

# SCIENCE VIE

*Le microprocesseur  
contre la crise  
de la presse*

*Achetez  
votre compteur  
Geiger*

*Robot d'arrosage  
pour  
jardinier absent*

**DES  
ÉTOILES  
GÉANTES  
DANS LE CIEL**

**POUR ENFANTS ILLETTRÉS :  
OU CONTRE LA METHODE  
GLOBALE**

**2,50F**

° 802  
UISSE 4.50 FS  
ANADA \$ 2.50  
ELGIQUE 100 FB  
SPAGNE 300 P  
AROC 12.50H  
NISIE 1.25 DT  
BAN 15LL

ISSN 0036 8369



# LE TRAIN JOUE LES JUNIORS!



## AVEC LA CARTE JEUNE

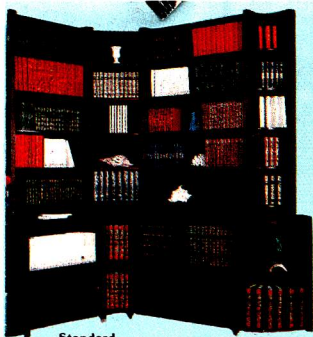
POUR 125 F<sup>(1)</sup>, PARTEZ ET PARTOUT EN FRANCE, À MOITIÉ PRIX, DE GAUCHE À DROITE, DE HAUT EN BAS, ET AUX QUATRE COINS DE L'HEXAGONE. PARTEZ EN TRAIN AVEC LA CARTE JEUNE. SI VOUS AVEZ DE 12 À MOINS DE 26 ANS, SAUTEZ DANS L'AVENTURE, GRIMPEZ DANS L'ÉVASION, VOYAGEZ DANS L'ESPACE ET DANS LES GRANDES LARGEURS. PARTOUT EN FRANCE, ET MÊME POUR NEWHAVEN, ÇA FAIT PARTIE DU CONTRAT COMME LA COUCHE GRATUITE ! AVEC LA CARTE JEUNE PASSEZ PARTOUT EN PÉRIODE BLEUE, DE JUIN À SEPTEMBRE, N'IMPORTE OÙ, LÀ OÙ ÇA VOUS CHANTE.

(1) AU 1/6/84.

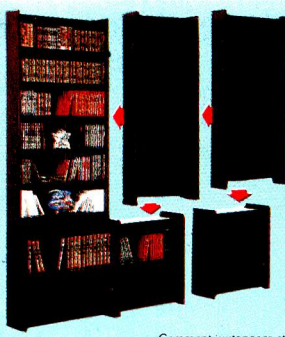
**SNCF**

LA VIE VOYAGE EN TRAIN

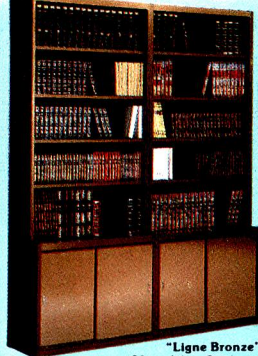




**Standard**  
200 modèles - 12 teintes ou essences



Comment juxtaposer et  
superposer nos modèles Standard par simple pose

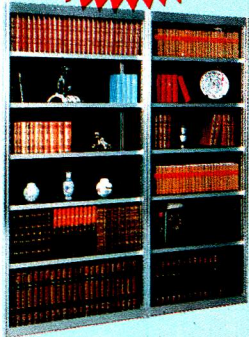


**"Ligne Bronze"**  
30 modèles - 3 coloris



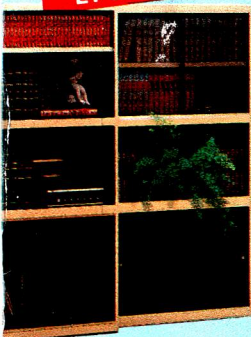
**Rustiques**  
46 modèles - 4 teintes ou essences

**CATALOGUE  
GRATUIT**



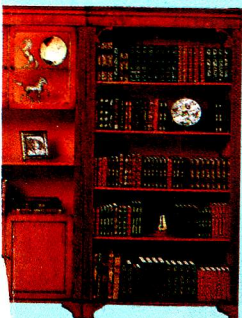
**Contemporaines**  
30 modèles - 4 coloris

**DOUZE LIGNES  
ET STYLES**



**"Ligne Or"**  
30 modèles - 6 coloris

**EXPÉDITIONS RAPIDES  
ET FRANCO  
DANS TOUTE LA FRANCE  
METROPOLITAINE**



**Anglaises**  
8 modèles  
3 teintes ou essences



**"Color In"**  
24 modèles - 4 couleurs  
de profils PVC interchangeables

## La maison des BIBLIOTHEQUES

PARIS • BRUXELLES • GENEVE • NEW-YORK • ROME

18 MAGASINS EN FRANCE

**Paris : 61, rue Froidevaux, 14e**

Magasins ouverts le lundi de 14h à 19h et du mardi au samedi inclus de 9h à 19h sans interruption  
Métro : Denfert-Rochereau - Gaîté - Edgar Quinet - Autobus : 28.38.58.68 - SNCF : Gare Montparnasse.

### BORDEAUX,

10, rue Bouffard.

tél. (56) 44.39.42

### CLERMONT-FERRAND,

22, rue G. Clemenceau.

tél. (73) 93.97.06

### DIJON,

100, rue Monge.

tél. (80) 45.02.45

### GRENOBLE,

59, rue St-Laurent.

tél. (76) 42.55.75

### LILLE,

88, rue Esquermoise.

tél. (20) 55.69.39

### LIMOGES,

57, rue Jules-Noriac.

tél. (55) 79.15.42

### LYON,

9, rue de la République.

(métro Hôtel-de-Ville  
Louis Pradel).

tél. (7) 828.38.51

### MARSEILLE,

109, rue Paradis

(métro Estrangin).

tél. (91) 37.60.54

### MONTPELLIER,

8, rue Sérane

(près Gare).

tél. (67) 58.19.32

### NANCY,

8, rue Saint-Michel

(rue piétonne  
près du Palais Ducal).

tél. (8) 332.84.84

### NANTES,

16, rue Gambetta

(près rue Coulmiers).

tél. (40) 74.59.35

### NICE,

8, rue de la Boucherie

(Vieille Ville).

tél. (93) 80.14.89

### PARIS,

61, rue Froidevaux 14<sup>e</sup>.

tél. (1) 320.13.00

### RENNES,

18, quai E. Zola

(près du Musée).

tél. (99) 30.26.77

### ROUEN,

43, rue des Charrettes.

tél. (35) 71.96.22

### STRASBOURG,

11, rue des Bouchers.

tél. (88) 36.73.78

### TOULOUSE,

1, rue des Trois-Renards

(près pl. St-Sernin).

tél. (61) 22.92.40

### TOURS,

5, rue H. Barbusse

(près des Halles).

tél. (47) 61.03.28

Ouverts du mardi au samedi inclus.

PLUS DE  
**450 MODÈLES** VITRÉS OU NON  
JUXTAPOSABLES • SUPERPOSABLES • DÉMONTABLES

Pour ranger et protéger tous vos livres...  
intégrer votre télévision, votre chaîne Hi-Fi...  
décorer votre intérieur  
**A DES PRIX IMBATTABLES!**

## CATALOGUE GRATUIT

en envoyant ce bon à :

**LA MAISON DES BIBLIOTHÈQUES**  
75680 PARIS CEDEX 14

Veuillez m'envoyer, sans engagement, votre catalogue en couleurs contenant tous les détails (hauteurs, largeurs, profondeurs, matériaux, teintes, contenances, etc.) sur tous vos modèles avec le tarif. SV 35

Nom \_\_\_\_\_

Prénom \_\_\_\_\_

N° \_\_\_\_\_ Rue \_\_\_\_\_

Bât. \_\_\_\_\_ Esc. \_\_\_\_\_ Tél. \_\_\_\_\_

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

Catalogue par téléphone : 24 h sur 24. Répondre automatique



**(1) 320.73.33**



Un de nos modèles  
Rustiques Louis XIII



**"Ligne Noire"**  
32 modèles - 6 coloris



Sous réserve d'acceptation du dossier par les organismes agréés.

**CRÉDITS\***



**"Chandor"**  
26 modèles

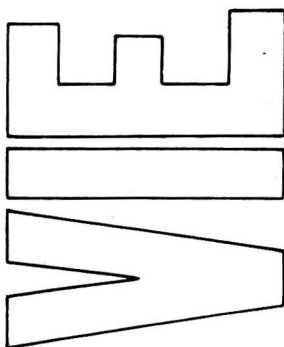
**53 TEINTES,  
ESSENCES OU COLORIS**



**"Frêne Color"**  
28 modèles - 4 coloris

**REPRISE EN CAS DE  
NON CONVENANCE**





**Sommaire**  
**Juillet 84**  
**N° 802**

Photo  
Anglo-Australian  
Telescope Board

---

**POURQUOI  
LES PETITS FRANÇAIS  
NE SAVENT PLUS LIRE**

**p. 10**  
par Anna Alter

---

● **TECTONIQUE DES PLAQUES :  
LA QUERELLE  
DES DÉRIVISTES  
ET DES ANTIDÉRIVISTES**

**p. 22**  
par Michel Rouzé

---

**ASTRONOMIE :  
LA VIE INTIME  
DES "SUPER-STARs"**

**p. 34**  
par Anna Alter

---

● **PHYSIQUE :  
SATURNE  
SE TAILLE  
LA PART DU ION**

**p. 40**  
par Hélène Guillemot

---

**LE PARFUM  
QUI FAIT MOUCHE**

**p. 50**  
par Pierre Rossion

---

**FORÊTS :  
DES MILLIONS  
DE RÉSINEUX  
MENACÉS  
CET ÉTÉ**

**p. 54**  
par Edgard Gärtner

---

**L'IMMUNITÉ  
A AUSSI  
SON GÈNE**

par Pierre Rossion

---

**CHRONIQUE DE LA RECHERCHE** **p. 59**  
dirigée par Gerald Messadié

---



**Gutenberg, revu et corrigé par le microprocesseur** p. 66  
par Richard Clavaud et Jean-Marie Charron

■ **Uranium : moins rare et moins cher** p. 76  
par Françoise Harrois-Monin

**La dernière malchance des Indiens navajos** p. 84  
par Françoise Harrois-Monin

**Espace : première usine orbitale dans dix ans, la France y sera** p. 86  
par Alexandre Dorozynski

■ **Armement : le missile tueur de missiles** p. 88  
par Sven Ortol

**Chronique de l'industrie** p. 91  
dirigée par Gérard Morice

**Des marchés à saisir** p. 96

Encart "les Exportunités de Science & Vie" pp. I-II  
Diffusion étranger

**LA VOITURE ÉLECTRIQUE EST PRÊTE** p. 98  
par Luc Augier

► **LES HORMONES VÉGÉTALES EXISTENT-ELLES ?** p. 100  
par Marie-Laure Moinet

**ROBOT D'ARROSAGE POUR JARDINIER EN VACANCES** p. 102  
par Jean-Claude Lamontagne

► **LES FAUSSES DENTS SONT RADIOACTIVES** p. 109  
par Jacqueline Denis-Lempereur

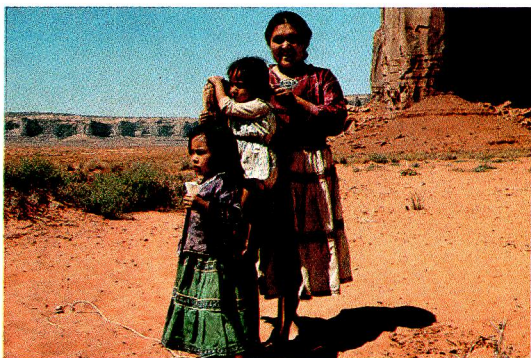
**INFORMATIQUE : CANDIDE PERSISTE AVEC MACWRITE** p. 116  
par Pierre Courbier

**JEUX VIDÉO : LA TROISIÈME GÉNÉRATION** p. 120  
par Henri-Pierre Penel

**LES JEUX** p. 124  
par Pierre Aroutcheff, Pierre Berloquin, André Costa, Daniel Ferro, Olivier Gutron, Pierre Kohler, Renaud de La Taille, Alain Ledoux et Henri-Pierre Penel

**SCIENCE & VIE A LU POUR VOUS** p. 141

**CHRONIQUE DE LA VIE PRATIQUE** p. 145  
dirigée par Elias Awad



Chez les Indiens navajos de Shiprock, dans l'Arizona, le nombre d'enfants mort-nés, d'arriérés mentaux et de victimes de malformations graves a été, de 1964 à 1974, sensiblement plus élevé que la moyenne nationale. Le coupable : les mines d'uranium et l'usine de traitement de la région.



Cette image au réalisme digne d'un film de science-fiction est une séquence d'un des jeux vidéo de la 3<sup>e</sup> génération, qui commencent à apparaître dans les cafés et les salles de jeux. Principaux responsables de cette amélioration spectaculaire : les processeurs vidéo et le vidéo disque.



**L**À-HAUT CÔTÉ **SCHWEPPING,**

**C'EST AUTRE CHOSE.**



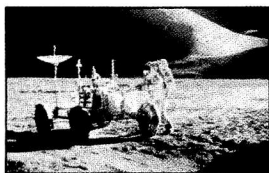






OFFRE  
ILLIMITÉE

## les DIAPPOSITIVES de la N.A.S.A.



### 10 SÉRIES DISPONIBLES AVEC COMMENTAIRES DES VUES. POUR PROJECTEUR STANDARD.

**D1 / APOLLO 11.** Les premiers hommes sur la lune, juillet 1969, série de 22 diapositives couleur: 109 F (port inclus).

**D2 / APOLLO 17\*.** Dernière mission lunaire, décembre 1972, utilisation de la jeep lunaire, série de 35 diapositives couleur: 139 F (port inclus).

\* Comprenant la photo de la terre la plus claire, jamais prise.

**D3 / JUPITER VOYAGER 1 ET 2.** La planète titanique de notre système solaire. Série de 31 diapositives couleur: 139 F (port inclus).

**D4 / SATURNE VOYAGER 1.** La planète la plus spectaculaire de notre système solaire, série de 18 diapositives couleur: 99 F (port inclus).

**D5 / COLUMBIA.** Le premier vol orbital du « camion de l'espace », série de 27 diapositives couleur: 119 F (port inclus).

**D6 / VIKING 1 ET 2 SUR MARS.** La mission américaine sur la planète rouge en 1976, série de 20 diapositives couleur: 99 F (port inclus).

**D7 / LE SOLEIL.** Les photos étonnantes de notre soleil prises par Skylab et les plus grands observatoires du monde, série de 20 diapositives couleur et noir et blanc: 99 F (port inclus).

**D8 / LES GALAXIES.** Un éventail coloré des différents types de galaxies peuplant notre univers, série de 20 diapositives couleur et noir et blanc: 99 F (port inclus).

**D9 / LES CONSTELLATIONS DU CIEL.** Comprenant les 12 constellations zodiacales, série de 20 diapositives: 99 F (port inclus).

**D10 / LES COLONIES SPATIALES DU FUTUR.** Série fiction décrivant les grands projets de colonisation humaine de l'espace, série de 20 diapositives couleur: 99 F (port inclus).

**LE LOT DE 10 SÉRIES : 1050 F seulement! (port inclus).**

"Délai de livraison : 3 semaines"  
et "envoi recommandé + 15,00 Frs"

**BON DE COMMANDE**  
à retourner accompagné  
de votre règlement à:  
**GALAXY CONTACT BP 26**  
**62101 CALAIS Cedex FRANCE**



Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Réf. de la commande \_\_\_\_\_

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

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

### Direction, Administration

Président : Jacques Dupuy  
Directeur général : Paul Dupuy  
Directeur adjoint : Jean-Pierre Beauvalet  
Directeur financier : Jacques Behar

### Rédaction

Rédacteur en chef : Philippe Cousin  
Rédacteur en chef adjoint : Gerald Messadié  
Chef des informations, rédacteur en chef adjoint : Jean-René Germain  
Rédacteur en chef adjoint : Gérard Morice  
Secrétaire général de rédaction : Elias Awad  
Secrétaire de rédaction : Dominique Laurent

### Rédacteurs

Michel Eberhardt  
Renaud de La Taille  
Alexandre Dorozynski  
Pierre Rossion  
Jacques Marsault  
Françoise Harrois-Monin  
Sven Ortoli  
Jacqueline Denis-Lempereur  
Marie-Laure Moinet  
Samuel de Cardailiac  
Anny de Laleu

### Illustration

Anne Lévy  
Photographe : Miltos Toscas

### Documentation

Catherine Montaron

### Maquette

Mise en page : Christine Van Daele  
Assistant : Lionel Croosson

### Correspondants

New York : Sheila Kraft  
115 East 9 Street  
New York - NY 10003 - USA  
Londres : Louis Bloncourt - 16, Marlborough Crescent  
London W4, 1 HF

### Services commerciaux

Marketing et développement : Patrick Springora  
Abonnements : Elizabeth Drouet  
assistée de Patricia Rosso  
Vente au numéro : Bernard Héraud  
assisté de Marie Cribier  
Opportunités : Ghislaine Dichy - poste 212

### Relations extérieures

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

### Publicité

Excelsior Publicité - Interdeco  
67 Champs-Élysées - 75008 Paris - Tél. 225 53 00  
Directrice du développement : Michèle Brandenburg  
Chefs de publicité : Donat Bernard  
et Christian de Dives



Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS  
Numéro de Commission paritaire : 57284

### À nos lecteurs

**BVP**

#### ● Courrier et renseignements des lecteurs :

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

#### ● Modalités de paiement

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

### À nos abonnés

Pour toute correspondance relative à votre abonnement, envoyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi. Changements d'adresse : veuillez joindre à votre correspondance 1,50 F en timbres-poste français ou règlement à votre convenance.

Les noms, prénoms et adresses de nos abonnés sont communiqués à nos services internes et aux organismes liés contractuellement avec SCIENCE & VIE sauf opposition motivée. Dans ce cas, la communication sera limitée au service de l'abonnement.

Les informations pourront faire l'objet d'un droit d'accès ou de rectification dans le cadre légal.

**Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.**

Copyright 1984 Science & Vie

Ce numéro de Science & Vie a été tiré à 444 500 exemplaires.



# ABONNEZ-VOUS A SCIENCE & VIE

**1 AN**  
**12 Numéros**  
**144 F**  
2 ans : 280 F

**1 AN / 12 Numéros**  
**+ 4 Hors Série**  
**202 F**  
2 ans : 388 F

## ETRANGER

**BENELUX** 1 an simple **970 FB** - 1 an couplé **1370 FB**

EXCELSIOR PUBLICATIONS B.P. N° 20 IXELLES 6  
1060 BRUXELLES

**CANADA** 1 an simple **35 \$ Can.** - 1 an couplé **50 \$**  
Can.  
PERIODICA Inc. C.P. 220 Ville Mont-Royal  
P.O. CANADA H3P 3C4.

**SUISSE** 1 an simple **54 FS** - 1 an couplé **78 FS**  
NAVILLE ET CIE, 5-7, rue Levrier  
1211 GENEVE 1.

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

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

## BULLETIN D'ABONNEMENT

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

Veuillez m'abonner pour :

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

Nom.....

Prénom.....

Adresse .....

Code postal.....

Ville.....

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

à l'ordre de SCIENCE & Vie  
Etranger : mandat international ou  
chèque compensable à Paris.

SV 802

## Découvrez le fantastique pouvoir de la Pensée Positive et tout vous réussira.

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

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

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

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

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

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

Institut Maurice OGIER - Service 862  
6 rue de la Plaine, 75020 Paris.

Maurice OGIER.

### GRATUIT : "La Pensée Positive"

Je désire recevoir gratuitement et par retour le livret traitant entre autre du fantastique pouvoir de la Pensée Positive.

Voici mon adresse : ☐ M. ☐ Mme ☐ Mlle

Nom .....

Prénom .....

N° ..... Rue .....

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

Age ..... Profession .....

A retourner à : Institut Maurice OGIER  
Service 862 - 6 rue de la Plaine, 75020 Paris.

284 - 92 b



# TOUT BLEU, TOUT FLAMME !

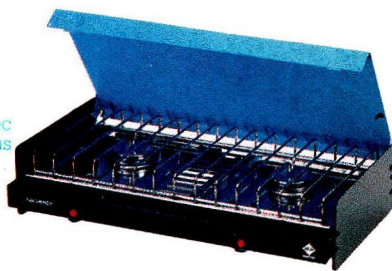




Vivez la vie en bleu, choisissez  
dans la gamme cuisson de Camping Gaz  
le bleu qui vous convient.

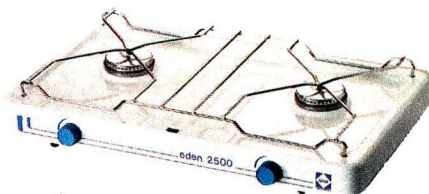
### Hacienda®

Spécialement étudiée pour le plein air : pare-vents latéraux et couvercle. Grille formant un large plan d'utilisation. Livré avec tuyau. Fonctionne avec les réservoirs bleus CAMPING GAZ : 904, 907 et bouteille 13 kg butane ou propane avec détendeur approprié.



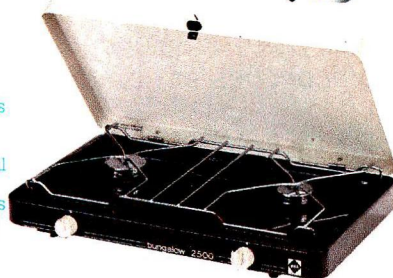
### Eden 2500

Un réchaud tous usages, pour le confort en plein air. Plateau émaillé blanc (label "Email France"), facile à entretenir. Livré avec tuyau. Dosseret vendu en accessoire. Fonctionne avec les réservoirs bleus CAMPING GAZ : 904, 907 et bouteille 13 kg butane ou propane avec détendeur approprié.



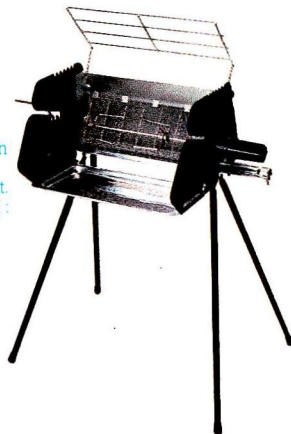
### Bungalow 2500

Le réchaud tout confort. Couleurs chaudes et harmonieuses ; il s'intègre parfaitement dans les cuisines, à la ville comme à la campagne. Plateau émaillé brun (label "Email France") et couvercle beige. Livré avec tuyau. Fonctionne avec les réservoirs bleus CAMPING GAZ : 904, 907 et bouteille 13 kg butane ou propane avec détendeur approprié.



### Grilladero®

Nouveau chez CAMPING GAZ : le barbecue grill-rôtissoire à position verticale. Rapide, il s'allume instantanément. Puissant (4.000 watts) il garantit des performances de cuisson excellentes. sûr, grâce à son fonctionnement au gaz, il est utilisable partout, sans graisses brûlées et sans fumée. Il se nettoie facilement. Fonctionne avec les réservoirs bleus CAMPING GAZ : 904, 907 et bouteille 13 kg butane ou propane avec détendeur approprié.



**CAMPING GAZ® INTERNATIONAL.**  
**LA VIE EN BLEU.**



# POURQUOI LES PETITS FRANÇAIS NE SAVENT PLUS LIRE

*À sa sortie de l'école primaire, un écolier sur quatre ne sait pas lire. Près d'un sur deux lit mal ou difficilement. La prédiction de McLuhan annonçant la mort de l'écrit au profit de l'audiovisuel est-elle en train de se réaliser ? Ou bien les méthodes d'apprentissage de la lecture actuellement en vigueur sont-elles responsables de ce que certains n'hésitent pas à qualifier de "catastrophe nationale" ? Science & Vie tente d'éclairer un débat obscurci par trop d'idées préconçues et trop de partis pris.*

● Il ne se passe pas de semaine que l'on ne déplore les carences de notre système éducatif. Il est vrai que la situation est alarmante. Des statistiques récentes révèlent qu'à l'arrivée en classe de sixième un enfant sur quatre ne sait ni lire ni écrire. Un grand nombre ne sont guère plus avancés, ànonnant avec peine et à haute voix. Au total, plus de 40 % des enfants âgés de 11 à 12 ans seraient des non-lecteurs.

