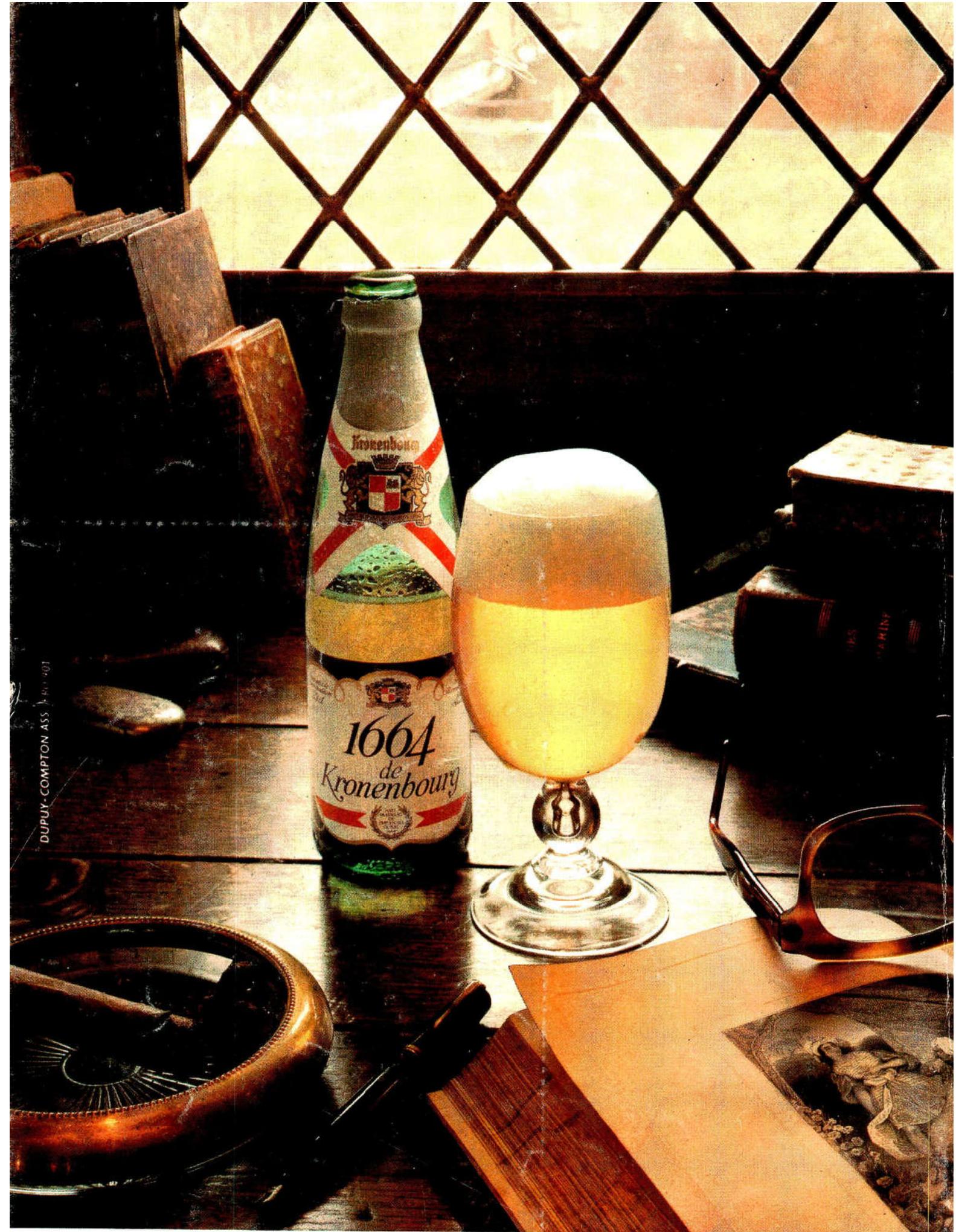
# **ALIMENTATION**

### **AU SOMMAIRE**

- **LE COMPORTEMENT ALIMENTAIRE**
- **SPORT ET RÉGIME**
- **LES BESOINS EN VITAMINES ET OLIGO-ÉLÉMENTS**
- **LES ÉQUILIBRES ALIMENTAIRES**
- **SURPOIDS ET OBÉSITÉS : MYTHES ET CURES MIRACLES**
- **LES CONTROLES : CE QUI RESTE A FAIRE**
- **LES ALLERGIES ALIMENTAIRES, etc.**

**PARUTION MARS 80**

**EN VENTE CHEZ TOUS LES MARCHANDS DE JOURNAUX**



DUPUY-COMPTON ASS. 401

Parfois il est bon de retrouver le goût de l'authentique. 1664 de Kronenbourg.