Devant des résultats aussi catastrophiques, l'attitude la plus constante est de mettre en accusation les méthodes d'apprentissage de la lecture, et en particulier la méthode globale.

Véritable bouc émissaire responsable de tous les maux, la méthode globale n'est-elle pas un coupable commode qui masque un mal plus profond ? En l'incriminant, ne se trompe-t-on pas de cible ? C'est ce que nous allons voir au cours de cette étude — que nous entamons sans prétention et mènerons sans parti pris.

Mais, auparavant, voyons comment se pratique aujourd'hui l'apprentissage de la lecture. La maîtrise de la lecture est l'acquisition fondamentale du début de la scolarité. D'elle dépend tout l'avenir culturel de l'enfant, car c'est grâce à elle qu'il pourra engranger la plupart des autres connaissances. Aussi, devant la multiplication des échecs enregistrés dans le primaire, essaie-t-on actuellement de familiariser l'enfant avec l'écrit dès les classes maternelles. Certes, il n'est pas question d'apprendre à lire aux tout-petits, mais de les préparer à affronter le "choc" qu'ils ne manqueront pas d'éprouver lorsque débutera l'apprentissage proprement dit, à l'entrée à la "grande" école.

Cette préparation consiste à acclimater l'enfant à la chose écrite. On met à sa disposition des livres contenant beaucoup d'images, mais aussi du texte. Qu'importe qu'il ne puisse pas déchiffrer les mots, l'essentiel, c'est qu'il soit en contact avec eux. Dans le même esprit, on étiquette tous les objets. Sur les crayons est collé le mot "crayon", sur le pinceau, le mot "pinceau", etc. La plante verte elle-même est affublée de son petit écriteau, et chaque bambin est prié, à l'entrée de la classe, d'arborer un badge où figure son prénom.

De nombreuses activités font également intervenir la présence de l'écrit. Lors de la confection d'un gâteau, par exemple, on met sous les yeux de l'enfant le texte (simplifié) de la recette (voir page suivante). S'il veut connaître la signification des mots qui lui échappent, il peut consulter dans la classe un lexique sur lequel chaque vocable est expliqué par un dessin. Autre exercice d'initiation à l'écrit : la composition des menus. Grâce à des étiquettes et à des images, l'enfant dresse la liste des mets qu'il consomme à la cantine.

Si la nourriture tient une telle place dans ces activités d'éveil, ce n'est pas par hasard, mais parce qu'elle représente un des principaux centres d'intérêt des tout-petits. Déjà dans l'Antiquité, les érudits hébreux conseillaient aux parents de faire des gâteaux en forme de lettres : l'enfant devait identifier la lettre pour pouvoir déguster le gâteau. De même, pour lui faire reconnaître les mots, on les écrivait sur une ardoise avec du miel : quand il avait déchiffré le mot, il avait le droit de lécher le miel. De sorte que « les paroles de la loi étaient douces à ses lèvres », et que l'appétit du savoir découlait de l'appétit tout court.





Dans les maternelles d'aujourd'hui, il n'est pas question d'apprendre quoi que ce soit. Tout juste essaie-t-on de donner à l'enfant les capacités physiques et les dispositions psychiques qui lui permettront, lorsqu'il rentrera en cours préparatoire, d'entamer l'apprentissage de la lecture et de l'écriture dans les meilleures conditions. On s'occupe ainsi de développer son champ visuel, afin qu'il puisse plus tard correctement discerner ce qui est écrit sur le tableau ; on entraîne ses yeux à balayer une surface, en prévision du travail que ceux-ci auront à accomplir lorsqu'il leur faudra parcourir les lignes d'un livre ; on assouplit son poignet pour le préparer à l'écriture ; on lui enseigne à bien reconnaître la droite de la gauche, car on s'est aperçu que la latéralisation jouait un rôle important dans la lecture ; on affine la sensibilité de son oreille, afin qu'il ne perde rien des paroles du maître ; etc. En outre, chaque jour, on lui lit des histoires, dans le but de lui donner l'envie d'être capable de les lire lui-même. Car il ne suffit pas d'être en mesure d'apprendre la lecture, il faut également vouloir apprendre à lire !

Lorsque, à six ans, l'enfant quitte la maternelle, il est en principe "dégrossi" mentalement et prêt pour la grande aventure. Il est organisé temporellement et spatialement, autrement dit il sait distinguer l'avant de l'après, le haut du bas, le devant de l'arrière, l'hier du demain... Il est familiarisé avec les symboles de la vie quotidienne, les images, les mots, les signaux, les publicités... Bref, il est mûr pour explorer le monde de l'écrit.

L'apprentissage va débuter dès son entrée à l'école primaire. C'est à ce moment-là — et à ce moment-là seulement — qu'il va avoir affaire à l'une des

diverses méthodes de lecture.

En dépit des apparences, il n'en existe réellement que deux. Toutes deux cherchent à faire comprendre à l'enfant qu'il y a une correspondance entre les signes écrits (les graphèmes) et les sons du langage parlé (les phonèmes) — langage déjà partiellement connu des écoliers entrant en cours préparatoire. Mais, pour cela, l'une de ces méthodes part de l'étude des signes et des sons élémentaires, tandis que l'autre place directement le jeune apprenti devant les mots et les phrases. La première, c'est la méthode dite "traditionnelle", ou "syllabique", ou "synthétique", parce que, à partir d'éléments simples, les lettres, l'enfant est invité à reconstituer des structures complexes, les mots. La seconde, c'est la fameuse méthode "globale", dite aussi "analytique", parce que l'enfant doit décomposer les phrases en mots, les mots en syllabes et, finalement, les syllabes en lettres.

**La méthode synthétique** est la plus ancienne des deux méthodes. Elle est certainement aussi vieille que l'alphabet. Son principe est des plus simples : on enseigne d'abord le nom des lettres, on les fait reconnaître, puis on habitue l'enfant à les réunir, à formes des syllabes.

Diverses modifications ont été apportées à ce procédé, notamment au cours des cent dernières années. Ainsi, aux alentours de 1900, on a commencé à changer les dénominations des consonnes, en adoucissant leurs appellations. Le B est devenu le Be, le D le De, le K le Ke, le L le Le, le M le Me, etc. Le but recherché par cette innovation est de faciliter le passage de l'épellation à la syllabisation en diminuant au maximum la différence entre les deux opérations (la diversité d'appellation des lettres constitue parfois une gêne pour l'enfant, et induit des prononciations fautives lors des premiers essais d'assemblages).

Remarquons au passage que ce remodelage consonantique, bien qu'il ne date pas d'hier, surprend encore de nombreux parents, qui le prennent pour un apport discutable de la nouvelle pédagogie. Disons à leur décharge que cette innovation était peu pratiquée dans les écoles d'autrefois, alors qu'elle est courante aujourd'hui.

L'acquisition du seul nom de la lettre posant parfois des problèmes aux jeunes cerveaux, toute une série de "trucs" ont été proposés pour aider l'enfant à graver solidement l'alphabet dans sa mémoire. Ainsi, certains pédagogues préconisent d'associer à chaque lettre un mot du vocabulaire connu de l'enfant. D'autres suggèrent l'emploi de gestes, afin d'allier un souvenir moteur au souvenir mental. C'est le cas, en particulier, de Grosselin, dont la méthode phonomimique connut un grand succès au début de ce siècle. Son principe est d'accompagner l'émission de chacune des voyelles et des consonnes d'un geste correspondant à un objet ou à une situation dans lesquels apparaît le son en question. Ainsi, à la voyelle U, sera associé le geste du cocher qui fait claquer son fouet et crie "hue". Pour le R, l'enfant mimera le mouvement



tournant de la roue. Pour le S, il ondulera la main à la manière du serpent qui rampe, etc.

Mais ces divers procédés ne sont que des variantes ou des améliorations de la méthode synthétique. Ils ont tous la même finalité : apprendre d'abord à l'enfant le nom des lettres, et ce par le moyen le plus approprié, pour l'amener ensuite à déchiffrer les mots, puis les phrases.

**La méthode globale**, elle, procède d'une démarche diamétralement opposée. Elle a pour objectif d'apprendre à lire en abordant directement l'expression écrite dans sa globalité (phrases, mots), sans passer par l'étude préliminaire des signes et des sons. Contrairement à ce que l'on pourrait croire, ce mode d'apprentissage a, lui aussi, une longue histoire derrière lui. Selon certains auteurs, c'est Pascal lui-même qui en aurait eu l'idée et l'aurait soufflée aux messieurs de Port-Royal. Selon d'autres, c'est l'abbé Redonvillier qui, le premier, aurait entrevu cette nouvelle forme d'apprentissage, en 1768. Quoi qu'il en soit, une chose est certaine : c'est Nicolas Adam qui jeta véritablement les bases de la méthode globale dans un livre publié en 1787 et intitulé *La Vraie Manière d'apprendre une langue quelconque*.

« Il faut s'étonner, y écrivait-il, que l'on ait pris jusqu'ici le contre-pied de ce qu'il fallait faire pour enseigner à lire aux enfants. On les tourmente longtemps pour leur faire retenir un grand nombre de lettres, de syllabes et de sons où ils ne doivent rien comprendre parce que ces éléments ne portent aucun sens qui les attache ou les amuse (...). Éloignez d'eux les alphabets. Amusez-les avec des mots entiers à leur portée. Ils les retiendront avec plus de plaisir que lettres et syllabes. » Ainsi recommande-t-il d'inscrire « en beaux caractères » sur des morceaux de papier de forme différente des mots simples comme « papa » et « maman », puis de courtes phrases que l'enfant apprendra très vite à reconnaître. En cela, il est l'authentique précurseur des fameuses « étiquettes » si répandues dans les maternelles d'aujourd'hui.

Cependant les idées de Nicolas Adam furent longues à s'imposer. La tradition et les habitudes les reléguèrent au rang de curiosités, estimables certes, mais pas au point de les mettre en pratique. Ce n'est qu'au début du XX<sup>e</sup> siècle qu'un médecin belge, le Dr Decroly, donna une forme nouvelle et cohérente à la méthode globale.

Comme il se doit, la méthode Decroly a pour point de départ la phrase et non la lettre. Il importe avant tout que les enfants se rendent compte que ce qu'ils lisent a un sens. Ensuite, on leur apprend les mots par le procédé des étiquettes. Puis, à l'aide de ces mots qu'on laisse sous leurs yeux dans une partie du tableau, on en compose d'autres, que l'on fait lire au fur et à mesure qu'on les écrit. Enfin, on en arrive au déchiffrage lettre par lettre, que l'on retarde tant qu'il n'est pas souhaité par l'enfant.

Voilà, rapidement présentés, l'historique et les principes des deux méthodes que l'on a coutume d'opposer. Examinons-les maintenant de façon critique, et voyons quels sont leurs avantages et leurs inconvénients.

Le premier atout de la méthode synthétique, c'est sa simplicité, que résume bien l'expression courante : le B A - BA. L'enfant n'est, dans les premiers temps, confronté qu'à des éléments rudimentaires : ba, be, bi, bo, bu, et, en quelques leçons, il a fait le tour de toutes les graphies et de tous les sons de la langue usuelle. Cette simplicité fait aussi que cette méthode peut être pratiquée par n'importe quel maître, n'eût-il qu'une formation pédagogique minimale.

Le second atout de la méthode synthétique, c'est sa progressivité. Chaque leçon ne présente qu'un ou deux éléments nouveaux et s'appuie, pour le reste, sur ce qui est déjà connu. En outre, les graphies les plus courantes sont étudiées avant celles qui le sont moins, le R ou le T avant le J ou le Q, les voyelles avant les diptongues, les sons simples avant les sons complexes (oin, euil).

Enfin, la méthode synthétique est bien adaptée à l'apprentissage simultané de l'écriture. Là encore, sa simplicité et sa progressivité permettent de fragmenter et de doser la pratique de l'expression écrite, cette dernière s'appuyant toujours sur des éléments déjà connus par la lecture.

Venons-en aux défauts et aux faiblesses de cette méthode traditionnelle. Ceux-ci sont dénoncés depuis longtemps par les pédagogues — et pas seulement par les partisans de la méthode globale. En premier lieu, on reproche à la méthode synthétique d'être un système bâti par les adultes et qui ne convient pas forcément à des cerveaux d'enfants. Car si, à l'évidence, pour l'adulte, la lettre est plus simple que la syllabe, la syllabe que le mot, et le mot que la phrase, l'enfant, lui, n'est pas encore en mesure de saisir la logique de ce système. Pour lui, la lettre isolée est un signe sans signification, un gribouillis abstrait sans aucun pouvoir d'évocation. Bref, ce qui paraît simple à l'adulte est plutôt rebutant pour l'enfant. Résultat : l'apprentissage de la lecture est plus une corvée que l'on impose qu'une découverte qui captive. Certains pédagogues vont jusqu'à parler de « dressage didactique » (mais tout apprentissage ne comporte-il pas une part de dressage ? Un pianiste, par exemple, ne peut prétendre à une bonne vélocité sans exercices digitaux fastidieux et répétés).

La seconde accusation portée à l'encontre de la méthode synthétique est qu'elle ne tient pas compte de l'acquis mental de l'enfant. Alors qu'un petit écolier de six ans est tout à fait capable de soutenir avec ses parents ou ses copains une conversation animée et relativement organisée, le voici soudain contraint à l'école de psalmodier des na, ne, ni, no, nu, de débiter des «dada», des «bébé», des «nini», des «toto» et autres fadaïses, de régresser en somme à l'âge mental de la première enfance. Limités par l'arbitraire de la méthode, même les meilleurs syllabaires sont obligés d'en passer par des constructions aussi excitantes pour un esprit enfantin que : « L'âne têtû a tiré l'épi » ou « Papa a réparé ta petite ratière ».

Enfin, tous les adeptes de la participation active de l'enfant regrettent que la méthode synthétique



**Pour lui apprendre à lire, on met l'eau à la bouche de l'enfant. S'il ne peut déchiffrer la recette, page de droite, il dispose d'un lexique, page de gauche. (« Lecture en fête », méthode dite mixte de chez Hachette).**



28



#### Compote de pommes

Coupe les pommes en deux et encore en deux.  
Enlève la peau.  
Mets un peu d'eau dans une casserole.  
Mets les pommes et un peu de sucre.  
Fais cuire les pommes.  
Passe les pommes au moulin à légumes.

29

fasse si peu appel à son initiative, à son besoin d'exprimer ou de communiquer sa pensée personnelle. Forcé d'ingurgiter des assemblages de lettres dépourvus, du moins au début, de toute signification, il ne fait pas immédiatement la relation entre les signes écrits et le langage parlé, et son esprit subit passivement un enseignement qui semble tout à fait étranger aux "choses de la vie".

Passons maintenant à la méthode globale. Son premier avantage est de supprimer les inconvénients de la méthode synthétique. Ainsi l'enfant est confronté de prime abord avec des mots et des phrases qui ont un sens pour lui, qu'il formule souvent lui-même, et auxquels il s'intéresse. De ce fait, il participe plus activement aux leçons du maître ou de la maîtresse. D'autre part, s'appuyant sur l'expérience que l'enfant a déjà du langage, la méthode globale rend plus immédiatement sensible le parallélisme entre l'expression écrite et l'expression orale. L'enfant va passer du "dire" au "lire" en lisant comme il dit. Les mots ne sont plus à l'écrit anonnés et découpés en rondelles syllabiques comme dans la méthode traditionnelle, ils sont prononcés comme dans la vie de tous les jours.

Autre avantage de la méthode globale : elle est plus stimulante pour l'enfant. Celui-ci, découvrant avec surprise qu'il est capable de lire des mots et même des phrases, est aiguillonné par la rapidité des résultats. Il est comme le jeune cycliste qui s'aperçoit qu'il peut tenir tout seul sur son vélo et qui, dès lors, ne veut plus quitter sa selle.

Enfin, contrairement à une opinion largement répandue, la méthode globale est plus propice à l'acquisition d'une bonne orthographe que la méthode synthétique. En effet, s'appuyant sur la reconnaissance des mots, elle oblige l'enfant à les observer avec la plus grande attention et à les inscrire dans son cerveau. La méthode traditionnelle, en revanche, en découpant les mots en syllabes et en assimilant ces syllabes à des sons, ne dispose pas spécialement l'écolier à différencier les

graphies dont les sonorités sont identiques (pain et pin ; tant et temps ; etc.). Du reste, lorsque l'on apprend une langue étrangère, la meilleure manière d'en acquérir l'orthographe n'est-elle pas de photographier mentalement les mots en entier ? C'est ce que font naturellement tous les collégiens quand ils emmagasinent du vocabulaire anglais, allemand ou espagnol.

Cela dit, la méthode globale n'est pas non plus exempte de défauts. Tout d'abord, elle ne supporte pas la médiocrité. Ce n'est pas un défaut en soi, mais cela peut en devenir un lorsque, faute de compétence, elle est mal utilisée. La méthode globale exige en effet des enseignants à la fois une parfaite maîtrise de sa pratique et des efforts constants dans son application. Employée par des maîtres débutants qui ne l'ont pas assimilée ou par des suppléants qui ne sont pas motivés, elle peut causer des dégâts importants, entraîner des retards préjudiciables. Laissant beaucoup à l'initiative des éducateurs, elle requiert de leur part des qualités pédagogiques affirmées — malheureusement pas toujours évidentes.

Corrélativement, il a souvent été reproché à la méthode globale de mieux convenir aux enfants doués qu'à la moyenne des écoliers. Elle produirait ses meilleurs résultats au sein de groupes restreints et de niveau égalisé. Dans les classes trop chargées ou trop composites, elle laisserait à la traîne les élèves les moins éveillés.

Enfin, si, au début, avec la méthode globale, les progrès semblent plus rapides, il n'en serait pas de même par la suite, notamment lors de l'étape de l'analyse, où l'on passe de la reconnaissance globale des mots à l'étude des syllabes et des lettres. L'enfant, habitué à considérer la lecture un peu comme un jeu, ne serait pas préparé à l'effort que demande la décomposition et le déchiffrement syllabiques, opérations nécessaires pour le passage



à l'écriture.

Comme on le voit, la méthode globale n'a rien en soi qui la condamne définitivement, rien en tout cas qui justifie qu'elle soit systématiquement clouée au pilori. D'ailleurs, comme le disait non sans humour Georges Duhamel, « je ne sache pas de méthode qui soit capable d'empêcher un enfant d'apprendre à lire ».

De plus, les attaques dont la méthode globale fait aujourd'hui l'objet sont d'autant plus incompréhensibles qu'elle n'est plus employée comme méthode de base dans aucune école française. En fait, elle n'a jamais connu une extension considérable. Entre les deux guerres, elle a été appliquée par quelques institutrices... en classe maternelle ; et, même au moment de sa plus grande vogue, elle n'a jamais concerné plus de 5 % des apprentis lecteurs.

Les idées du Dr Decroly ont cependant porté quelques fruits. Elles ont séduit un grand nombre d'adeptes de la méthode synthétique, mais pas au point de les convertir : ils s'en sont simplement inspirés pour rajeunir leur procédé et corriger ce qu'il avait de trop aride et de trop rebutant. C'est ainsi que sont nées les méthodes dites "mixtes" ou "à point de départ global". Prétendant conjuguer ce qu'il y a de mieux dans la technique synthétique et la technique globale, elles se contentent le plus souvent de commencer l'apprentissage par la reconnaissance globale de quelques mots et de quelques phrases, pour revenir bien vite au processus traditionnel, à savoir l'étude des sons et des graphies. Ce sont, au mieux, des méthodes synthétiques "aménagées", pour employer un mot du vocabulaire contemporain. Mais cet aménagement a permis de les faire passer pour des nouveautés et de les présenter au public sous l'appellation flatteuse de méthodes "semi-globales".

Bien que le "semi" représente la célèbre proportion une alouette-un cheval, le "global" a jeté le trouble dans l'esprit des parents, qui appréhendent toujours les innovations pédagogiques (et, pour eux, est "innovation" suspecte tout ce qu'ils n'ont pas pratiqué dans leur enfance). Voilà pourquoi la plupart des adultes sont persuadés que l'on utilise aujourd'hui la méthode globale dans toutes les écoles de France, et qu'ils lui imputent l'ensemble des carences constatées à la fin du cycle primaire. Or, actuellement, il n'existe aucun manuel de méthode globale. Lorsque l'on connaît l'habileté des éditeurs à flairer le vent, il y a là plus qu'un signe ! Les manuels de lecture représentent un marché considérable, où l'on ne peut réussir en allant à contre-courant. Aussi, les éditeurs, plutôt que de trancher en faveur de l'une ou l'autre méthode, ont-ils délibérément opté pour les procédés mixtes. *Daniel et Valérie (ci-contre)*, manuel d'apprentissage mixte édité par Fernand Nathan, est un véritable best-seller : il a conquis environ 45 % du marché (près de 2 millions d'exemplaires vendus en 20 ans). Il y a quelques années, Hachette a lancé une méthode en deux tomes (page suivante) : le premier était, au choix, global ou synthétique ; le second était entièrement synthétique. Cette méthode à double entrée a également

remporté un vif succès. En revanche, Hatier a fait un "flop" avec son sablier, inspiré des méthodes d'avant-garde québécoises...

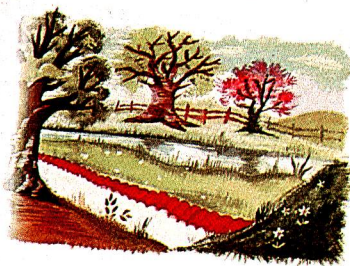
Car l'avant-garde aujourd'hui ne fait plus confiance aux livres. Elle préfère ce qu'elle appelle les "méthodes naturelles". Ce retour à la nature en matière d'apprentissage de la lecture consiste essentiellement à se passer du support des manuels, jugés "inadaptés" parce qu'ils ne tiennent pas compte de la personnalité des enfants ni de la diversité de leurs origines sociales et culturelles. La seule façon d'intéresser les jeunes écoliers à la lecture, c'est de partir de textes qui les concernent directement. En conséquence, les praticiens des méthodes naturelles demeurent constamment à l'écoute de leurs élèves. Plus de consigne de silence en classe, au contraire, car c'est en s'inspirant des bavardages des enfants que le maître va rédiger ses fiches de lecture. Tout fait l'affaire, pourvu que cela vienne de la bouche des écoliers : le gâteau au chocolat que la petite Marie a mangé la veille au soir, le manège sur lequel Frédéric est monté à la fête du village, la publicité pour la lessive Machin aperçue à la télévision, la nouvelle voiture que le père de Julien vient de s'acheter, etc. Le lendemain, la leçon portera automatiquement sur les gâteaux au chocolat (ou les manèges, ou la lessive, ou la voiture). Chaque élève recevra une fiche de lecture sur laquelle il trouvera une description circonstanciée de cette pâtisserie, et le maître en profitera pour introduire la lettre O qui apparaît deux fois dans "chocolat".

Les méthodes naturelles ont connu un certain succès en France après mai 68. Mais, tout comme le retour à la terre prôné à la même époque, elles sont en train, tout doucement, de passer de mode. Car elles demandent trop d'efforts aux instituteurs. Ceux-ci, en effet, au lieu de suivre tranquillement tel ou tel "livre du maître", sont obligés de prendre chaque jour des notes sur les conversations entendues en classe, et de photocopier chaque soir la fiche de lecture du lendemain. Tout cela, pour finalement ne rencontrer que la méfiance, voire l'hostilité des parents. Car l'absence de livre inquiète les parents : ils ne peuvent plus suivre la progression de leur enfant ; ils ne peuvent plus lui faire prendre de l'avance en anticipant sur les pages suivantes. Avec les fiches, ils ont l'impression d'être complètement sur la touche, tous les pouvoirs étant entre les mains des maîtres.

Mais, demanderez-vous, qui impose telle ou telle méthode ? Le directeur de l'école ? L'inspecteur départemental ? Le ministre ? Officiellement, chaque instituteur est libre de choisir la technique d'apprentissage qui lui convient le mieux. Le ministère de l'Éducation nationale autorise toutes les méthodes pourvu qu'elles donnent des résultats. Mais, en fait, l'instituteur se réfère le plus souvent à l'opinion de son inspecteur départemental. Si cet inspecteur a collaboré à un manuel (la plupart des manuels sont cosignés par un inspecteur), son choix se portera naturellement sur celui-là. Sinon, il décidera en fonction de ses convictions personnelles, des options de ses amis ou même de la publicité faite autour de tel procédé. Car, malheu-



"Daniel et Valérie"  
de chez  
Fernand Nathan,  
est un vrai  
best seller.  
Manuel mixte  
à départ  
global,  
il a conquis  
45 %  
du marché.



7 le pré est à côté de la ferme.

le pré est à côté de la ferme.

le pré le le  
la ferme la la l

le la lé li lê lo lu lè

la mule - le lit - une allée  
le lilas - daniel lit - valérie a lu

12

1. une allée de lilas mène dans le pré.
2. valérie a lu à côté de la ferme.
3. daniel lit près de l'écurie.
4. la chèvre bêle dans l'écurie.
5. bobo trotte dans l'allée de lilas.
6. la mule trotte avec daniel et bobo.

DICTÉE : lili, lulu, lola, lui.

... pour Conseils pédagogiques (Cher = 7 rue du Rocher - LIRE ET PARLER ...)



Indications pédagogiques :

- 1 et 2. séance — Étude des mots de la phrase ou de la lecture de texte global de départ
3. séance — Présentation de la lettre nouvelle
4. séance — Construction du tableau de lecture (Phonèmes composés avec des mots connus, syllabification et décodage guidé)
- 5 et 6. séance — Étude du texte de lecture
7. séance — Jeu de lecture

13

reusement, il ne dispose pas de critères objectifs pour se déterminer, aucune comparaison entre les différentes méthodes n'ayant été réalisée à ce jour, sous prétexte qu'elle porterait atteinte au libre choix des maîtres !

Certains enseignants peu conformistes, usant de leur bon droit, vont même jusqu'à développer leur propre méthode. Si bien que, dans une même école, on peut voir des cours préparatoires suivre sagement le livre de M. l'Inspecteur, et d'autres se passer de manuel pour pratiquer la méthode de M. l'Instituteur. Du côté des parents, c'est alors l'angoisse ! Ceux dont les enfants n'ont pas de livre s'estiment défavorisés, et font travailler leur progéniture le soir après l'école afin de lui faire rattraper d'hypothétiques retards. Les éditeurs, pour qui les méthodes naturelles, c'est-à-dire sans livre, sont une véritable calamité, ont su saisir au bond cette anxiété des parents : ils mettent à leur disposition tout un matériel pédagogique de soutien ou de complément. Tant et si bien qu'aujourd'hui le parascolaire est devenu un secteur en pleine expansion (il représente un tiers du chiffre d'affaires d'une maison comme Hachette).

Pour en finir avec les manuels, disons qu'eux aussi ont bien évolué. Ils tiennent compte désormais du "vécu" de l'enfant, de ses préoccupations et de ses goûts. Ils proposent en général un savant dosage entre quatre types de lectures :

- la lecture fiction, qui s'adresse à l'imaginaire ;
- la lecture documentaire, qui s'attache aux faits réels, et dont la vocation est informative (par exemple, comment vivent les petits Esquimaux) ;
- la lecture poétique (à base de rythme et de rimes) ;
- la lecture acte, qui débouche sur une application pratique (comment se laver les dents, comment réussir la glace à la vanille, etc.). Le but de la lecture acte est de montrer aux enfants que la lecture peut servir à quelque chose, qu'elle n'est ni un passe-temps ni un exercice gratuit, mais une

activité aussi utile que la parole. On espère ainsi leur prouver qu'ils ont intérêt à savoir lire.

Résumons-nous : la méthode globale, telle qu'elle est actuellement pratiquée en France, est si peu globale qu'elle ne saurait être tenue pour responsable de tous les maux dont on l'accuse. La méthode purement synthétique, là où elle est encore en vigueur, ne donne pas de résultats sensiblement meilleurs. Quant aux méthodes naturelles, aujourd'hui en déclin, elles ne sont pas moins efficaces que les autres. D'autres part, les manuels d'apprentissage sont plutôt mieux faits qu'autrefois. Alors, pourquoi tous ces échecs ? Pourquoi cette situation déplorable à l'entrée en sixième ? Pourquoi 40 % des garçonnets et des fillettes sont-ils des non-lecteurs ?

Prenons d'abord l'avis d'un spécialiste, M. Foucambert, chercheur à l'Institut national de pédagogie de Paris et inspecteur de l'enseignement primaire : « Parce que, quelle que soit la méthode utilisée, certains enfants apprennent à lire et d'autres pas. Environ 30 % d'entre eux seront de bons lecteurs, et cela en dépit de ce qu'ils auront fait à l'école. Car, en matière de lecture, les éléments déterminants sont le milieu familial, les pratiques de lecture de l'environnement, et non les méthodes. On devient bon lecteur en fonction de ce que l'on vit dans son environnement socio-culturel. En revanche, si, dans son milieu familial, on ne trouve pas de conditions favorables, l'école ne pourra que vous alphabétiser, vous apprendre à utiliser l'écrit sans pour autant faire de vous un lecteur. Elle vous dotera en quelque sorte d'un mécanisme de remplacement : le déchiffrage. Je m'explique. Dans les langues occidentales, les mots sont composés de lettres. Mais on peut aussi les regarder comme les Chinois regardent leurs idéogrammes, c'est-à-dire comme un tout dont on comprend immédiatement le sens. C'est ainsi que procède le vrai lecteur. Cependant, si l'on n'a pas



acquis cette technique, on peut quand même se débrouiller avec l'écrit en utilisant un système de remplacement relativement rudimentaire : le déchiffrement lettre après lettre. »

Pour M. Foucambert, l'alternative est donc la suivante : ou bien l'enfant bénéficie de conditions favorables et il devient lecteur ; ou bien l'école ne lui apprendra qu'à déchiffrer. « Il en va de même pour les langues étrangères, poursuit-il. Si vous avez longtemps vécu à l'étranger, ou si, dans votre famille, on parle indifféremment deux langues, vous avez toutes les chances d'être parfaitement bilingue. En revanche, si vous n'avez pas bénéficié de conditions socio-familiales propices à la maîtrise de deux langues, vous ne serez jamais vraiment bilingue. Tout au plus, au collège et au lycée, vous aura-t-on appris à vous débrouiller sommairement avec une autre langue. Vous serez capable de commander un café ou de demander votre chemin, mais vous ne pourrez pas soutenir une conversation sérieuse ni suivre une conférence. De plus, il ne vous viendra jamais à l'idée de prendre un livre écrit dans cette langue pour vous distraire le soir après le travail. Cela vous demanderait un trop gros effort. Eh bien, c'est là même chose pour la lecture ! »

De même que la parole est un langage pour l'oreille, la lecture, selon M. Foucambert, est un langage pour l'œil. Pour le vrai lecteur, le chemin entre le mot écrit et le sens est direct et ne passe par aucune formulation orale ; par contre, le sujet simplement alphabétique transite par l'oral, puisqu'il lui faut prononcer mentalement le mot pour en comprendre le sens. Certes tous deux parviennent au même résultat, mais le second y met plus de temps, et plus de peine. L'idéal est donc de saisir immédiatement le sens du mot écrit, de la même façon que le bilingue comprend immédiatement le sens du mot qu'il entend, sans être obligé de le traduire mentalement.

Est-à-dire que M. Foucambert se rallie aux théoriciens de la méthode globale et de l'apprentissage par la reconnaissance directe des mots ? Pas exactement, car, pour lui, on n'apprend pas à lire, on peut seulement créer des conditions favorables à la lecture. « Apprend-on à parler à un enfant ? demande-t-il. Non, celui-ci apprend de lui-même. Avant trois ans, il n'arrête pas de se tromper sur le sens des mots qu'il entend. Il anticipe et leur donne intuitivement une signification qui n'est pas forcément la bonne. Mais, par réajustements successifs, ses parents l'amènent petit à petit à en saisir la véritable acception. Chaque mot que l'enfant comprend a une histoire qui est liée à sa propre histoire, avec un sens qui a évolué, s'est affiné et ajusté... »

Selon M. Foucambert, la compréhension du langage écrit devrait procéder d'une démarche similaire. L'enfant devrait découvrir de lui-même le sens des mots qu'il voit, en faisant les mêmes approximations successives que lorsqu'il apprenait à parler. Par exemple, voyant le mot "navire", et associant instinctivement son graphisme à un contexte où il l'a déjà rencontré, il pourra prononcer "bateau". Il ne faudra pas s'en formaliser,

l'essentiel étant qu'il ait perçu qu'il s'agissait d'une construction flottante. Plus tard, il fera la différence et énoncera le mot juste. Certes, ainsi conçue, la maîtrise de l'écrit sera un travail de longue haleine ; mais c'est à ce prix seulement que l'on obtiendra ce que M. Foucambert appelle des "bilingues en lecture". Soumis à un apprentissage, l'enfant ira plus vite, mais il ne sera alors qu'un "déchiffreur" plus ou moins habile.

Conclusion de M. Foucambert : gardons-nous de contrarier l'évolution "naturelle" des enfants en leur imposant un apprentissage, quel qu'il soit ; contentons-nous de les mettre en présence d'une très grande variété d'écrits, de les faire littéralement baigner dans l'écriture, aussi bien à la maternelle que dans le primaire. Bref, recréons dans les écoles les conditions socio-culturelles dont bénéficient les 30 % d'enfants qui deviennent de bons lecteurs. Ainsi tous les enfants deviendront de bons lecteurs.

Le programme est séduisant, mais est-il réaliste ? On peut en douter. D'ailleurs, la "méthode Foucambert" (ou plutôt la négation de toute méthode d'apprentissage) est vivement contestée. Certains accusent ce nouveau courant pédagogique d'avoir semé la pagaille dans l'Éducation nationale et d'être à l'origine des résultats déplorables qu'ont révélés les dernières statistiques. Là encore, la critique est outrancière, ledit courant demeurant tout à fait marginal. À peine deux cents instituteurs se réclament de M. Foucambert et tentent de mettre en pratique ses idées. Leurs élèves représentent moins de 5 % des enfants du primaire. On ne peut donc pas imputer au non-apprentissage les 40 % d'enfants non lecteurs arrivant en sixième.

Alors, à qui la faute ? La réponse est double.

● Tout d'abord, on se trompe lourdement en croyant qu'il y a eu un "âge d'or" de la lecture, par rapport auquel nous serions retombés à l'âge de pierre. Les parents, en particulier, qui proclament si volontiers que "de leur temps" les choses allaient beaucoup mieux, se fourvoient complètement. Car, "de leur temps", c'est-à-dire il y a vingt ou trente ans, 30 % seulement des élèves du primaire entraient en sixième. Comme c'étaient généralement les meilleurs, ils savaient tous lire. Les autres continuaient à vailler que vailler jusqu'au certificat d'études, le passaient ou ne le passaient pas, et de toute façon quittaient les bancs de l'école sans que l'on ait pris soin de dénombrier statistiquement ceux qui savaient lire et ceux qui ne savaient pas. Aujourd'hui, tous les enfants entrent en sixième, et les non-lecteurs sont automatiquement repérés. Ils ne sont certainement pas plus nombreux qu'autrefois ; ils sont seulement plus "visibles".

Aussi, plutôt que de débattre des mérites respectifs des diverses méthodes (qui, en gros, se valent) plutôt que de les opposer de façon partisane, voire politique (la méthode globale est censée être "de gauche", et la méthode synthétique "de droite" !), devrait-on se demander pourquoi, à l'aube du XXI<sup>e</sup> siècle, dans un pays civilisé de longue date, un service public aussi considérable que l'Éducation nationale ne parvient toujours pas à apprendre à lire à tous les jeunes écoliers. Car, s'il y a





• le bébé

• le bol

• la robe

ba - be - bi - bo - bu - bui  
ab - ib - ob - ub  
bra - bre - bri - bro - brui  
bla - ble - bli  
blo - blu - blé  
bal - bil - bol - bul  
bar - bir - bor - bur



b é b é

il a bu, le baba, le bébé,  
la bru, le bra, le bro,  
la brebi, libre, le bui,  
l'abri, brûlé, le brui,  
le blé, la buée, obéir,  
le bar, le bal, le bol,  
le bor, la barbe, l'arbre.

1. voici bébé.  
voici le bébé.

2. bébé a le bras brûlé.  
il a le bras brûlé.

3. maman!  
gilberte a brûlé bébé.

4. bébé obéit à gilberte.  
il obéit à gilberte.



1. qui a brûlé bébé?  
2. à qui obéit bébé?

le bébé, un bébé,  
gilberte a un bébé.  
bébé a un lit.  
cécile a un bol.  
georges a un broc.



1. qui a un bébé?  
2. qui a un bol?  
3. qui a un lit?

bra - bor - bré - bal - bre  
bla - bar - blé - bir - ble  
bal, blé, bar, bru, bol,  
bra, bor, bro, l'or,  
libre, barbe, brûlé, arbre,  
abri, barbu, brebi, obéir.

bébé a un bol

11



• gilberte a une robe rouge. son bébé a un bol.

ba-be-bi-bo-bu-bui  
ab-eb-ib-ob-ub

bra-bre-bri-bro-bra-brui  
bla-ble-bli-blo-blu-blé  
bal-bel-bil-bol-bul  
bar-ber-bir-bor-bur.

le bel abri, le bel arbre.



b é b é

il a bu, le baba, le bébé,  
la brebi, l'abri, brûlé,  
la bru, le bra, le bro,  
le blé, la buée, obéir, le bui,  
le bar, le bal, le bol, bel,  
le bor, la barbe, l'arbre, le brui.

cécile vient chez grand-maman.

1. chez grand-maman,  
cécile est libre :  
elle lit, elle rit,  
elle joue à la balle,  
elle joue avec son bébé,  
avec son chien.

2. comme cécile obéit bien,  
grand-maman lui dit :  
« voici un baba. »

1. où est cécile?  
2. chez grand-maman, cécile...  
elle... elle...



1. gilberte a un bébé.  
bébé a un lit et un bol.  
bébé obéit à gilberte.

2. bébé a le bras brûlé :  
c'est gilberte  
qui a brûlé son bébé.

1. qui a un bébé?  
2. qui a brûlé son bébé?



bra - bor - bré - bel - bre  
bla - bar - blé - bér - ble  
bal, blé, bel, bru, bol,  
bra, bord, bro, l'or,  
libre, barbe, brûlé, arbre,  
abri, barbu, brebi, obéir.

gilberte joue avec son bébé.

25

**Lancées simultanément  
par Hachette, au choix du client :**  
**la méthode synthétique (en haut) et la méthode globale (en bas).**

faillite, ce n'est pas celle d'une méthode, mais celle de tout un système.

● Le second point de la réponse nous est soufflé par un vieil inspecteur de l'enseignement primaire et un prix Nobel. L'inspecteur, c'est M. Georges Bouquet, qui, dans un petit ouvrage, *L'Apprentissage de la lecture* (1), écrit : « Une méthode excellente en soi devient inopérante si elle est maniée par un praticien non pas seulement inexpérimenté, ce qui est courant, mais, plus encore, dépourvu de cet ascendant, de ce mordant, de ce fluide qui assure à l'adulte une prise sur les enfants. »

Le prix Nobel, c'est le Pr Alfred Kastler. Préfaçant récemment un livre sur lequel nous allons revenir, *Vaincre la dyslexie*, il conclut : « Apprendre à lire aux tout jeunes enfants est une tâche pédagogique fondamentale. Trop souvent cette

fonction essentielle est confiée à des débutants ou à des enseignants sans formation pédagogique suffisante, à des maîtres qui trop souvent — surtout dans notre pays — cherchent à dégager une élite et s'occuper trop exclusivement de cette "élite" au lieu de chercher à entraîner la masse de la classe. Apprendre à lire à des enfants est une des tâches pédagogiques les plus délicates et les plus difficiles ; elle demande des maîtres expérimentés, sélectionnés, ayant été entraînés par une formation pédagogique approfondie. Un effort certain s'impose. Ceux qui ont la responsabilité de notre système d'éducation doivent en être conscients. »

Alors, plutôt qu'une question de méthode, n'est-ce pas une question d'hommes ? De recrutement

(1) Librairie Armand Colin.



et de formation des maîtres ? La pédagogie, surtout celle qui s'applique aux jeunes enfants, est une profession très difficile, presque une profession de foi. Elle compte d'admirables représentants, d'excellents enseignants, mais elle ne s'accommode pas de l'amateurisme. Les enfants non lecteurs sont moins les victimes de telle ou telle méthode que celles d'un apprentissage mal dispensé parce que mal maîtrisé.

Ce problème de la compétence du personnel enseignant est particulièrement critique avec les enfants dyslexiques. Qu'est-ce que la dyslexie ? C'est au siècle dernier que ce terme a été introduit dans le vocabulaire neurologique pour désigner la difficulté de lire et la distinguer de l'alexie, ou incapacité totale de reconnaître les mots écrits ou imprimés. La définition actuelle la plus pertinente de la dyslexie est celle que donne le P<sup>r</sup> Debray-Ritzen : « Difficulté durable d'apprentissage de la lecture — et d'acquisition de son automatisme — chez des enfants par ailleurs intelligents, normalement scolarisés et indemnes de troubles sensoriels. » Sous cette forme, elle touche environ 8 % des écoliers, avec la particularité suivante : les garçons y sont trois fois plus sujets que les filles.

Les origines de la dyslexie sont très controversées et ont suscité des théories pour le moins contradictoires. Pour les psychanalystes, par exemple, elle est due à un blocage psychologique issu de difficultés relationnelles entre l'enfant et son entourage, et plus spécialement entre l'enfant et sa mère. Hypothèse contestable selon le P<sup>r</sup> Debray-Ritzen, car elle met la charrue avant les bœufs. L'enfant dyslexique, qui n'aime pas lire, est souvent considéré par son entourage comme un sot, un inattentif, un paresseux ; d'où, chez lui, des répercussions affectives et des troubles du comportement. « Le désordre affectif et le trouble du comportement, écrit le P<sup>r</sup> Debray-Ritzen (?), sont donc, dans la plupart des cas, réactionnels à la dyslexie et ne peuvent être envisagés comme les causes de cette dernière. Ce ne sont que des conséquences. »

De leur côté, les environmentalistes attribuent la dyslexie à un environnement social défavorable. Un enfant appartenant à un milieu où l'on lit très peu, aura des difficultés pour apprendre à lire. En revanche, celui qui vit entouré de livres et de journaux sera doué pour la lecture. Opinion elle aussi discutable, tout au moins en ce qui concerne la dyslexie, car nombre de dyslexiques appartiennent à des milieux intellectuels.

Les non-directivistes, eux, en bons disciples de Jean-Jacques Rousseau, accusent les contraintes de l'enseignement traditionnel. L'enfant devient dyslexique parce qu'on ne lui laisse pas la possibilité de développer ses capacités selon son rythme et ses goûts. Là encore, l'hypothèse est sujette à caution, car même dans les écoles où la liberté d'expression de l'enfant est élevée au niveau d'un principe pédagogique, les dyslexiques ne sont pas moins nombreux qu'ailleurs.

Enfin, du côté des neurologues et des pédiatres, on pense de plus en plus que la dyslexie a une origine génétique. En effet des antécédents familiaux ont été notés dans un nombre élevé de cas (entre 50 et 75 %) ; de plus, chez les jumeaux monozygotes, lorsqu'un des sujets est atteint de dyslexie, le second l'est souvent aussi. Se penchant sur la question, le P<sup>r</sup> Norman Geschwind, de la Harvard Medical School (Massachusetts, USA) a observé chez les dyslexiques de petites anomalies cérébrales. Ainsi, l'aire temporale de l'hémisphère gauche, qui contrôle le langage, est plus réduite. Parallèlement, une équipe de neurophysiologues de Boston, dirigée par le P<sup>r</sup> Frank Duffy, a constaté que les ondes alpha, caractéristiques de l'état de repos, sont généralement plus prononcées dans les lobes frontaux des dyslexiques que dans ceux des autres enfants. Ce renforcement relatif de l'activité alpha serait le signe d'une certaine "paresse" du cortex.

Ces observations, en tout cas, démontrent qu'il existe des différences entre les cerveaux des dyslexiques et les cerveaux normaux, différences qui ne sont pas limitées aux aires du langage de l'hémisphère gauche. Cette approche a en outre le mérite, contrairement aux autres théories, de s'appuyer sur des faits scientifiques et de faire de la dyslexie non pas un quelconque traumatisme psychologique socio-culturel, mais une véritable affection cérébrale dont il reste à préciser les contours.

Cela dit, un fait est désormais bien établi : ce ne sont pas les méthodes d'apprentissage de la lecture qui font les dyslexiques. Prétendre, comme on l'entend souvent, que ce sont les méthodes globales et semi-globales (encore elles !) qui sont responsables des troubles de la lecture, est une allégation dénuée de tout fondement. La dyslexie apparaît quelle que soit la méthode d'apprentissage.

Cela ne veut pas dire, en revanche, que toutes les méthodes soient adaptées aux dyslexiques. Les méthodes globales ou à point de départ global sont en l'occurrence beaucoup plus dommageables que la méthode synthétique. Tout d'abord, parce qu'elle ne permet pas de repérer facilement les dyslexiques — alors que, avec le système traditionnel, on détecte rapidement les enfants qui butent constamment sur les syllabes, intervertissent les lettres, restent à la traîne de leurs petits camarades. Ensuite, parce que le passage de la reconnaissance globale des mots à la reconnaissance des syllabes et des lettres est une opération quasi impossible pour le dyslexique, puisque justement il est incapable de détailler les mots. Aidé par la mémoire des formes, il peut un moment faire illusion, mais, bientôt, il s'aperçoit lui-même qu'il n'arrive pas à lire les graphismes qu'il n'a jamais vus. À l'inverse, le côté laborieux et répétitif de la méthode synthétique peut venir à bout d'une dyslexie légère.

Il existe toutefois des méthodes spécialement destinées à la rééducation des dyslexiques. La plus connue est la méthode de M<sup>me</sup> Borel-Maisonny. Plus ou moins dérivée de la méthode phonomimique de Grosselin, dont nous avons parlé plus

(2) Dans *Comment dépister une dyslexie chez un petit écolier* (Fernand Nathan).



haut, elle consiste à allier le geste à la parole. Ainsi, quand le rééducateur émet le son "UN", l'enfant répète en se bouchant la narine avec l'index de la main droite et en faisant mine de se moucher. Pour le phonème "O", l'enfant fait un rond avec son pouce et son index.

L'écueil de cette méthode est que les gestes ne permettent pas de traduire les diverses graphies d'un même phonème. Le son "O", par exemple, peut s'écrire "au", "aux", "eau", "haut", "oh", "aulx" et "os" (au pluriel). Semblablement le son "euil" peut aussi s'orthographier "œil" ou "ueil" (comme dans écuil). De ce fait, lorsque l'enfant passe du langage parlé au langage écrit, il est perdu. En réalité, la méthode de M<sup>me</sup> Borel-Maisonny s'adresse plus aux sujets qui souffrent de troubles d'élocution, dus par exemple à un défaut de la voûte palatine, qu'aux dyslexiques mêmes.

Moins connue, mais apparemment plus efficace, est la méthode mise au point par Roger Bordesoules. Cet ancien instituteur, aujourd'hui à la retraite, vient de l'exposer dans un livre *Comment vaincre la dyslexie* (?), admirablement et admirablement préfacé par le P<sup>r</sup> Alfred Kastler. Éprouvé pendant vingt années dans les classes de cours préparatoire, cette méthode se serait révélée capable non seulement d'apprendre rapidement la lecture aux petits écoliers normaux, mais de venir à bout des cas les plus rebelles. Ainsi, grâce à son procédé, M. Bordesoules aurait appris à lire à un enfant mongolien et à des dyslexiques majeurs jugés incurables par les méthodes de rééducation actuellement en usage.

Des performance aussi spectaculaires demandaient vérification. Nous nous sommes donc adressés à quelques-uns des directeurs des écoles où a exercé M. Bordesoules. Il nous ont confirmé l'exceptionnelle réussite de cet instituteur et de sa méthode. Deux exemples :

— en dix ans, de 1972 à 1982, sur les 238 élèves qui ont fréquenté la classe de M. Bordesoules, 228 sont passés en cours élémentaire première année, et 10 seulement ont redoublé (soit 4,2 % au lieu des 20 % habituellement enregistrés et officiellement reconnus par les statistiques du ministère de l'Éducation nationale) ;

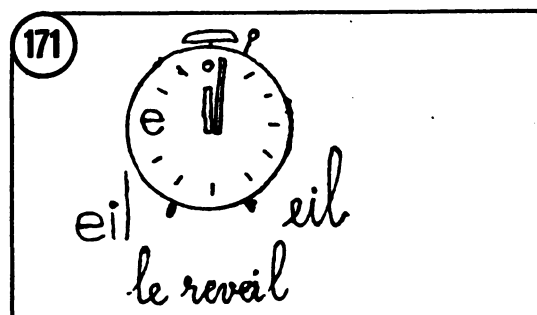
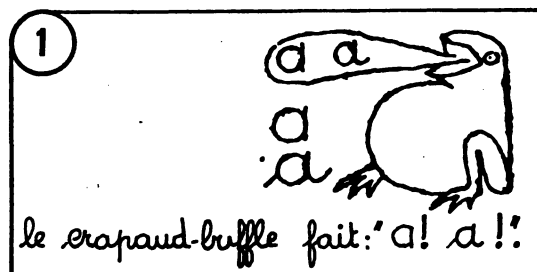
— toujours au cours de la même période, sur les 29 "cas difficiles" confiés à M. Bordesoules, 27 ont su lire en fin d'année scolaire et sont passés en cours élémentaire. Les deux autres, arrivés au dernier trimestre (en mai exactement), ont dû redoubler. Or, sur ces 29 élèves "difficiles", 5 avaient déjà fait deux années de cours préparatoire, 3 trois années et 1 quatre années. Les 20 autres étaient seulement redoublants.

C'est "sur le tas" que M. Bordesoules a mis au point sa méthode. Quand, en 1952, il prend son premier poste d'instituteur suppléant à l'école normale de Drancy, il a 28 ans et, pour tout bagage, un baccalauréat et quelques connaissances sur l'écriture des sociétés primitives. Il n'a même pas de véritable formation pédagogique puisqu'il n'est pas passé par l'école normale. « Au début,

raconte-t-il, j'ai été pris de panique. J'avais beau tenter de suivre le manuel de lecture, je nageais complètement, et les enfants avec moi ! »

Petit à petit, l'instituteur néophyte prend de l'assurance et, utilisant ses connaissances sur les civilisations anciennes, imagine une méthode qu'il commencera à appliquer en 1961 à l'école communale de la rue Félix Pécaut (Paris, XVII<sup>e</sup>), puis reprendra à l'école de la rue des Épinettes et enfin celle du boulevard Bessières (toujours dans le XVII<sup>e</sup> arrondissement). Les résultats ne se sont pas attendre, et la méthode marche même avec les jeunes Maghrebins. Le fait mérite d'être signalé, car les jeunes Arabes qui ont été initié à leur langue maternelle — laquelle se lit de droite à gauche et non de gauche à droite comme le français —, ont tendance à inverser les syllabes, lisant "sel" à la place de "les", "cas" à la place de "sac" et "son" à la place de "nos".

La méthode Bordesoules n'est pas à proprement parler révolutionnaire. Elle s'appuie solidement sur la méthode alphabétique, mais en y apportant une innovation : un habillage graphique des lettres, des syllabes et des mots, qui leur ôte ce



La méthode Bordesoules : les mots deviennent dessins.

caractère abstrait qui rebute tant l'enfant.

Cet habillage graphique n'est pas un "gadget" destiné à amuser ; il est l'aboutissement d'une réflexion sur l'origine des difficultés d'apprentissage de la lecture et sur les illogismes de notre langue. Les difficultés d'apprentissage relèvent en gros de trois sortes de perturbations :

- Dans le premier cas, la mémoire n'arrive pas à fixer la correspondance phonétique de telle lettre ou de tel groupe de lettres. L'élève ne parvient pas à lire F, P, IN, OU, EU, EUIL, etc.

- Dans le deuxième cas, la mémoire, quoique capable de fixer la correspondance phonétique de telle lettre ou de tel groupe de lettres, le fait mal. D'où des confusions entre P et B, entre F et J entre

OU et AU, entre EIL et EUIL, etc.

● Dans le troisième cas, la perturbation ne porte pas sur la capacité à fixer la correspondance phonétique, mais sur la faculté d'ordonner correctement certaines lettres et certaines syllabes. Ainsi, l'élève lit "pra" au lieu de "par", "cra" au lieu de "car", "crique" au lieu de "cirque". Dans certains cas, il va jusqu'à oublier des lettres et des syllabes, lisant "facture" pour "fracture", "évément" pour "événement".

Pour obtenir une meilleure fixation et éviter les fautes d'agencement, il faut dynamiser la mémoire (par des procédés mnémotechniques) et mobiliser la logique. Mais c'est alors que les choses se compliquent, vu les nombreux illogismes de la langue française.

Prenons l'exemple de la lettre T. Normalement, elle se prononce dans "tu", "terre", "table". Mais, dans le mot "nation", elle se prononce comme le c dans le mot "civil". C'est parce qu'elle est suivie de la lettre i, dira-t-on. Mais alors pourquoi prononce-t-on "Etienne" et non pas "Ecienne" ? Tout cela est parfaitement arbitraire !

Autre exemple : pourquoi EN se prononce-t-il

木	arbre	人	homme
林	bosquet	囚	prisonnier
森	forêt	田	champ

IN dans "tien" et "lien", et AN dans la plupart des autres cas ? À moins d'être fermement guidé, l'écopier a toutes les chances d'y perdre son français ! Comme le dit le P<sup>r</sup> Kastler dans sa préface, « la réaction dyslexique de nombreux enfants est une réaction normale, naturelle, elle n'a rien de pathologique. Elle est souvent le signe de la maladresse, de l'inexpérience de l'enseignant ».

Comme il n'est pas question de réformer la langue française, M. Bordesoules a imaginé de la rendre plus facilement accessible. Pour cela, il a tenté de recréer dans l'esprit de l'enfant les processus dont se sont servis les peuples archaïques pour créer les signes d'écriture. Dans les anciens hiéroglyphes, par exemple, une tête prolongée par une colonne vertébrale avec des arêtes représentait le mot "poisson" ; un pied exprimait l'action de marcher. Encore aujourd'hui, le chinois perpétue ce système d'écriture imagée. Les petits écoliers de Pékin ou de Changhaï apprennent à déchiffrer des caractères qui, pour eux, ont un sens concret. Un idéogramme en forme de sapin signifie "arbre" (*mu* en chinois). Lorsque cet arbre est répété deux fois, on a un "bosquet" (*lin* en chinois) ; trois fois c'est une "forêt" (*sen* en chinois) L'"homme", lui, est figuré par une sorte de V à l'envers, évoquant un individu qui marche. Lorsque ce signe est placé dans un carré, symbolisant une cage, on obtient le mot "prisonnier" (*qio*). Un carré partagé par deux

traits perpendiculaires en quatre parcelles signifie "champ" (*tian*), parce qu'il rappelle les rizières bornées de diguettes. Cette morphologie figurative a au moins un mérite : en Chine, il n'y a pas de dyslexiques !

Pour donner un sens concret à chacun des phonèmes simples ou complexes de la langue française, M. Bordesoules use du même principe : il les intègre dans des dessins faciles à retenir. Prenons à titre d'exemple la mémorisation de la lettre "a". On présente à l'enfant l'image d'un crapaud-buffle au ventre rebondi, assis sur ses pattes arrières, et qui fait "coa, coa, coa, a, a, a". En même temps, le maître expose longuement les caractéristiques de l'animal, son mode de vie, la façon dont il se nourrit. Il peut aussi inventer une histoire, de celles dont les enfants raffolent, où le crapaud est un prince charmant métamorphosé par quelque méchante sorcière. De cette façon l'enfant "injectera" sa sensibilité dans l'image mnémotechnique.

« Le moment arrivera très vite, explique M. Bordesoules, où l'élève, voyant l'image du crapaud, dira spontanément "a" parce que le crapaud fait "a". Il suffira alors de présenter la lettre "a", en faisant observer combien elle ressemble au crapaud. Car la lettre "a" se trouve maintenant chargée d'un contenu affectif puissant : elle est devenue une image extraordinairement prégnante ; elle n'est plus cette abstraction — aussitôt vue, aussitôt oubliée — qui ne laissait aucune trace dans le mental. »

Le même procédé est utilisé pour les vingt-cinq autres lettres de l'alphabet, puis pour les groupes de lettres. Ainsi, trois coquetiers contenant respectivement les lettres "o", "e" et "u" forment ensemble le "œu" de "œuf".

Au fil des ans, cette méthode a acquis une telle réputation que beaucoup d'enseignants l'ont adoptée, tant en France qu'en Belgique bien qu'un certain nombre de personnes accordent plus de crédit aux qualités pédagogiques de l'auteur qu'à sa méthode même. Elle a également été retenue par le "Mouvement d'entraide pour le tiers monde et la coopération", pour l'alphabétisation des travailleurs immigrés. Bien que soutenue par plusieurs personnalités du monde de l'enseignement (\*), elle n'a jamais reçu l'aval officiel du ministère de l'Éducation nationale. En 1976, le ministre de l'époque, M. René Haby, souhaitait qu'elle "soit scientifiquement analysée avant d'être livrée à une expérimentation méthodique". Cette analyse scientifique n'est jamais venue. Vous vous demandez pourquoi ? Nous aussi. Car nous n'osons imaginer qu'une méthode qui a fait ses preuves ait pu porter ombrage aux "mandarins" qui régissent la pédagogie hexagonale... Mais, après tout, dans un pays qui n'est pas capable d'apprendre à lire à tous ses enfants sains de corps et d'esprit, rien n'est impossible !

Anna ALTER  
et Pierre ROSSION ■

(\*) M. Claudel, inspecteur général de l'Instruction publique ; M<sup>me</sup> Synquintyn, inspectrice d'académie, président de la ligue contre la dyslexie ; M. Goutet, inspecteur de l'enseignement primaire.



# Pour téléphoner, choisissez les couleurs du temps.

**TARIF BLEU NUIT :**  
**65 % DE RÉDUCTION.**  
Tous les jours de 23 h à 6 h.

**TARIF BLEU :**  
**50 % DE RÉDUCTION.**  
Du lundi au vendredi  
de 6 h à 8 h et de 21 h 30 à 23 h  
le samedi de 6 h à 8 h et 14 h à 23 h  
le dimanche de 6 h à 23 h.

**TARIF BLANC :**  
**30 % DE RÉDUCTION.**  
Du lundi au vendredi  
de 18 h à 21 h 30.

**TARIF ROUGE :**  
**PLEIN TARIF.**  
Du lundi au vendredi  
de 8 h à 18 h  
le samedi de 8 h à 14 h.

Ces réductions de tarifs s'appliquent  
aux communications échangées à l'intérieur de la France métropolitaine  
dont le prix varie en fonction de la durée.



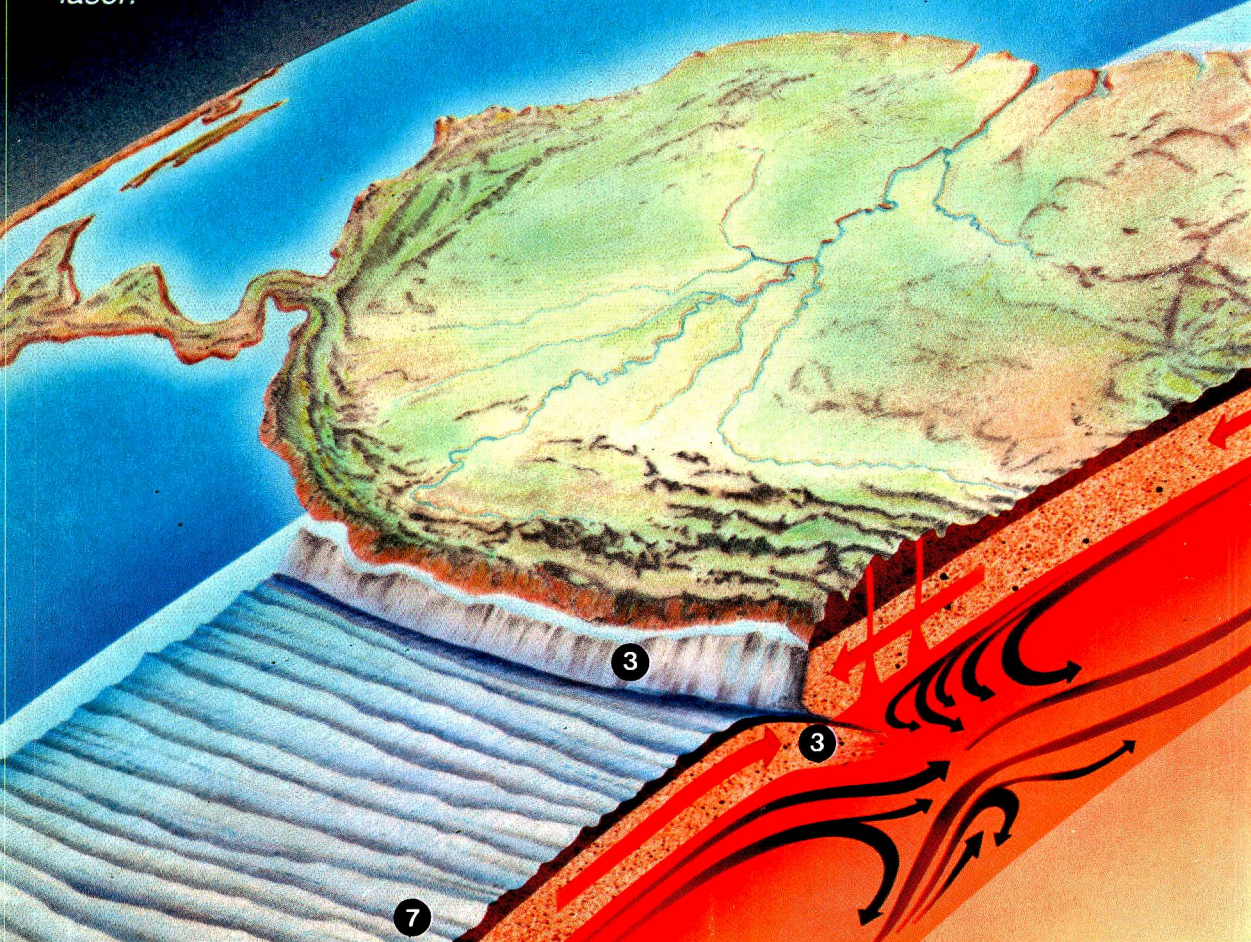
bételier

**De nouveaux horaires à tarif réduit.**

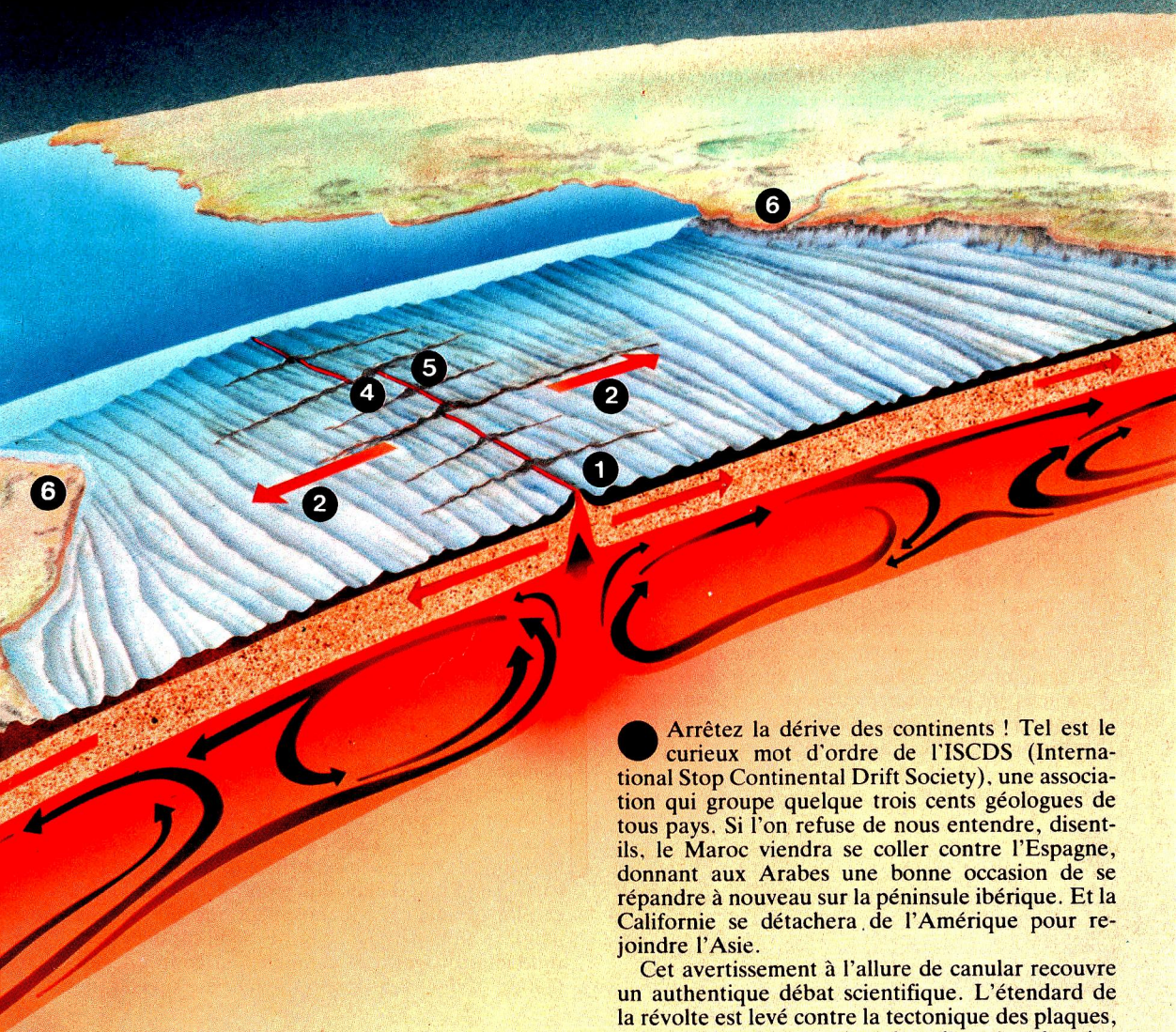


# LA QUERELLE DES DÉRIVISTES ET DES ANTIDÉRIVISTES

*Promue en quelques années doctrine officielle des sciences de la Terre, la tectonique des plaques a repris la vieille idée de Wegener sur la mobilité des continents. Mais les contestataires relèvent la tête : selon eux, les masses continentales restent enracinées à leur place. Des mesures ultra-précises trancheront bientôt le débat. Elles utilisent l'émission radio des quasars et le rayonnement laser.*







● Arrêtez la dérive des continents ! Tel est le curieux mot d'ordre de l'ISCDS (International Stop Continental Drift Society), une association qui groupe quelque trois cents géologues de tous pays. Si l'on refuse de nous entendre, disent-ils, le Maroc viendra se coller contre l'Espagne, donnant aux Arabes une bonne occasion de se répandre à nouveau sur la péninsule ibérique. Et la Californie se détachera de l'Amérique pour rejoindre l'Asie.

Cet avertissement à l'allure de canular recouvre un authentique débat scientifique. L'étendard de la révolte est levé contre la tectonique des plaques, promue depuis une vingtaine d'années doctrine orthodoxe des sciences de la terre. Certains membres de l'ISCDS la rejettent en bloc. D'autres affirment seulement qu'elle n'implique pas que les continents se déplacent à la surface du globe. Des expériences se préparent. Elles diront qui a raison, des "dérivistes" ou des "antidérivistes".

L'idée que les continents se déplacent les uns par rapport aux autres est bien antérieure à la tecto-

Les détails de cette illustration marqués par des chiffres sont explicités par des dessins numérotés de la même manière dans les pages suivantes.

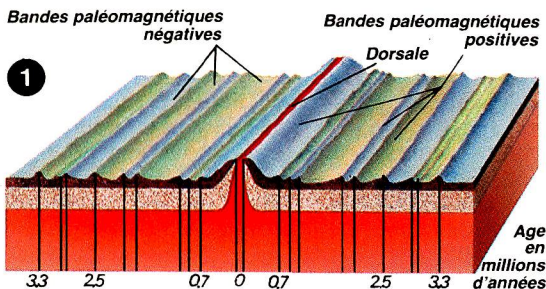


nique des plaques. Proposée par Alfred Wegener il y a plus de soixante ans, elle fut assez bien accueillie. Puis les difficultés surgirent. Quelles étaient les forces capables de mouvoir les masses continentales ? À cette question, Wegener n'apportait guère de réponse. En outre les géologues et les géographes n'aimaient pas renoncer à leur vieille certitude de continents sagement à leur place, avec tout au plus quelques avancées ou reculs de la mer sur les régions basses.

Pendant près de quarante ans, la communauté scientifique presque unanime relègue la dérive des continents au rang des hypothèses ingénieuses, mais trop peu fondées pour être prises au sérieux. Ses rares partisans se voient pratiquement exclus de l'enseignement officiel.

Tout va changer après la Deuxième Guerre mondiale, avec les premières grandes explorations des fonds océaniques. Elles révèlent l'existence de longues chaînes de montagnes sous-marines, les dorsales. Leur crête est entaillée par une vallée axiale, le rift, par où s'épanchent les laves basaltiques jaillies des profondeurs.

Le géophysicien Harry Hess, de l'université de Princeton, élabore la théorie de l'expansion des fonds océaniques : les laves refroidies et solidifiées repoussent la roche plus ancienne de part et d'autre des dorsales. Ce que l'on vérifie bientôt par la mesure du magnétisme. Le basalte contient un oxyde de fer, dont les particules, à l'état liquide, s'orientent sur le champ magnétique terrestre. Quand le basalte se fige, elles ne peuvent plus changer de direction. Or il se trouve que dans le passé de la Terre, son champ magnétique s'est inversé un grand nombre de fois, à des époques que les géologues ont pu situer. Ces inversions sont restées inscrites dans les roches refroidies, sous forme de bandes alternées, les unes de même polarité que la

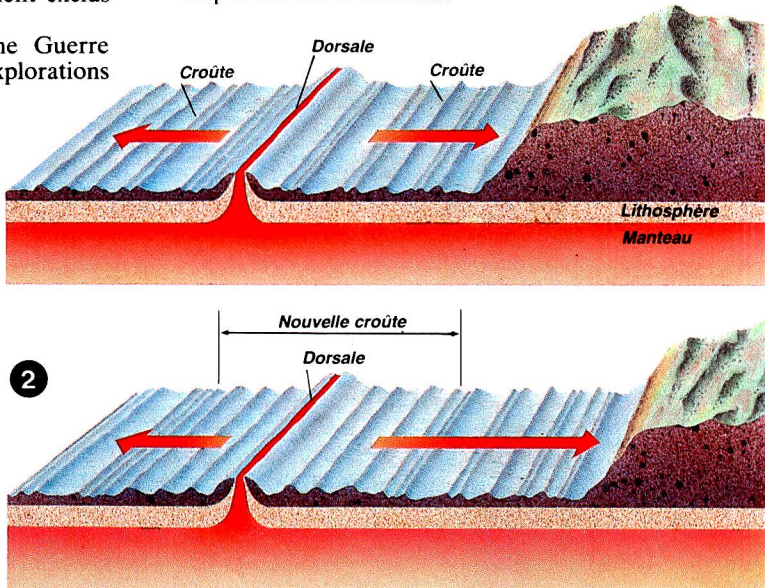


**La polarité des bandes paléomagnétiques permet de déterminer leur âge.**

polarité actuelle (on l'appelle par convention "positive"), les autres de polarité inverse ("négative"). Et ces zébrures paléomagnétiques sont symétriques par rapport à la dorsale (dessin 1).

Ainsi naquit la tectonique des plaques, dont on

peut résumer l'essentiel : constamment renouvelées au niveau des dorsales, des plaques rigides s'en écartent à la manière d'un tapis roulant (dessin 2). Épaisses de 70 à 150 km, ces dalles indéformables constituent la lithosphère, la coque externe solide de la planète. La lithosphère englobe la croûte et la couche externe du manteau supérieur (1). Certaines plaques supportent les océans, d'autres les continents ; il y a des plaques mixtes. La lithosphère glisse sur la couche interne du manteau supérieur, de consistance visqueuse, l'asthénosphère. La tectonique des plaques associe l'hypothèse de Wegener à l'expansion du plancher océanique : en dérivant, les plaques continentales transportent les continents.

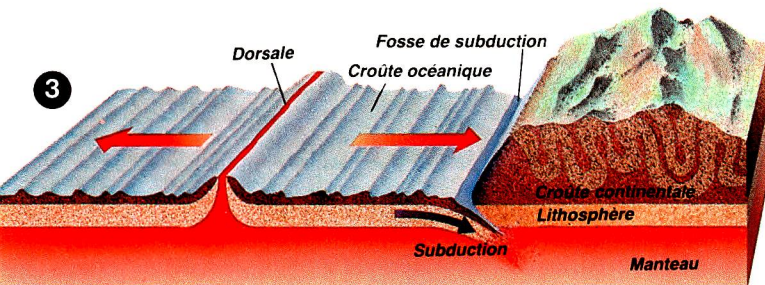


**La formation de croûte entraîne la dérive des plaques qui transportent les continents.**

En quelques années, on a peaufiné la doctrine. Une plaque peut être brisée par la montée des laves qui créent une dorsale. Les fragments d'une plaque continentale ainsi divisée dérivent en sens opposés, faisant apparaître un nouvel océan. Tel fut le cas de l'Atlantique, né entre les morceaux du continent primitif unique imaginé par Wegener, la "Pangée". Des plaques peuvent converger et se télescoper ; comme la superficie totale du globe ne varie pas, l'une d'elles doit s'enfoncer sous l'autre et plonger dans l'asthénosphère, où elle se mélange à nouveau au basalte semi-fondu. Cette subduction (dessin 3) compense la constante formation d'une lithosphère jeune au niveau des

(1) La propagation des ondes sismiques à travers le globe révèle qu'il comprend des couches concentriques : la croûte, le manteau supérieur (jusqu'à 700 km), le manteau inférieur et le noyau, qui doivent différer par leur composition. Sous les océans la croûte, faite de basalte dense, n'est épaisse que d'environ 7 km ; la croûte continentale, faite essentiellement d'un matériau plus léger, le granit, est épaisse en moyenne de 35 km. La transition croûte/manteau, très nette, est le fameux "moho" (discontinuité de Mohorovicic). Pour la technique des plaques, le moho ne joue qu'un rôle secondaire : ce qui compte surtout, c'est le passage du manteau solide au manteau partiellement en fusion.

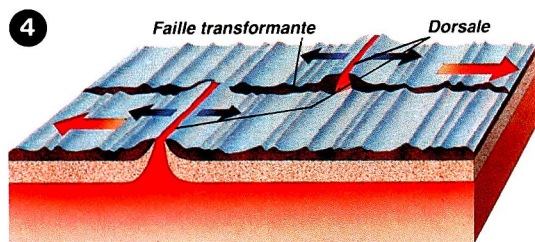
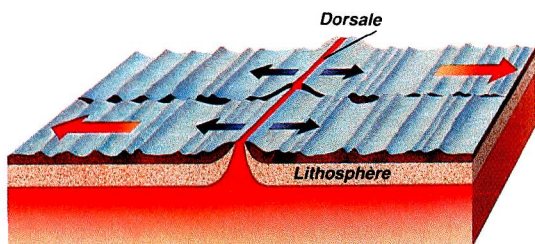




**Lorsqu'une plaque océanique, plus lourde, rencontre une plaque continentale, plus légère, il y a subduction.**

dorsales. En cours de route, la plaque plongeante frotte durement contre les roches adjacentes, engendrant des séismes et dégageant une chaleur intense, d'où la formation de poches de magma qui alimentent des volcans. Mais les continents ne s'engouffrent pas dans le manteau avec la plaque lithosphérique qui les a transportés ; la croûte continentale, faite surtout de granit, est plus légère que le basalte de la croûte océanique et s'accumule aux frontières des plaques, contribuant à la formation des montagnes. Enfin les crêtes des dorsales ne forment pas toujours des lignes continues. Des failles perpendiculaires peuvent décaler des segments de la dorsale ; entre les fragments ainsi créés se produit un glissement, d'où le nom de failles transformantes donné à ces structures (**dessin 4**) qui peuvent être signalées à l'exploration par de hautes falaises sous-marines et le long desquelles on enregistre des séismes. Les frontières des plaques peuvent donc être soit des dorsales, soit des zones de subduction, soit des failles transformantes.

À la fin des années 60, la quasi-totalité des spécialistes américains des sciences de la Terre se



**Les failles transformantes décalent les segments d'une dorsale.**

sont ralliés à la nouvelle doctrine, y compris la puissante équipe du Lamont Geological Observatory qui d'abord avait été le foyer de l'opposition. En 1967 un océanographe français qui travaille au Lamont, Xavier Le Pichon, dans une thèse sou-

tenue à l'université de Strasbourg, tire encore argument des irrégularités constatées dans la symétrie des bandes paléomagnétiques autour des dorsales pour rejeter le concept d'expansion des fonds océaniques. Un an plus tard à peine, le canadien Tuzo Wilson montre que si la "peau de zèbre" tracée par les inversions du champ magnétique terrestre est brouillée, c'est par le jeu des failles transfor-

mant. On peut la reconstituer jusqu'à s'en servir comme d'un véritable instrument de mesure de la vitesse d'expansion des fonds océaniques. Et en 1968, c'est Xavier Le Pichon lui-même qui, extrapolant une théorie proposée par un jeune professeur de Princeton, David Morgan, établit le premier schéma plaquiste de la dérive des continents et calcule leurs mouvements relatifs au cours des 200 derniers millions d'années.

Après les océanographes et les géophysiciens, les derniers à se convertir, aux États-Unis, avaient été les géologues. Mais ce fut une conversion de masse, qui prit moins de deux ans. On ne craint pas là-bas les idées neuves, tout en respectant ceux qui les refusent. Comme le note avec humour le professeur Claude Allègre, directeur de l'Institut de physique du globe de Paris, les rares survivants de l'antiplaquisme, bien que complètement isolés, restent là-bas « protégés et vénérés comme des reliques, ainsi qu'on observe et protège les cœlacanthes ».

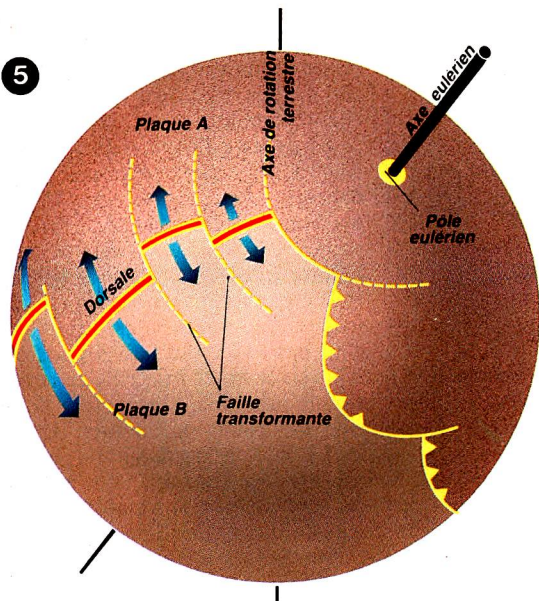
Du côté européen, les cœlacanthes ont la vie plus dure. En 1978, au Congrès des géologues français réuni à Orsay, plus de la moitié des participants refusent la tectonique des plaques. Le terme lui-même les irrite. Pour eux, la tectonique est l'étude de l'architecture terrestre sur les terres émergées. L'écorce subit des contraintes qui peuvent entraîner tout au plus des déformations de faible amplitude : régressions ou transgressions marines, plissements montagneux. Mais cette histoire de continents baladeurs est un fantasme d'océanographe !

Le comble de la position conservatrice se situe en URSS, où l'académicien Bielooussov règne sur la géologie comme autrefois Lyssenko sur la biologie. Il faudra attendre 1980 pour que de jeunes géologues soviétiques osent enfin bousculer le vétéran et adopter ouvertement la position plaquiste.

La tectonique des plaques intègre en un modèle unique un grand nombre de faits jusqu'alors étudiés en ordre dispersé. Elle consacre un nouveau progrès des sciences de la Terre dans la voie de la mathématisation. La mesure des bandes paléomagnétiques permet de calculer la vitesse d'expansion d'un fond océanique. Appliquée au déplacement des plaques sur la sphère terrestre, la géométrie des calottes sphériques extrapole vers le passé comme vers l'avenir la configuration des continents et des océans. Le mouvement relatif de deux plaques lithosphériques se ramène à une rotation autour d'un axe, dit axe eulérien (du nom du mathématicien suisse Euler), passant par le centre



5



**Les tranches de plaques lithosphériques découpées par des failles transformantes glissent autour de leur axe eulérien.**

de la Terre (**dessin 5**). Ce mouvement se produit le long de cercles parallèles centrés sur l'axe eulérien. On le caractérise par la vitesse angulaire de la rotation, qui est constante quel que soit l'endroit où l'on se trouve, tandis que la vitesse de déplacement le long des parallèles eulériens change selon le lieu : nulle au pôle de rotation, maximale à l'équateur. Les dorsales sont plus ou moins perpendiculaires aux parallèles eulériens, les failles transformantes suivent au contraire ces parallèles. Cette géométrisation de la dérive des plaques a permis, par exemple, de retracer dans le détail l'histoire de l'ouverture de l'Atlantique moyen, depuis 180 millions d'années.

« Aujourd'hui, affirmait tout récemment Claude Allègre, la dérive des continents est un fait aussi bien admis que la structure de l'atome ou la formule chimique de l'ADN. Le cadre mobiliste est le cadre obligatoire dans lequel doit se replacer toute recherche géologique, et cela n'est plus contesté par personne. » (2) Mais au même moment, comme pour lui donner la réplique, la presse d'outre-Atlantique fait écho au mot d'ordre de l'ISCDS. Restés longtemps tapis au fond de leurs cavernes, les "cœlacanthes" refont surface pour rejoindre ces contestataires qui affirment n'être pas motivés par un attachement viscéral à la géologie traditionnelle, mais par les questions de plus en plus dérangeantes que pose l'essor même de la tectonique des plaques. Parmi eux, un géologue de la NASA, Paul Lowman, connu pour ses travaux de photographie de la surface terrestre à partir de satellites. Sa position se résume en peu de mots : « Oui » à la tectonique des plaques, « non » à la dérive des continents. Ces derniers, dit-il, sont fixes : partout où elle les rencontre dans son mouvement d'expansion, la lithosphère s'enfonce par subduction dans le manteau.

(2) Claude Allègre *L'Ecume de la Terre*, Fayard, 1983. (Voir en p. 28)

Lowman commence par s'en prendre aux arguments classiques du mobilisme, dont certains datent de l'époque de Wegener. Ainsi, la découverte d'espèces fossiles identiques dans des terres aujourd'hui séparées par de larges étendues d'océan ne prouve nullement, pour Lowman, que ces terres aient jadis fait partie d'une même masse continentale. On trouve des restes de méso-saures en Afrique et en Amérique du Sud ; les dérivistes y voient la preuve que ces deux continents n'en faisaient jadis qu'un seul, qu'ils baptisent Gondwana. Mais le méso-saure, rappelle Lowman, était un reptile marin. Il pouvait être meilleur nageur qu'on l'imagine ; certains individus ont pu traverser l'Atlantique, dans un sens ou dans l'autre. Les traces fossiles du glossoptéris, un genre de fougère, se retrouvent dans des terres aussi éloignées que l'Amérique du Sud, l'Afrique et l'Antarctique. Les spores des fougères ne survivant pas dans l'eau salée, on en a conclu que ces trois habitats étaient autrefois réunis ; mais un professeur californien a montré que le glossoptéris produit des spores ailées que des vents favorables peuvent transporter sur de très grandes distances.

Le parallélisme des côtes occidentales et orientales de l'Atlantique, qui semblent s'emboîter comme les pièces d'un puzzle, ne prouve pas non plus, pour Lowman, qu'elles aient jadis appartenu à une même masse continentale. Ce parallélisme n'est du reste pas sans défaut. La côte occidentale ne s'ajuste pas bien à la côte orientale du continent asiatique. Plus grave encore : il y a des pièces en trop dans le puzzle. Si l'Atlantique avait commencé à s'ouvrir il y a quelque deux cents millions d'années, comme le voudrait les dérivistes, les côtes de l'Europe occidentale devraient s'ajuster à celle du Mexique. Or une bonne partie du sud du Mexique ne trouve pas à se loger dans le puzzle. Le morceau surnuméraire serait-il fait de sédiments déposés après l'ouverture de l'Atlantique ? Impossible, rétorque Lowman : il est fait de terrains précambriens, dont l'âge dépasse le milliard d'années.

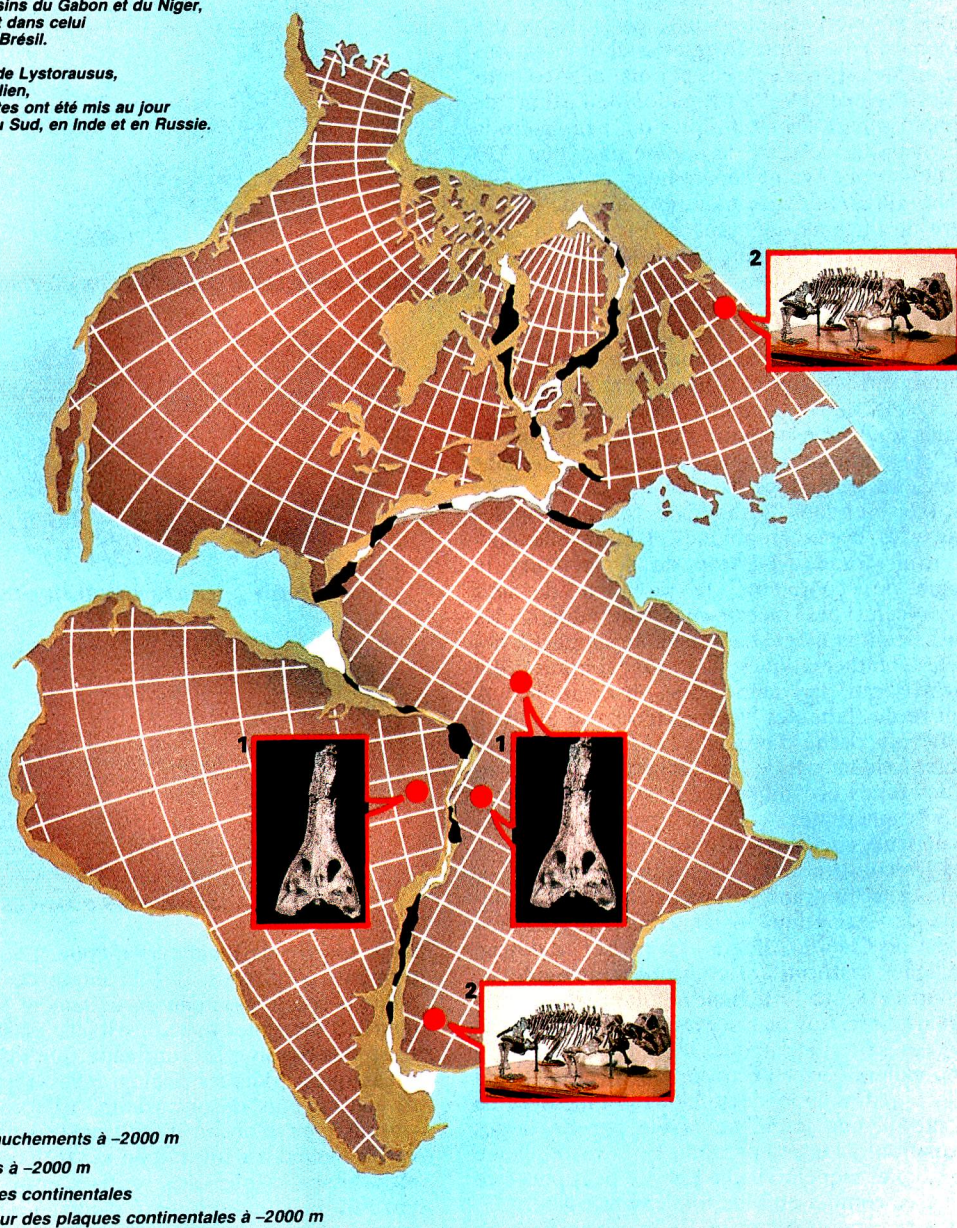
En fait ces objections touchent plutôt le schéma ébauché par Alfred Wegener avec les connaissances de son temps que l'actuelle tectonique des plaques. Les défauts du parallélisme des rivages océaniques se réduisent presque entièrement si, au lieu de chercher à ajuster les côtes actuelles, on opère sur une ligne passant à 2 000 m de profondeur, à peu près à mi-hauteur du talus continental (la forte déclivité qui succède sans transition à la pente douce du plateau continental bordant la côte), et si l'on recourt aux procédés informatiques. Réalisés sur ordinateur par trois océanographes de l'université de Cambridge (Grande-Bretagne), l'emboîtement des deux Amériques avec les terres arctiques, l'Europe et l'Afrique donne un ensemble d'un seul tenant d'une unité spectaculaire. Les quelques lacunes et chevauchements qui subsistent dans le bloc ainsi reconstitué n'excèdent pas en largeur une centaine de kilomètres (**dessin 6**).

Pour expliquer la présence de fossiles de méso-saures dans les régions aussi distantes que l'Amé-



1. Crâne de crocodile géant *Sarcosuchus*, dont des restes ont été trouvés dans les bassins du Gabon et du Niger, en Afrique, et dans celui de Bahia, au Brésil.

2. Squelette de *Lystoraurus*, reptile mamalien, dont des restes ont été mis au jour en Afrique du Sud, en Inde et en Russie.



**Des continents qui s'emboîtent comme les pièces d'un puzzle, et des fossiles de mêmes espèces découverts dans divers continents, preuve de leur détachement d'un même ensemble primitif.**

rique du Sud et l'Afrique, Lowman crédite ce petit reptile de capacités nautiques extraordinaires. Mais s'il était capable de franchir des milliers de kilomètres d'étendues liquides, pourquoi n'a-t-il pas colonisé des régions beaucoup plus proches, à commencer par l'Amérique du Nord ? La contradiction est évidente. Au contraire, si l'on admet la tectonique des plaques "avec" dérive des continents, tout devient cohérent. Dans ce cadre, l'Amérique du Sud et l'Afrique, il y a quelque deux cents millions d'années, étaient encore

réunies. Pour passer de l'une à l'autre, les méso-saures n'avaient nul besoin de nager. Par contre l'isthme de Panama n'existait pas encore. Un large bras de mer séparait l'Amérique du Sud de l'Amérique du Nord... et les méso-saures ne l'ont pas traversé. L'isthme s'est fermé il y a seulement deux millions d'années, par le rapprochement de l'Amérique du Nord avec l'Amérique du Sud. Les méso-saures avaient disparu depuis longtemps. Mais d'autres espèces existant alors en Amérique du Nord — notamment les mastodontes et les tapirs



— ont emprunté l'isthme pour coloniser le sud. En sens inverse les tatous, originaires du Sud, s'établissent au Mexique et dans le Sud des États-Unis.

Autre preuve paléontologique de la dérive des continents : l'évolution divergente de populations d'une même espèce séparées par une dérive continentale. Par exemple, la formation de l'isthme de Panama a séparé les mollusques qui peuplaient la côte atlantique de ceux de la côte pacifique. Les deux faunes ont évolué séparément, et les fossiles du début du quaternaire montrent déjà, de part et d'autre de l'isthme, des espèces issues d'ancêtres communs mais présentant des différences dues à leur isolement génétique.

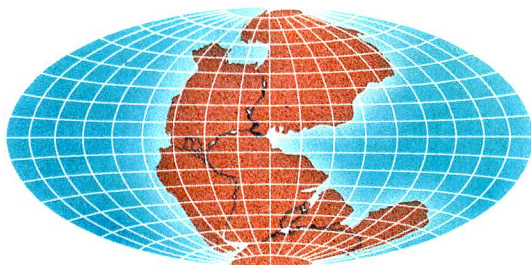
Jadis, tout en condamnant les hérétiques, des pères de l'Église leur reconnaissaient quelque utilité : leur existence obligeait à répondre à des questions qui, sans eux, n'auraient pas été soulevées. De la même manière, en insistant sur la difficulté que la tectonique des plaques dans sa forme dogmatique a eu tendance à laisser dans l'ombre, les hérétiques de l'ISCDS l'aident à ne pas se scléroser dans l'orthodoxie. Née des grandes découvertes océanographiques, la nouvelle doctrine avait traité avec trop de désinvolture la géologie des continents, le problème de leur origine, celui des mécanismes qui édifient les chaînes de montagnes. La fascinante simplicité des modèles mathématiques n'a pas toujours été confirmée par la réalité des observations. À l'épreuve des faits, les "tectoniciciens" ont appris à se défier du péché d'orgueil. Tout en conservant les deux fondements de leur recherche — l'expansion des fonds océaniques et la mobilité des plaques lithosphériques —, ils assouplissent quelques-unes de leurs anciennes affirmations.

Les reconstitutions paléogéographiques — comme celle du grand continent antérieur à l'ouverture de l'Atlantique — contribuent, selon l'expression de Claude Allègre, « à réviser le dogme des plaques uniformes et uniformément rigides ». Du coup se trouve fortement réduite la portée des observations de Lowman sur les défauts du parallélisme des côtes atlantiques. La collision de la plaque indienne avec l'Eurasie, qui a commencé il y a une quarantaine de millions d'années et se poursuit de nos jours, se révèle par de larges déformations à l'intérieur même de la vaste plaque eurasiatique, laquelle, de ce fait, ne peut plus être considérée comme un bloc totalement rigide.

Dans la version primitive de la tectonique des plaques, les continents sont simplement transportés comme des paquets par le tapis roulant lithosphérique. Ne s'enfonçant pas dans le manteau, ils s'enrichissent en matériaux nouveaux, tour à tour accumulés et disloqués par les déplacements horizontaux des plaques. Quant à la structure du manteau, elle est la même sous la croûte océanique et sous la croûte continentale.

L'étude fine de la propagation des ondes sismiques impose une révision déchirante de ce schéma. Depuis peu, les géologues disposent de réseaux étendus de sismographes normalisés (c'est-à-dire fournissant des données compatibles) et capables de détecter les vibrations du globe terrestre sur un

## DÉRIVE DES CONTINENTS : OÙ ALLONS-



IL Y A 200 MILLIONS D'ANNÉES : UN CONTINENT UNIQUE



IL Y A 180 MILLIONS D'ANNÉES



IL Y A 135 MILLIONS D'ANNÉES

large spectre de longueurs d'onde. Leurs enregistrements confirment que la limite de l'asthénosphère — où le manteau partiellement fondu commence à présenter une consistance plastique — se situe plus bas sous les continents que sous les fonds océaniques. Mais les sismographes apportent une révélation plus déconcertante. Elle concerne un certain type d'ondes dites transversales. Émises verticalement au foyer d'un séisme, ces ondes se réfléchissent à plusieurs reprises entre la surface terrestre et la discontinuité manteau-noyau. On a trouvé qu'à l'intérieur du manteau, elles voyagent bien plus vite sous les parties très anciennes des continents — les "boucliers" — et ce, au moins jusqu'à une profondeur de 200 km, peut-être même au-delà de 400 km. Or une onde sismique se propage d'autant plus vite que le milieu traversé est plus rigide. Tout se passe donc comme si, dans la couche du manteau que la tectonique des plaques considère comme constituant l'asthénosphère, il existait des structures rigides, couplées aux plaques continentales et d'autant plus profondes que le continent est plus ancien.

En quoi consistent ces structures ? Selon quelques géologues, elles feraient partie de la lithosphère, laquelle à ces endroits s'étendrait en pro-

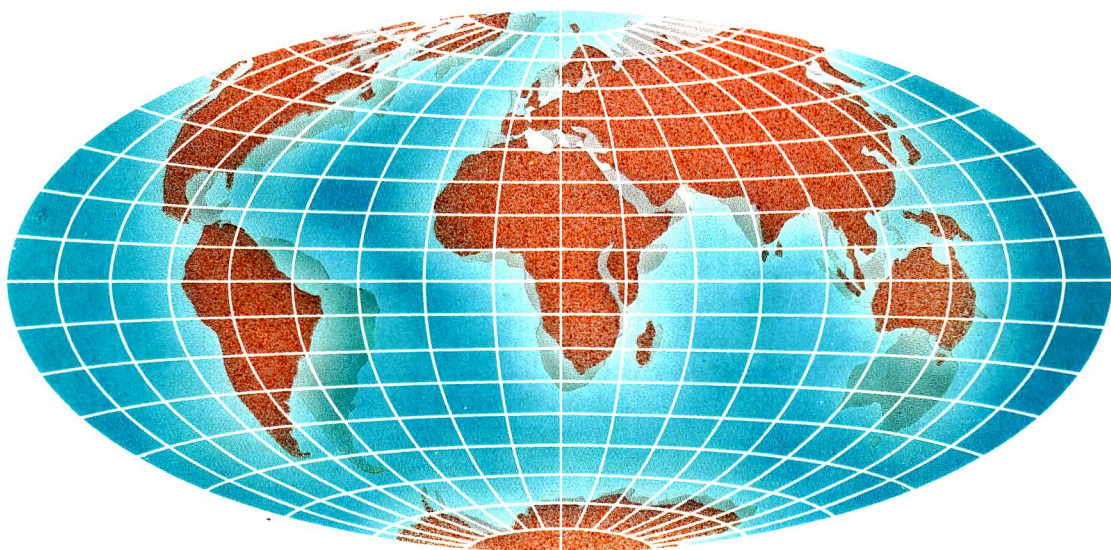




IL Y A 65 MILLIONS D'ANNÉES



NOTRE GLOBE TERRESTRE AUJOURD'HUI



DANS 50 MILLIONS D'ANNÉES : RETOUR À UN CONTINENT UNIQUE ?  
(la position actuelle des continents apparaît en gris)

fondeur beaucoup plus loin qu'on ne le supposait jusqu'ici. Dans ces conditions, on peut même se demander s'il reste là de la place pour une asthénosphère... D'autres chercheurs préfèrent imaginer que les boucliers continentaux plongent dans l'asthénosphère des sortes de racines, dont la nature exacte reste à définir. Si de telles racines existent, elles ne peuvent que freiner les déplacements de plaques porteuses d'un continent. On est loin de l'image du tapis roulant.

Bien entendu, les antidérivistes font leurs choux gras de ce genre de difficulté. S'il n'y a pas d'asthénosphère sous les continents, demande

Lowman, sur quoi ces derniers peuvent-ils dériver ? S'il y en a très peu, ou si une asthénosphère libre d'entraves ne s'y rencontre qu'à une profondeur trois ou quatre fois plus grande que sous les océans, comment croire qu'une plaque portant en partie une croûte océanique et en partie une croûte continentale se déplace d'un seul bloc, comme le voudrait la doctrine ? Ne serait-il pas plus simple, conclut-il, d'admettre une bonne fois que les continents restent en place et que seul le plancher océanique est en mouvement à partir des dorsales ?

Ici, ce sont les champions de la fixité des continents qui doivent affronter une objection. Leur thèse implique que les plaques océaniques, rencontrant dans leur expansion une masse continentale, plongent toujours sous cette dernière pour regagner le manteau. Sinon, où s'étendraient-elles, constamment poussées contre une barrière immobile ? En d'autres termes, les marges des continents seraient toutes des zones de subduction. Les dérivistes, au contraire, distinguent les marges continentales passives et les marges actives. Dans les premières, une même plaque transporte ensemble la croûte océanique et la croûte conti-

nentale ; il n'y a donc pas de subduction et l'on n'observe pas les phénomènes violents qui y sont ordinairement associés. Dans les marges actives une plaque océanique, se heurtant à une plaque continentale, plonge sous cette dernière. Cette subduction est la cause majeure des tremblements de terre et du volcanisme ; elle donne naissance à des chapelets d'îles, à des fosses océaniques, à des chaînes de montagnes.

Ce modèle s'accorde bien avec les données géographiques et océanographiques. Grosso modo, de la dorsale médio-atlantique partent vers l'ouest deux grandes plaques, la nord-américaine



et la sud-américaine, qui portent, outre l'Atlantique occidental, le continent américain lui-même (à l'exception de la zone caraïbe). Il ne doit donc pas y avoir de subduction le long de la côte atlantique de l'Amérique. Et en effet, on y trouve peu d'activités sismiques ou volcaniques. De même de l'autre côté de la dorsale, vers l'est, deux plaques, l'africaine et l'eurasiatique, portent avec le plancher de l'Atlantique oriental, les deux masses continentales dont elles tirent leur nom. Là non plus il ne peut y avoir de subduction, et l'on ne rencontre ni volcanisme ni grandes zones sismiques.

Pour l'océan Pacifique, les choses sont différentes et plus complexes. Une longue dorsale y confond pratiquement son extrémité septentrionale avec la bordure maritime de l'Amérique du Nord. La presqu'île de la Basse-Californie appartient même à la grande plaque pacifique, avec laquelle elle dérive vers le nord-ouest. Dans un avenir relativement proche elle se détachera de l'Amérique. Sur cette frontière plaque continentale/plaque océanique se développe un réseau complexe de fractures et de failles (dont la célèbre faille de San Andreas). Leur cinématique — c'est-à-dire la compréhension détaillée de leurs déplacements relatifs — est un casse-tête pour les géologues. On observe dans cette zone des séismes à foyers peu profonds.

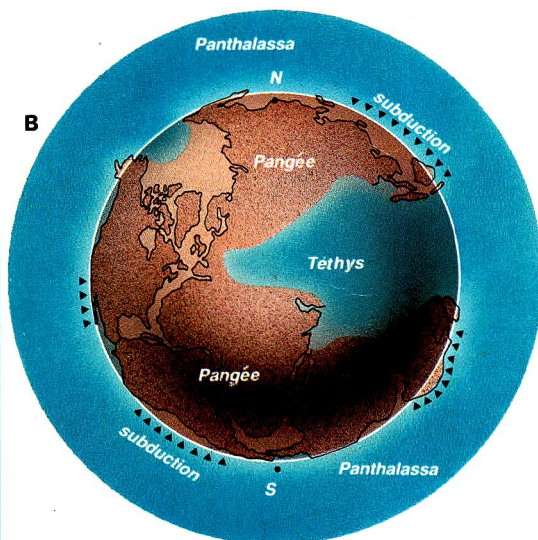
Plus au sud le tracé de la dorsale pacifique s'écarte du continent américain, poussant vers l'est des plaques océaniques — dont la grande plaque de Nazca — qui plongent sous la plaque continentale sud-américaine. Leur subduction engendre une bordure de fosses océaniques et des séismes dont beaucoup à foyer profond ; sur le continent elle a fait surgir la chaîne des Andes.

De l'autre côté du Pacifique, aux frontières nord et ouest de la grande plaque océanique, la subduction est attestée par de nombreux arcs insulaires, des fosses océaniques très profondes (dont celle des îles Mariannes), des tremblements de terre et des volcans.

Face à l'évidence de ce contraste entre les marges actives qui bordent le Pacifique et les marges passives de l'Atlantique, que peuvent dire les antidérivistes ? Pour Lowman, il y a subduction partout où une plaque océanique dérivante est au contact d'une masse continentale, laquelle ne dérive pas. Mais les phénomènes violents — volcanisme et sismicité — ne se produiraient que lorsque la subduction atteint une certaine vitesse. Avec une plongée lente, l'énergie libérée par le frottement de la plaque lithosphérique aurait le temps de se dissiper en douceur. Mais aucun fait d'observation ne conforte cette hypothèse. Aussi peu crédible apparaît son explication avancée pour le parallélisme des côtes occidentale et orientale de l'Atlantique (même s'il présente de menues lacunes, il ne peut être nié) : pour Lowman, ce sont les sédiments déposés sur les fonds marins des deux côtés de la dorsale et charriés par les tapis roulants jusqu'aux continents immobiles qui auraient donné aux rivages des profils parallèles à la dorsale. D'où la possibilité de les ajuster, et l'illu-

## NOTRE PLANÈTE, UNE BALLE DE TENNIS ?

Le géoïde est le nom donné à la forme de la Terre, la surface étant ramenée à l'altitude zéro. Par rapport à la forme théorique calculée pour un globe fluide en rotation autour de son axe, mais dépourvu de tout mouvement interne, le géoïde présente des anomalies, les unes dites positives — ce sont des renflements —, les autres négatives — ce sont des creux. Elles sont dues aux mouvements de la matière dans les profondeurs du manteau. En considérant celles qui ont une taille de plusieurs milliers de kilomètres de dénivellation pouvant approcher la centaine de mètres, on voit qu'elles sont réparties en deux ceintures discontinues, emboîtées perpendiculairement à la manière des lobes d'une balle de tennis (**dessin A**). L'axe des anomalies négatives passe par les pôles, celui des anomalies positives par le plan de l'équateur. Sur notre figure, le lobe des anomalies positives est en bleu, celui des anomalies négatives en rouge. La forme théorique est indiquée en pointillé



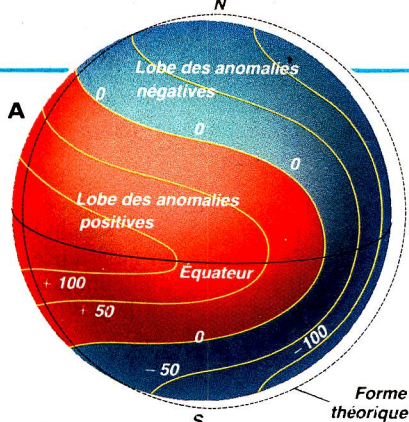
(bien entendu, l'écart avec le géoïde a été fortement exagéré, sans quoi il ne serait pas possible de le dessiner en respectant l'échelle).

L'étude de la propagation des ondes sismiques dans le manteau inférieur y révèle l'existence d'un système de deux courants de convection, l'un descendant, correspondant au renflement équatorial, l'autre ascendant, correspondant au creux polaire. Voyons maintenant la théorie avancée par X. Le Pichon et P. Huchon. Considérons une carte paléogéographique de la Pangée, tracée selon une projection de Lambert étendue, l'hémisphère caché étant représenté par une couronne circulaire (**dessin B**). Nous voyons aussitôt qu'il y a deux cents millions d'années, le continent unique était contenu dans un hémisphère, son contour épousant presque exactement un grand cercle passant par les deux pôles. L'autre hémisphère est occupé par un

sion qu'ils sont issus de la cassure d'un continent ancien.

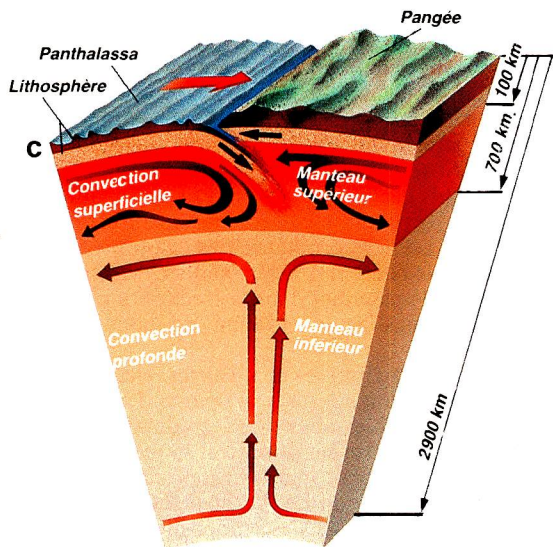
Malheureusement pour les antidérivistes, cette hypothèse ne résiste pas à l'examen d'une carte géologique, sur laquelle la composition des roches est indiquée par des couleurs différentes. Les taches colorées, de part et d'autre de l'océan, n'apparaissent pas symétriques, mais complémen-





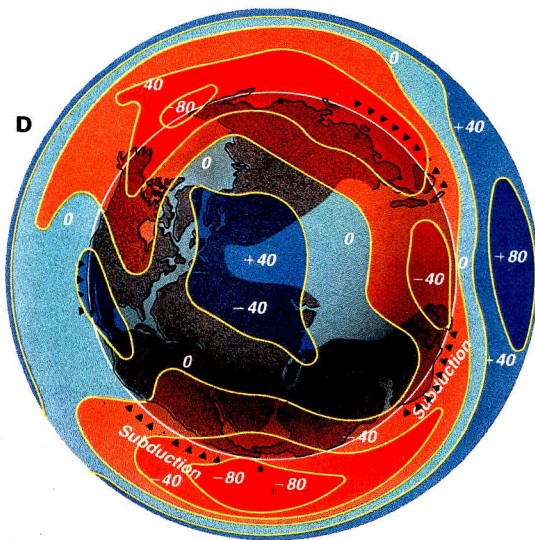
super-océan, la Panthalassa, dont un prolongement, la Téthys, s'enfonçait comme un coin dans la Pangée, la divisant en deux parties : au nord la Laurasie (Amérique du Nord et Eurasie, alors soudées), au sud le Gondwana (Amérique du Sud, Afrique, Australie, Inde, Antarctique, soudés). Pour mieux fixer les idées, on a représenté en noir les contours actuels des continents ; ils correspondent en gros aux futures lignes de fracture de la Pangée. Les pôles ne sont pas exactement à leur place actuelle, mais à celle qu'ils occupaient probablement d'après les données du paléomagnétisme.

Le pourtour du supercontinent était alors une zone de subduction ; la lithosphère océanique s'y enfonçait sous la Pangée (**dessin C**). Les courants de convection dans le manteau supérieur (essentiellement l'asthénosphère) étaient couplés mécaniquement à ceux du manteau inférieur, un peu comme les dents d'un engrenage. De même que les anomalies du géoïde, la formation du supercontinent était une conséquence du système de convection du manteau inférieur, lui-même contrôlé par la rotation de la Terre : le couplage de la convection dans



le manteau supérieur avec le système convectif du manteau inférieur, qui est unique pour toute la planète, rassemblait les continents à l'intérieur d'un seul hémisphère.

L'origine commune des deux effets apparaît clairement si on superpose à la carte de la Pangée celle des anomalies du géoïde telles que nous les connaissons maintenant (**dessin D**). Le courant ascendant dans le manteau inférieur, apportant des matériaux plus chauds et donc moins denses, engendre les anomalies négatives autour de la Pangée ; les anomalies positives, dans le plan équatorial, signalent des matériaux plus froids, donc plus denses. Mais depuis quelque 150 millions d'années, le couplage des systèmes de convection inférieur et supérieur s'est rompu. Explication : les océans dissipent la chaleur du globe quatre fois plus vite que les continents. Il y a donc eu accumulation de chaleur sous la Pangée. La lithosphère continentale,



échauffée, s'est fracturée. En même temps, la convection s'est accélérée dans le manteau supérieur. Les deux systèmes convectifs — inférieur et supérieur — ont été découplés. Les plaques lithosphériques ont dérivé en sens divers, jusqu'à la distribution actuelle des continents et des océans.

Mais il se peut que nous vivions la fin de cette période. La lithosphère océanique, refroidie et alourdie, semble plonger dans le manteau plus vite qu'elle ne se reforme au niveau des dorsales. L'étude du paléomagnétisme montre qu'il y a environ 350 millions d'années il y avait déjà un supercontinent unique, lequel s'est ensuite dispersé avant de se rassembler à nouveau. Peut-être notre planète entrera-t-elle dans une nouvelle phase de rapprochement des continents, avec retour à une Pangée.

taires : elles se raccordent comme les fragments d'une image partagée entre les pièces d'une puzzle.

Au total, l'offensive de l'ISCDS, tout en se voulant fondée sur des données récentes et des vues originales, apparaît comme un combat d'arrière-garde, le baroud d'honneur des derniers allergiques à la mobilité des continents. Leur tir est mal réglé. Il ne générerait la tectonique des plaques

que si elle n'avait pas bougé depuis le temps où elle s'est constituée, dans le cours des années 60 après la mise en évidence de l'expansion des fonds océaniques. Œuvre des océanographes, cette tectonique de papa ne s'intéressait pas trop à l'origine des continents ni à leurs transformations. Mais comme toute théorie féconde, elle a prouvé sa capacité à se dépasser elle-même et à ouvrir des



voies nouvelles aux chercheurs.

En travaillant dans le cadre de la doctrine nouvelle, les géologues l'ont incitée à se pencher plus sérieusement sur les mécanismes de l'orogénèse — la formation des montagnes — et ont contribué à faire réviser le dogme de la non-déformabilité des plaques. Exemple : les trois campagnes menées au Tibet par des équipes franco-chinoises de 1980 à 1982. Le Tibet et l'Himalaya sont la seule région du monde où l'on puisse assister actuellement au choc de deux grandes plaques portant des masses continentales : la plaque indienne et la plaque eurasiatique. Français et Chinois ont prélevé des échantillons de roches, tracé des profils sismiques, effectué des mesures magnétiques et paléomagnétiques, recueilli des vestiges paléontologiques.

L'étude de ce matériel, poursuivie l'an dernier, apporte une révélation. Jusqu'alors, dans le cadre de la tectonique des plaques, on se présentait l'Asie comme un bloc homogène dans lequel la plaque indienne aurait commencé à s'enfoncer dans un coin, il y a 40 ou 45 millions d'années. On a découvert qu'en réalité le centre et le sud de l'Asie actuelle sont faits de pièces rapportées venues se coller une par une à la plaque primitive, les plus anciennes étant placées le plus au nord, l'Inde étant seulement la plus récente. Ces morceaux aujourd'hui soudés à l'Asie peuvent être d'origine très différente. L'un d'eux, situé au nord des vallées de l'Indus et du Brahmapoutre, vient très probablement du Pacifique. Ces vallées marquent la suture de l'Inde avec le reste de l'Asie. Au nord de la suture, la croûte continentale est constituée d'écailles qui se superposent comme des écailles de poisson : l'endroit où une écaille glisse sous sa voisine est marqué par une faille de chevauchement. Comprimée par la poussée de l'Inde, la masse continentale rétrécit horizontalement et s'étend en hauteur : au Tibet la croûte continentale est épaisse de 40 à 70 kilomètres, alors qu'ailleurs son épaisseur moyenne est de 35 kilomètres.

L'idée que les continents sont des patchworks de morceaux venus d'un peu partout avait déjà été avancée à propos de l'Amérique. Les sutures pourraient rejouer de temps à autre comme des failles, ce qui expliquerait que la Chine connaisse de violents séismes bien qu'elle ne soit pas située en bordure de plaque. Ainsi, notons-le, se trouve ruiné un des arguments "forts" des adversaires de la tectonique des plaques, lesquels ont reproché à celle-ci de ne pas expliquer comment des tremblements de terre peuvent se produire à l'intérieur d'une plaque continentale.

La répartition des volcans pose, il est vrai, un problème plus délicat. Selon la doctrine universellement admise, l'activité volcanique se concentre aux frontières des plaques, soit dans les dorsales océaniques, soit dans les zones de subduction. Dans le premier cas les laves, faites surtout de basaltes, montent du manteau. Dans le second cas elles proviennent de la plaque plongeante, partiellement fondue par la chaleur issue de sa friction avec la plaque sous laquelle elle plonge. La lave contient alors des andésites, roches plus légères

faites de basaltes et de granit. Mais il existe des volcans aberrants, situés en plein milieu d'une plaque continentale, comme ceux du Tibesti, en plein Sahara.

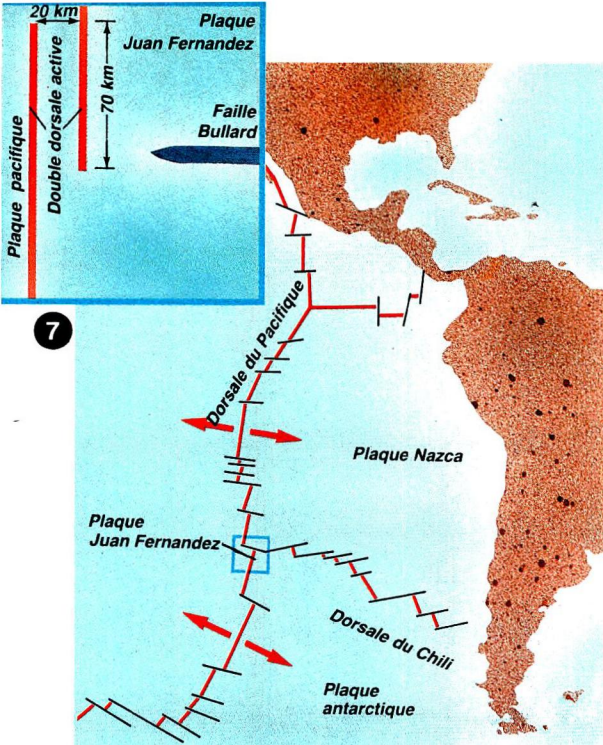
La tectonique des plaques, ici, serait-elle en défaut ? L'hypothèse des "points chauds" lui vient en aide. Développée par Kevin Burke et Tuzo Wilson, elle s'appuie sur l'existence, en plus d'une centaine d'endroits, d'affleurements volcaniques étalés en panaches, dont la position semble à peu près immuable à la surface du globe. On en observe non seulement sur les continents, mais aussi au fond des océans, où ils peuvent coïncider avec une dorsale. Les laves sont basaltiques, comme celles des dorsales, mais avec une plus forte teneur en métaux alcalins (lithium, sodium, potassium). Elles proviendraient de régions très profondes du manteau. Une plaque qui dérive passe au-dessus des points chauds sans les entraîner avec elle ; ils y laissent leur signature sous la forme d'une traînée de volcans, d'autant plus anciens que leur emplacement actuel est plus éloigné du point chaud.

Au Tibesti et sur d'autres points chauds africains, on n'observe pas de traînées, mais dans un même groupe de volcans des cratères plus ou moins récents, voire des empilements de lave d'âge différent. Burke et Wilson en concluent que la plaque africaine n'a pas bougé depuis une trentaine de millions d'années. Lowman ne manque pas de s'emparer de cette conclusion : si l'Afrique n'a pas bougé, dit-il, c'est tout simplement qu'il n'y a pas de dérive des continents. Il néglige le fait que le volcanisme intra-plaques ne représente que 1 % des volcans connus, les 99 % restants se trouvant bel et bien aux frontières des plaques. Burke et Wilson sont d'ailleurs des dérivistes convaincus : considérant les points chauds du manteau comme les seuls repères relativement fixes à la surface du globe, ils s'en servent pour reconstituer les déplacements relatifs des plaques (y compris les plaques continentales) et leurs changements de direction dans le passé, selon la géométrie des calottes sphériques. Enfin ils pensent que les points chauds ont pu jouer un rôle essentiel dans la fracturation des continents anciens et la création de nouveaux océans.

Qu'on accepte ou non ces conjectures, c'est dans le manteau qu'il faut chercher la source d'énergie qui agit et remodèle sans cesse les continents et les océans. Dans sa forme primitive, la tectonique des plaques ne spéculait que les propriétés physiques de la lithosphère et de l'asthénosphère. Aujourd'hui elle s'intéresse à la composition et aux hétérogénéités chimiques du manteau, aux mécanismes de convection dans les roches semi-fluides, à la radioactivité. Elle ne perd pas de vue pour autant — bien au contraire — les faits parfois surprenants que continue d'apporter l'exploration des océans.

En mars 1983, une mission menée, à bord du navire *Thomas Washington* de la SIO (Scripps Institution of Oceanography) de l'université de Californie, conjointement par l'équipe américaine de H. Craig, de la SIO, et l'équipe française de J.





**Une découverte : deux dorsales actives, parallèles et très proches, mais non reliées par un système de failles transformantes.**

Francheteau, de l'Institut de physique du globe de Paris, a exploré la dorsale du Pacifique au sud de l'île de Paques<sup>(3)</sup>. Les sondages de profondeur ont révélé un fossé d'effondrement (*rift valley*) et précisé les limites d'une microplaque baptisée Juan Fernandez (*dessin 7*), dont les mesures sismiques faisaient déjà soupçonner l'existence. Elle est bordée à l'ouest par la dorsale du Pacifique, au nord par une zone de fractures, la faille transformante Bullard, à l'est par la *rift valley*, au sud par la dorsale du Chili, qui sépare la plaque de Nazca de la plaque antarctique. L'événement sensationnel est la découverte, au nord de la microplaque, d'une structure unique en son genre. La dorsale du Pacifique, dont la vitesse d'ouverture est la plus élevée qu'on connaisse dans le monde (180 km par million d'années), se dédouble là en deux rides parallèles séparées d'une vingtaine de kilomètres sur une longueur de près de 70 km. Elles sont toutes deux actives, émettant du basalte et du méthane.

Contrairement à tout ce qu'on pouvait attendre, la dorsale double n'est pas reliée à la faille Bullard, dont l'extrémité est pourtant très proche. C'est la première fois qu'on observe dans l'océan deux dorsales actives, parallèles et proches, sans qu'elles soient apparemment reliées à un système de failles transformantes. La théorie classique suppose que toutes les frontières entre plaques sont connectées. Est-on là en présence d'une phase transitoire, dans

un contexte de déplacement très rapide des plaques ? Une étude directe du terrain, par un engin submersible, résoudra peut-être l'énigme.

L'activité théorique n'est pas moins foisonnante que l'exploration. La dernière grande hypothèse liée à la tectonique des plaques vient d'être présentée au début de l'année par Xavier Le Pichon et Philippe Huchon. On pourrait l'appeler, en raison de la comparaison qu'elle utilise pour décrire les anomalies de la forme de notre planète, la "théorie de la balle de tennis" (voir encadré page 30). L'actuelle tectonique des plaques n'apporte pas beaucoup plus de certitude que le modèle de Wegener sur ce qu'a pu être la face de la Terre dans un passé plus reculé que 180 ou 200 millions d'années, époque où l'on croit que la Pangée a commencé à se disloquer. Depuis quand les mécanismes de la tectonique des plaques agissent-ils comme ils font aujourd'hui ? L'expansion des fonds océaniques s'est-elle toujours faite à la même vitesse ? Plus elles remontent dans le temps, plus les sciences de la terre sont hésitantes. Le Pichon et Huchon leur offrent un modèle selon lequel il se serait établi une alternance entre les périodes où les continents s'éloignent les uns des autres et ceux où ils se rapprochent (voir dessins p. 28). Il y aurait déjà eu une Pangée au dévonien, il y a 350 millions d'années. Elle se serait brisée et dispersée, avant de se rassembler à nouveau et de se fracturer encore une fois. S'il était validé, un tel modèle autoriserait une paléogéographie globale allant fort loin dans le passé... et prévoyant l'avenir.

Face à ce bouillonnement d'idées, comment peuvent réagir les derniers partisans de la fixité des continents ? Leur ultime espoir est que des mesures précises des distances intercontinentales, effectuées sur plusieurs années, révèlent que ces distances ne changent pas. Il y a peu de temps encore, la géodésie était impuissante à mesurer des distances de plusieurs milliers de kilomètres avec une marge d'erreur inférieure à quelques centimètres, ce qui est l'ordre de grandeur attribué à la dérive annuelle des continents. Deux technologies récentes sont aujourd'hui sur les rangs. La première utilise les ondes radio émises par les objets les plus lointains de l'Univers, les quasars ; l'autre, la réflexion d'une impulsion laser sur un miroir porté par un satellite artificiel. La NASA et l'université du Texas procèdent cette année à des essais de mesure par laser des distances séparant l'Amérique du Sud de diverses îles du Pacifique. Pour les ondes quasars, un réseau de stations est en cours d'installation au Japon, en Chine, en Italie, en RFA et en Californie.

En dehors du dernier carré des antidérivistes, tous les spécialistes sont convaincus qu'on arrivera bientôt à mettre en évidence les déplacements relatifs des masses continentales. Les Japonais sont spécialement intéressés : ils voudraient bien savoir quand la Basse-Californie aura rejoint l'archipel nippon. Comme de toute façon sa vitesse ne dépasse pas quelques centimètre par an, ils ont le temps de la voir venir...

**Michel ROUZÉ ■**

(3) L'Union américaine de géophysique vient d'élire Jean Francheteau comme membre titulaire. En même temps elle a décerné à Xavier Le Pichon une de ses trois médailles annuelles (celle qui est réservée à l'océanographie).



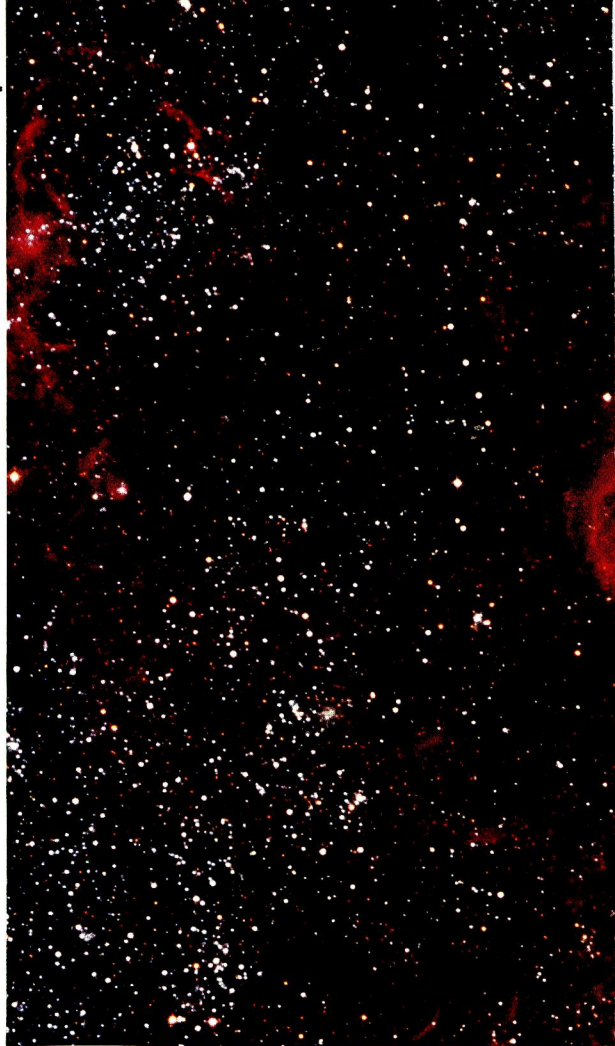
# LA VIE INTIME DES SUPER-STARS

*Longtemps ignorées, parce qu'incomprises par les astronomes, les étoiles super-massives commencent à révéler certains aspects de leur anatomie et de leurs mœurs. Elles restent encore avares de détails sur leur naissance, mais bientôt elles ne pourront plus rien nous cacher...*

● Jusqu'à une époque très récente les astronomes se représentaient la communauté des étoiles un peu à l'image de la leur. Ils la tenaient pour terne dans son ensemble et se consolait en pensant que, tout comme les génies de ce bas monde, les astres superbrillants sont également extrêmement rares sinon inexistantes au royaume des cieux. Piètre consolation !

Il est vrai qu'ils avaient toutes les raisons de croire à la médiocrité des astres. Nous sommes en effet entourés de naines rouges, étoiles extrêmement faibles et malingres (voir *Science & Vie*, n° 800, p. 66 : "Le ciel est plein d'étoiles séniles"). Et de l'extrapolation de cette "misère" du voisinage du système solaire il n'y a qu'un pas à franchir pour conclure à la débilité générale.

Les arguments théoriques ne manquaient d'ailleurs pas pour conforter les astronomes dans cette voie pessimiste. Les étoiles les plus brillantes sont également celles qui sont les plus massives. Or les théories en vigueur imposaient une limite supérieure à la masse des étoiles. On estimait qu'un astre dont la masse serait 60 fois celle du Soleil, souffrirait d'une instabilité chronique et ne serait donc pas viable.



Mais les observations récentes devaient contredire ces belles théories, donnant une fois de plus une leçon de modestie aux astronomes en bouleversant leur vision quelque peu anthropomorphique du monde céleste. Aujourd'hui l'existence d'étoiles dont la masse dépasse cent fois la masse solaire n'est plus un mythe. Plusieurs astres de cet accabit ont été découverts dans notre Voie lactée et dans les galaxies voisines de la nôtre. Quelques "monstres sacrés" se distinguent même par des masses de l'ordre de 1 000  $M_{\odot}$  ( $M_{\odot}$  étant la masse du Soleil) et des luminosités égales à 10 millions de fois celle du Soleil. Quant aux étoiles de 60 masses solaires, elles n'ont rien de grandes stars. Ce ne sont que des starlettes tout à fait banales : une étoile sur un milliard environ (ce qui n'est pas négligeable) possède cette masse qu'on pensait fatidique.

Ces observations inattendues remirent en cause les théories de l'évolution stellaire. Et il fallait à tout prix essayer de comprendre comment font ces astres géants pour garder leur équilibre, alors que, déjà, la vie d'une étoile de taille normale ne paraît pas simple. Deux forces antagonistes tiraillent cette dernière en permanence : d'une part la gra-





**Radcliff 136a**  
(flèche),  
dans la galaxie du  
Grand Nuage  
de Magellan,  
voisine de la nôtre.  
Cette étoile serait  
2 000 fois plus massive  
que le Soleil  
et 10 à 20 fois  
plus brillante  
qu'Eta Carinae,  
l'astre le plus  
éclatant  
de notre Galaxie.

vitité tend à contracter l'étoile sur elle-même ; d'autre part le gaz stellaire, obéissant à une tendance naturelle des gaz, essaie d'occuper le plus grand volume possible et tend donc à dilater l'astre. À cette pression gazeuse s'ajoute une pression de radiation due aux photons libérés au cours des réactions thermonucléaires du cœur, et, qui, en voulant s'échapper à "l'air libre", exercent également une poussée vers l'extérieur.

Tout au long de sa vie, l'étoile va continuellement s'adapter pour que l'équilibre entre la gravitation et les forces de pression soit constamment maintenu. Dans ce combat, l'opacité de la matière de l'astre joue un rôle fondamental. En effet si le gaz stellaire est transparent, les photons créés dans le cœur le traversent sans problème et l'énergie s'évade rapidement ; si au contraire le gaz est opaque les photons subissent de nombreuses collisions avant d'atteindre la surface, et l'énergie met très longtemps à sortir. Ainsi l'opacité de la matière contrôle le débit d'énergie et par conséquent la luminosité de l'étoile.

**Pour maintenir l'équilibre vital de l'étoile**, un mécanisme autorégulateur empêche le réacteur stellaire de s'emballer :

- Si les réactions nucléaires produisent plus d'énergie que ne peut rayonner l'étoile, alors la pression remporte une victoire provisoire sur la gravitation. Sous sa poussée l'astre gonfle, ses régions extérieures se diluent, deviennent plus transparentes et permettent l'évacuation rapide du trop plein de photons. L'expansion affecte également le cœur. Moins comprimé, celui-ci devient plus froid. L'abaissement de température réduit énormément le taux des réactions thermonucléaires, et par là même, le débit d'énergie, et finalement stabilise le système.

- Si au contraire les réactions produisent trop peu d'énergie, la gravitation prend le dessus, et sous son poids l'étoile se contracte. Son gaz se comprime, s'échauffe et le taux des réactions thermonucléaires dans le cœur augmente. La pression de radiation "repren du poil de la bête" et l'équilibre se rétablit.

Cependant, plus l'étoile est massive, moins elle a de contrôle sur elle-même. Sa pression de radiation a beaucoup de mal à compenser sa forte gravité (qui est proportionnelle à la masse). Dans les années 1920 l'astronome A.S. Eddington a montré que l'équilibre des étoiles très massives est



précaire, leur énergie de liaison (énergie qui, comme le nom le suggère, assure la cohésion de l'ensemble) étant quasiment nulle. En effet, la moindre variation du débit d'énergie dans un objet faiblement lié peut provoquer des pulsations de très grandes amplitudes. Or les réactions thermonucléaires dans le cœur des étoiles très massives sont très sensibles aux changements de température. Les variations du débit d'énergie ne peuvent donc y être que très fréquentes ; et il faut s'attendre à ce que les astres corpulents soient victimes de tremblements violents.

P. Ledoux, M. Schwarzschild et R. Härm ont calculé en 1959 que sur une étoile de masse supérieure à 60 M<sub>o</sub> ces tremblements auraient un effet désastreux. Sous le coup des vibrations l'astre devrait soit éjecter son enveloppe extérieure et maigrir du même coup, soit se déchiqueter en mille morceaux. Par conséquent aucun astre de cette masse ne pourrait décemment survivre. Et pour rester conforme à cette théorie, jusqu'en 1970 les astrologues ont continué à nier purement et simplement l'existence des étoiles très massives.

Pendant quelques objets célestes qu'ils observaient paraissaient vraiment ne pas vouloir se plier aux exigences de la théorie. Notamment dans certains couples d'étoiles, un des compagnons semblait avoir une masse suspecte. Mais on pouvait toujours s'en sortir au bénéfice du doute. La luminosité des étoiles dans notre Galaxie est en effet sujette à caution : d'une part, on ne sait pas bien évaluer la distance de ces corps célestes qui s'y trouvent ; d'autre part, les poussières interstellaires <sup>(1)</sup> obscurcissent en grande partie notre disque galactique.

Mais en 1960 M.W. Feast et ses collaborateurs découvrirent des objets extrêmement lumineux dans le Petit et le Grand Nuage de Magellan, deux galaxies satellites de la nôtre. Cette fois on connaissait parfaitement la distance de ces deux galaxies qui, en outre, ne sont presque par poussées. Les deux obstacles aux mesures de la luminosité intrinsèque étaient donc levés, et on

observait bien plusieurs astres suffisamment brillants pour avoir une masse d'environ 100 M<sub>o</sub>. On admit donc l'existence de ces gros gabarits.

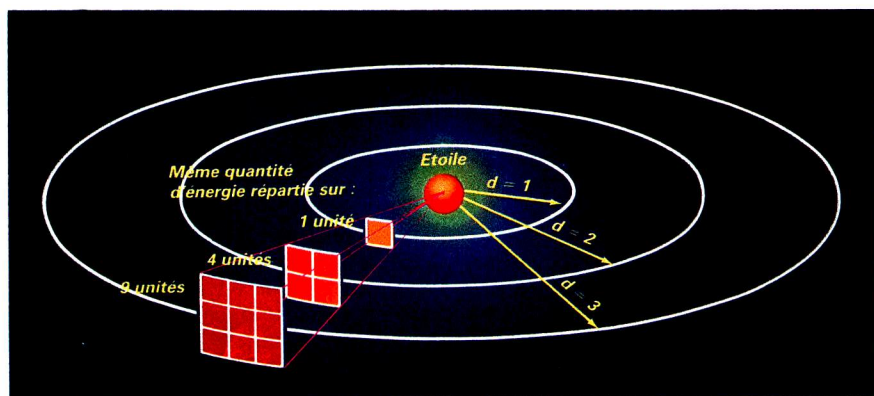
Mais plutôt que de remettre la théorie complètement en cause, les astronomes procédèrent à quelques remaniements théoriques. Il s'arrangèrent pour faire passer la limite de Ledoux-Schwarzschild-Härm de 60 à 100 M<sub>o</sub>. Hélas ces artifices de calcul ne devaient pas suffire : bientôt on découvrit des étoiles plus massives encore : au-delà de 1 000 M<sub>o</sub>.

Certaines d'entre elles ont des "personnalités très fortes". Enfin, leurs caractéristiques et leur comportement donnèrent quelques indices sérieux sur la vraie nature des étoiles super-massives. Pour mieux comprendre leur façon de vivre, on s'attache à étudier une à une ces individualités célestes. La plus proche de nous se trouve dans la constellation de la Carène. Elle appartient à une association d'étoiles qui se loge au creux d'un bras vigoureux de notre Galaxie. Cette "super-star" se nomme Eta Carinae, mais on l'appelle plus familièrement par son diminutif,  $\eta$  Car.

**Eta Carinae** est entourée de toute une cour d'étoiles plus brillantes les unes que les autres. Six d'entre elles affectent même un genre très particulier. Elles sont de type O3, c'est-à-dire qu'elles sont rarissimes (on n'en connaît que dix en tout), extrêmement chaudes, mais très peu évoluées. La plus brillante de ces étoiles du type O3, HD 93 129 A, est probablement cinq millions de fois plus lumineuse que notre Soleil. Elle rivalise d'éclat avec  $\eta$  Car elle-même. Ce sont les deux étoiles les plus brillantes que l'on connaisse à ce jour.

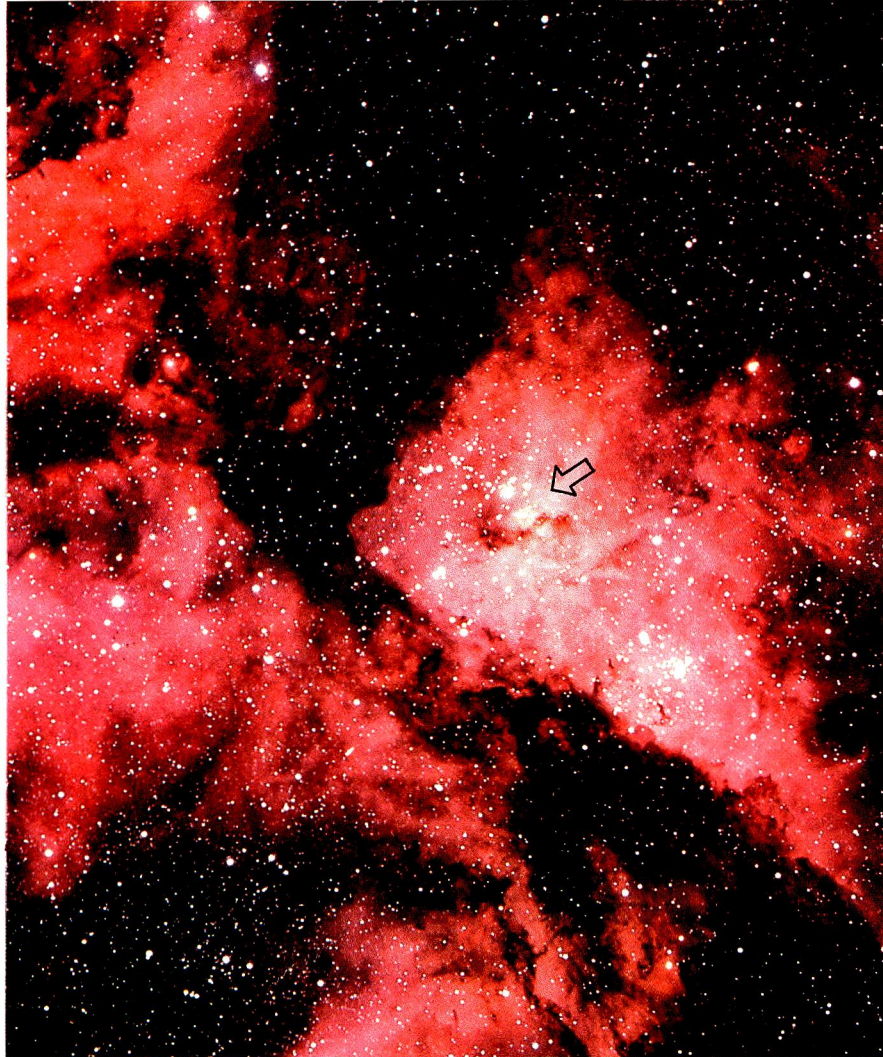
Toutefois c'est  $\eta$  C qui est devenue célèbre la première. Sa carrière fulgurante a commencé au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle. On ne sait pas grand-chose de son histoire d'avant 1830. Il est vrai qu'elle n'est visible que dans le ciel austral et qu'à cette époque il n'y avait aucun observatoire dans l'hémisphère Sud. Entre 1836 et 1858, elle réussit à se faire remarquer par des variations étonnantes et durables d'éclat. En 1843, elle devint, l'espace de quelque temps, la deuxième étoile la plus brillante du ciel. Plus tard, entre 1858 et 1870, sa luminosité apparente baissa considérablement. Elle s'éteignit de manière tout aussi surprenante qu'elle s'était

(1) Grains solides de très faibles dimensions (de l'ordre du micron, millionième du mètre) composés de silicates, de graphite, de glace, etc. Ils absorbent, diffusent ou polarisent la lumière des étoiles.



**La luminosité intrinsèque ("L") d'une étoile est inversement proportionnelle au carré de sa distance ("d"). Elle se calcule à partir de l'éclat ("E") qui nous en parvient, avec la formule  $E = L/4\pi d^2$ . Il est évident que toute imprécision dans l'évaluation de la distance fausse la valeur de "L".**





*Eta Carinae, la vedette de notre Voie lactée. Cette étoile super-massive (flèche), au centre de la nébuleuse de la Carène, est environ 5 millions de fois plus lumineuse que notre Soleil.*

réveillée précédemment. Puis elle sembla se stabiliser pendant quelque temps. Sa luminosité resta constante, en dehors d'une ou deux crises très brèves. Mais l'année 1940 sembla marquer un tournant dans sa vie ; et depuis, elle mène grand train et son éclat ne fait que croître.

Aujourd'hui Eta Carinae est enveloppée dans une petite nébuleuse de gaz et de poussière, une sorte de voile qui recouvre pudiquement son gigantesque corps. Ce châle céleste claque au vent, un vent de matière que l'étoile souffle en permanence. Le châle vole dans l'espace à une vitesse de plusieurs centaines de kilomètres par seconde. Très certainement, la matière dont il est "tissé" a elle-même été éjectée par l'étoile au cours d'une explosion. Vraisemblablement sa masse se situe entre 0,1 et 1 Mo. Et si l'on en juge par la multitude de nébulosités qui l'entourent, les crises explosives de  $\eta$  Car ne datent pas d'hier. Toute cette matière n'a pu être éjectée en une fois ; très certainement plusieurs explosions ont secoué sa gigantesque surface avant même les années 1800. Encore maintenant de la matière continue à s'écouler d'elle.

L'extinction apparente qui s'est produite en 1858

et 1870 s'explique facilement par la présence du châle. Des grains de poussières se seraient infiltrés dans la matière en expansion, ils se seraient pris dans ses mailles et auraient partiellement caché la "star". Ce châle est d'ailleurs toujours très poussiéreux. On le voit à son intense émission infrarouge. Les grains de poussière absorbent en effet la lumière visible et ultraviolette émise par l'étoile et, légèrement réchauffés, rayonnent dans l'infrarouge.

Eta Carinae et sa courtisane HD 93 129 A sont nées dans la même région du ciel. Elles sont tout aussi brillantes et massives l'une que l'autre. Cependant l'analyse du spectre de  $\eta$  Car révèle qu'elle est beaucoup plus froide que sa rivale. Sa température de surface serait de 30 000 degrés Kelvin à peine. De plus,  $\eta$  Car se montre beaucoup plus instable.

Pourquoi ces différences de caractères ? L'explication la plus raisonnable est que ces deux étoiles n'ont pas atteint le même degré d'évolution. HD 93 129 A serait dans la force de l'âge, tandis que  $\eta$  Car serait, soit très jeune et son cœur n'aurait pas encore réchauffé sa surface, soit au contraire très vieille et, un pied dans la tombe, elle serait à



moitié refroidie. Les astronomes penchent actuellement en faveur de la seconde de ces deux hypothèses. Car le gaz craché par  $\eta$  Car est riche en azote. Or cet élément est le fruit des entrailles de l'étoile. Celle-ci a donc eu le temps non seulement d'engendrer de l'azote dans son cœur, mais également de le faire remonter jusqu'à sa surface d'où elle le vomit. Le brassage du gaz stellaire étant très lent et la vie d'une étoile massive étant relativement courte, on en déduit que  $\eta$  Car est presque à l'agonie.

Quant aux raisons de son instabilité, il faut avouer qu'on ne les comprend pas très bien. Peut-être la gigantesque étoile a-t-elle un compagnon invisible qui provoque en elle des réactions épidémiques lorsqu'il l'approche. En la frôlant il exercerait sur elle une attirance particulière et lui arracherait de la matière violemment, par effets de marée.

Quoi qu'il en soit, au cours des derniers siècles  $\eta$  Car a perdu une grande partie de sa masse. En moyenne elle a jeté à tous vents entre 1/1 000 et 1/10 de  $M_{\odot}$  par an. À ce rythme, elle risque fort de dépenser, en pure perte, la majeure partie de sa masse en moins de 100 000 ans. Certes la vie d'une "star" massive est de toute façon éphémère (quelque 3 millions d'années tout au plus, ce qui est très peu puisque les petites étoiles peuvent vivre quelque milliards d'années — voir *Science & Vie* n° 800, p. 66). Ce n'est pas une raison pour perdre cette vie encore plus vite en gaspillant bêtement sa matière. Il est difficile de comprendre ce comportement suicidaire. Mais de toute évidence  $\eta$  Car atteint une étape critique de son évolution.

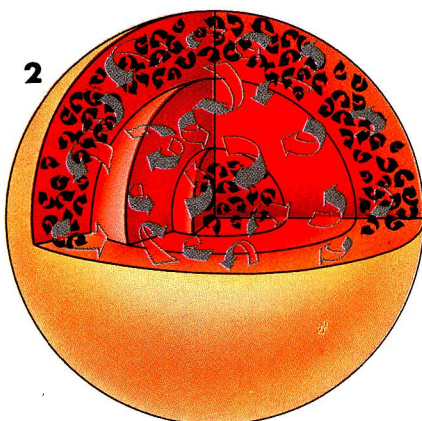
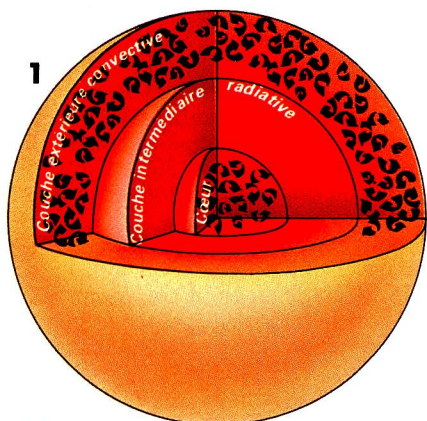
**PCygni**, ou PCyg pour les intimes, est une autre étoile super-massive de notre Galaxie. C'est au XVII<sup>e</sup> siècle qu'on la vit pour la première fois briller de mille feux. Puis son éclat ne fluctua plus guère. Aujourd'hui sa luminosité est un million de fois celle du Soleil et sa température de surface n'atteint que les 20 000° K à peine. Elle aussi perd de la matière à flot continu. Mais bien qu'elle semble aussi avoir les mêmes caractéristiques que  $\eta$  Car, PCyg peut difficilement se comparer à elle, étant nettement plus froide, moins massive et moins lumineuse. Indiscutablement Eta Carinae est la vedette de notre Voie lactée.

En revanche, dans les autres galaxies on observe des étoiles beaucoup plus éclatantes qu'elle. En particulier dans le Grand Nuage de Magellan, au cœur d'une nébuleuse géante du nom de 30 Doradus (appelée aussi nébuleuse de la Tarentule), on trouve Radcliff 136 a (R 136 a), un objet céleste que l'on imagine supermassif.

**Radcliff 136 a** inonde la nébuleuse 30 Doradus de ses rayons ultraviolets ionisant ainsi son gaz. Si l'on en croit les récentes estimations de Cassinelli, R 136 a serait une étoile dont la température de surface atteindrait 60 000° K et dont la luminosité dépasserait celle de  $\eta$  Car d'un facteur 10 ou 20. Sa masse serait plus étonnante encore : pas moins de 2 000  $M_{\odot}$ .

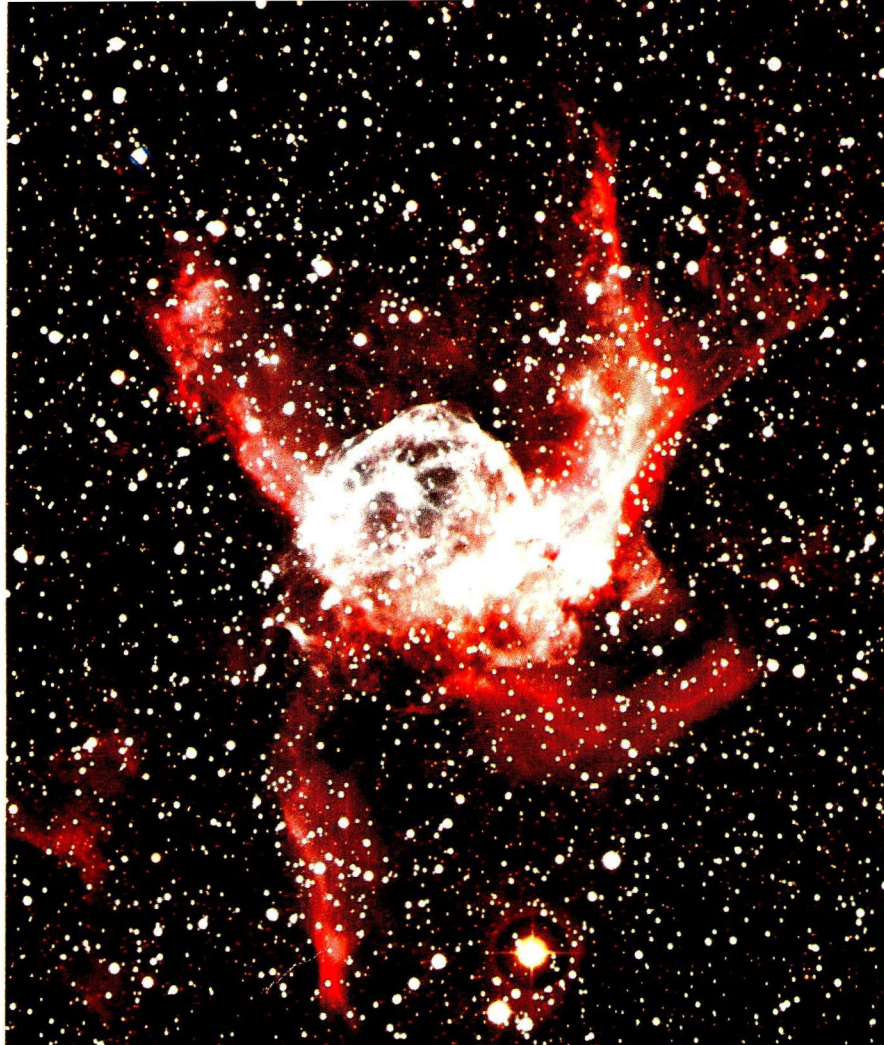
Certains astronomes restent cependant incrédules. R 136 a est-elle vraiment un objet unique et non un amas très serré d'étoiles ? Question légitime car tout ce que l'on sait c'est que la taille de R 136 a ne peut être supérieure à 0,005 pc, soit 1 000 fois la distance Terre-Soleil. Certes, dans un espace de cette dimension on ne peut caser plus de 10 étoiles ; il n'empêche que R 136 a pourrait très bien être un système de deux ou trois astres géants et non une super-star solitaire. Quelques doutes subsistent également quant à sa température de surface. Bref, le cas de cette étoile n'est pas clair. Mais, quoi qu'il en soit, R 136 a n'est pas un objet céleste ordinaire. Et les avis les plus modérés s'accordent pour dire que c'est, soit une étoile unique dont la masse est comprise entre 500 et 1 200  $M_{\odot}$ , soit un système composé de 2 ou 3 étoiles géantes dont les masses varient entre 200 et 1 000  $M_{\odot}$ . Et dans les deux cas on est largement au dessus des 60 ou 100  $M_{\odot}$  de la théorie.

**Pour expliquer l'existence de toutes ces super-stars**, il fallut donc bousculer quelques idées reçues. Jusqu'ici on s'imaginait que les réactions thermonucléaires n'affectaient que le cœur des étoiles. Celles-ci, pensait-on, restaient calmes extérieurement. Seul leur cœur était en permanence chaviré par des mouvements convectifs et se transformait progressivement d'hydrogène en hélium (?). En revanche la composition des couches extérieures reste inchangée puisqu'elle n'étaient pas le siège d'aucune réaction thermonucléaire et ne de-



On croyait jusqu'ici que seuls le cœur et la couche de surface d'une étoile massive étaient animés de mouvements de convection, et qu'ils étaient isolés l'un de l'autre par une couche intermédiaire très calme (1). On pense aujourd'hui qu'un mouvement convectif plus lent brasse toute la masse de l'étoile, faisant remonter vers la surface les éléments engendrés dans le cœur (2).





**Super-star au cœur nu, une étoile de Wolf-Rayet est un astre massif qui a perdu la matière de son enveloppe et qui n'est plus constitué que d'un noyau riche en hélium.**

vaient pas être touchées par la convection. Les étoiles gardaient, pensait-on, une carapace d'hydrogène.

Mais les astronomes s'aperçurent au cours des quinze dernières années que les étoiles super-massives, comme nous l'avons vu pour  $\eta$  Carinae, n'étaient pas calmes en surface. Elles avaient tendance à semer leur matière extérieure à tous les vents. Ces "vents stellaires" furent étudiés par diverses techniques et à différentes longueurs d'ondes (de l'infrarouge aux rayons X, en passant par l'U.V. et les ondes radio). Ils se révélèrent extrêmement violents. Et désormais on tient compte des pertes de masses par vents stellaires dans les calculs théoriques, en même temps qu'on essaie de comprendre leur origine.

L'importance que peut revêtir la perte de masse dans la vie d'une étoile apparaît de manière frappante chez les étoiles de Wolf-Rayet. Ces astres très massifs possèdent deux caractéristiques très particulières. D'une part leur vent stellaire est le

(2) À sa naissance, une étoile est entièrement faite d'hydrogène ; ce sont les réactions thermonucléaires du cœur qui engendrent des éléments de plus en plus lourds.

plus intense que l'on connait. D'autre part leur surface brûlante, à l'inverse des autres étoiles, est pauvre en hydrogène mais riche en hélium et en azote ou en carbone. Explication : leur vent stellaire a vidé ce type d'étoiles de leur masse ne laissant qu'un noyau enrichi en hélium et éléments lourds.

Sans être aussi excessives que les Wolf-Rayet, les étoiles super-massives peuvent également trouver leur équilibre en dépensant continuellement une partie de leur masse. Des calculs ont d'ailleurs montré qu'une éjection continue de matière pouvait effectivement les empêcher d'exploser. Toutefois, les taux de perte continue de masse observés ne suffisent pas à expliquer complètement l'équilibre apparent des étoiles super-massives. D'ailleurs  $\eta$  Car, PCyg et la plupart des "super-stars" ne sont pas toujours d'humeur égale. De temps en temps elles explosent et se débarrassent alors d'un seul coup de grandes quantités de gaz.

On s'explique ces crises de violence de la manière suivante : Lorsque l'astre se trouve au bord du gouffre, prêt à craquer, il se libère de quelque pour cents de sa masse. Cela le calme temporei-

(suite du texte page 154)



# "SATURNE" SE TAILLE LA PART DU ION (LOURD) !

*Après les Américains et les Soviétiques, les Français ont obtenu, le 5 mars dernier, leurs premiers ions lourds relativistes. Cela s'est passé à Saclay, à l'accélérateur de particules "Saturne". Grâce à ces ions, les physiciens vont pouvoir poursuivre l'exploration d'une contrée déjà très visitée, exploitée même, mais toujours mal connue : le noyau de l'atome.*

● Pour comprendre ce qu'est un ion lourd relativiste, il suffit de décomposer la locution. C'est d'abord un ion, c'est-à-dire un atome possédant une charge électrique. Ensuite, cet ion est lourd, c'est-à-dire que son noyau compte plus de 12 nucléons (protons et neutrons). Enfin, cet ion lourd est relativiste, c'est-à-dire qu'il est animé d'une vitesse proche de celle de la lumière, et obéit de ce fait aux lois de la relativité d'Einstein.

En termes plus imagés, un ion lourd relativiste est en quelque sorte un poids lourd sur lequel on aurait monté un moteur de formule 1. Et cela dans le seul but de le catapulter contre un autre poids lourd à l'arrêt, autrement dit contre un atome lourd de la "cible". Il ne viendrait à l'idée de personne, dans la vie courante, d'envoyer un mastodonte percuter un autre mastodonte uniquement pour voir les châssis et les moteurs voler en éclats. Eh bien, les physiciens, eux, sont friands de ces collisions titanesques : des débris projetés de toutes parts, ils tirent d'intéressantes conclusions sur la structure du camion — pardon, du noyau de l'atome — et sur son comportement dans des conditions exceptionnelles.

Mais pour réaliser ces formidables télescopes,

il faut d'abord disposer d'ions lourds, ensuite les accélérer à des vitesses prodigieuses, enfin les diriger avec précision sur une cible. Cela suppose toute une série d'opérations compliquées et un parc de machines plus sophistiquées les unes que les autres. Nous allons donc examiner en détail et ces opérations et ces machines.

Pour fabriquer un ion lourd, il suffit de dépouiller de ses électrons un atome lourd. Question préliminaire : pourquoi utiliser des ions plutôt que des atomes ordinaires avec leurs couronnes d'électrons ?

Réponse : parce qu'il est beaucoup



*prenez un atome, arrachez lui des électrons...*



*accélérez-le ...*

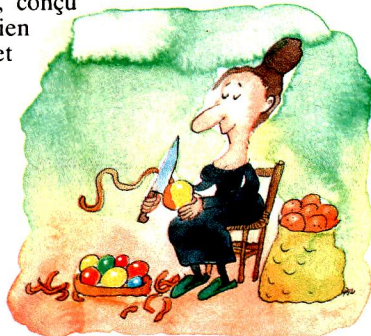


plus facile d'accélérer un corps chargé électriquement. Il suffit en effet de le placer dans un champ électrique, c'est-à-dire entre deux éléments conducteurs entre lesquels existe une différence de potentiel, pour qu'il acquière une énergie qui va se traduire par un accroissement de sa vitesse (1). C'est là le principe de base de tous les accélérateurs de particules, qu'ils activent des électrons, des protons ou des ions.

L'atome, on le sait, est électriquement neutre. Mais, si on lui enlève des électrons, c'est-à-dire des corpuscules porteurs d'une charge électrique négative, il se transforme en ion chargé positivement, et devient donc susceptible d'être accéléré.

À Saclay, l'"épluchage" des atomes destinés à l'accélérateur *Saturne* se fait dans un générateur d'ions dénommé CRYEBIS (voir dessin page 44). Ce générateur, conçu

par un physicien soviétique et construit par des ingénieurs et des techniciens d'Orsay, est actuellement l'une des sources d'ions les plus performantes du monde. Il



*Cryebis épluchant des atomes*

donne des noyaux totalement "épluchés" de masse respectable, puisqu'il traite actuellement jusqu'à l'argon, dont le noyau est composé de 40 nucléons, et qu'il le dépouille intégralement de ses 18 électrons. De plus, il fournit des ions à de grandes densités, autrement dit en grande quantité.

Le "déchabillage" intégral des ions présente deux avantages :

1° Il permet de mieux les accélérer, car l'énergie qu'ils acquièrent dans un champ électrique est proportionnelle à leur charge. Or, plus ils ont perdu d'électrons négatifs, plus ils sont chargés positivement.

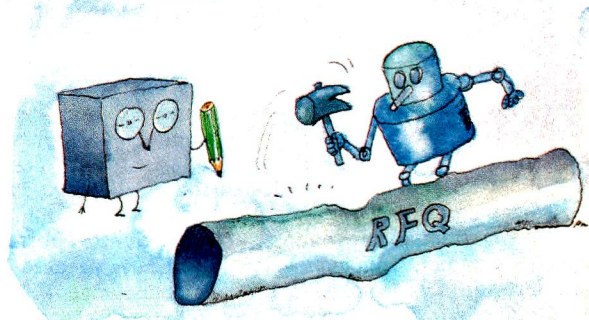
2° Il évite que des électrons subsistants ne soient arrachés en cours d'accélération à l'occasion d'un choc avec une molécule de gaz résiduel, ce qui aurait pour effet de dévier l'ion de sa trajectoire. Il faudrait en effet réaliser un vide extraordinairement poussé pour que les ions n'aient qu'une faible probabilité de rencontrer une molécule de gaz durant les quelques centaines de milliers de tours qu'ils effectuent dans l'"anneau" de l'accélérateur. Or, les pressions atteintes aujourd'hui, qui pourtant ne dépassent pas

$10^{-10}$  atmosphère, sont encore trop élevées pour éliminer ce risque.

Comme l'indique le sigle CRYEBIS (Cryogenic electron beam ion source : source cryogénique d'ions par faisceau d'électrons), c'est un fort courant d'électrons — un canon à électrons — qui "déchabille" progressivement les atomes introduits sous forme gazeuse dans une chambre ultravide plongée dans de l'hélium liquide. Le faisceau d'électrons agit un peu à la manière d'un jet de sable dirigé sur des blocs de pierre à nettoyer : ce qui rend le "déchabillage" possible, c'est le fait que chaque électron du faisceau transporte une énergie bien supérieure à l'énergie de liaison qui retient les électrons autour de l'atome. Grâce à la densité du faisceau, il faut moins de 10 millisecondes pour ioniser des centaines de millions d'atomes.

Une fois totalement "épluchés", les ions sont éjectés hors de la source, et celle-ci est rechargée avec un nouveau contingent d'atomes neutres. CRYEBIS fonctionne donc cycliquement (injection d'atomes, ionisation, éjection d'ions), ce qui s'accorde parfaitement avec la marche, également cyclique, d'un accélérateur comme *Saturne*.

Lorsqu'ils sont éjectés de CRYEBIS, les ions n'ont pas une vitesse suffisante pour être introduits directement dans *Saturne* : ils doivent auparavant être préaccélérés. Pour cela, ils sont envoyés dans le préaccélérateur RFQ (radiofréquence quadripolaire — voir dessin page 44), lequel présente l'avantage, par rapport à d'autres types de préaccélérateurs, de réaliser simultanément l'accélération et la focalisation (c'est-à-dire le regroupement et la concentration) des ions lourds qui le traversent. Le RFQ est un cylindre creux dans lequel règne un champ électrique très particulier puisque, à lui seul, il assure les fonctions d'accélération et de focalisation. Sans entrer dans les détails, disons que la double efficacité de ce champ résulte d'un accord parfait entre la géométrie complexe de la cavité et la fréquence du courant alternatif qui y circule. Dessinée par ordinateur, cette cavité résonante, longue de plus de 2 mètres, a été usinée au centième de millimètre près par un robot de la Régie Renault. Le système RFQ est unique en France et n'a qu'un homologue au monde (à Berkeley, aux États-Unis, pour l'alimentation de l'accélérateur *Bevalac*).

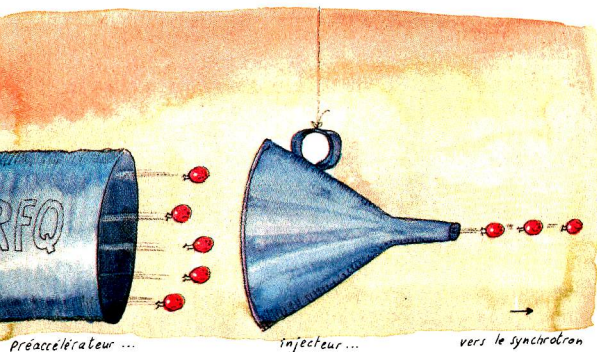


*L'ordinateur et le robot de la Régie Renault réalisant le RFQ au centième de millimètre près...*

(1) L'unité d'énergie utilisée en physique nucléaire est l'électron-volt (eV). C'est l'énergie acquise par une particule de charge égale à celle d'un électron lorsqu'elle est soumise à une différence de potentiel de 1 volt. Dans la pratique, en physique nucléaire on se sert plus volontiers des multiples de l'électron-volt : le KeV (kiloélectron-volt = 1 000 eV), le MeV (mégaélectron-volt = 1 million d'eV) et le GeV (gigaélectron-volt = 1 milliard d'eV).

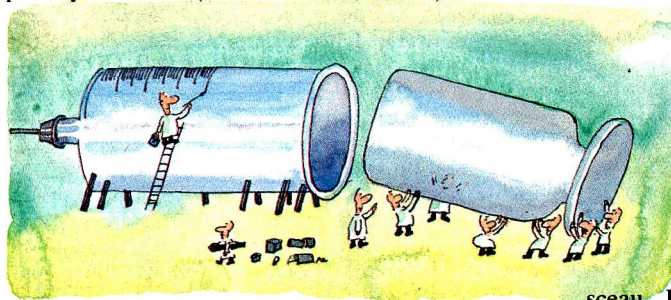


À la sortie du préaccélérateur, les ions lourds sont introduits dans l'accélérateur proprement dit par l'intermédiaire d'un injecteur. Cet injecteur constitue actuellement le seul point faible de *Saturne*, car le petit accélérateur linéaire qui en tient lieu est incapable d'accélérer des ions dont la



masse excède par trop la charge, ce qui est le cas des ions très lourds. C'est d'ailleurs pour cette raison que *Saturne* ne peut pas pour le moment recevoir des ions de masse supérieure à 40 (masse de l'argon). Mais cette limitation devrait prochainement tomber grâce à l'injecteur *Mimas* en cours de réalisation.

*Mimas* est le nom d'un des satellites de la planète Saturne, mais aussi l'acronyme de "machine à intensité maximale pour accélération et stockage". Pratiquement, l'injecteur *Mimas* sera un petit synchrotron (accélérateur circulaire) de 11 m



*l'injecteur Mimas en cours de réalisation*

de diamètre, placé à l'intérieur de la circonférence de *Saturne*, qui, elle, fait 30 m de diamètre. Il stockera dans son anneau, où règnera un vide ultra-poussé ( $2 \times 10^{-2}$  atmosphère), les ions arrivant par paquets de CRYEBIS via le RFQ, leur donnera encore un peu plus de vitesse et les injectera à la demande dans *Saturne*.

Lorsque *Mimas* sera opérationnel, *Saturne* devrait pouvoir accélérer des ions super-lourds (jusqu'à 200 de masse) et, qui plus est, avec des intensités de faisceau (des quantités d'ions) des dizaines de fois supérieures à celles d'aujourd'hui.

En attendant, revenons à nos ions lourds. Fabriqués et bien "épluchés" dans CRYEBIS, préaccélérés et focalisés dans le RFQ, injectés tangentiellement par le petit accélérateur linéaire provisoire, les voici dans l'anneau de *Saturne*. On se souvient que le principe de base d'un accélérateur est de

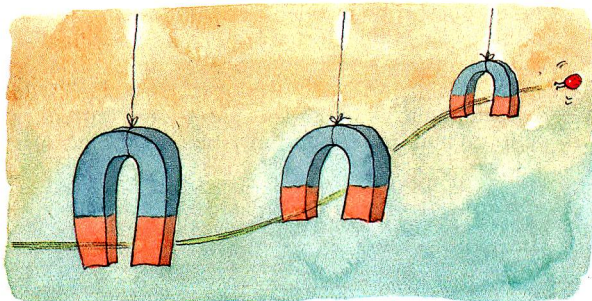
soumettre une particule chargée à un champ électrique. Aussi, plus on veut accroître la vitesse d'une particule, plus longtemps il faut la maintenir dans ce champ — autrement dit, comme la particule est en mouvement, plus longue doit être la trajectoire au cours de laquelle elle sera soumise à ce champ. Cette trajectoire est rectiligne dans les accélérateurs linéaires, circulaire ou en spirale dans les cyclotrons et les synchrotrons. L'avantage de ces dernières machines est que les particules, effectuant des trajets circulaires, passent des millions de fois entre les mêmes dispositifs accélérateurs, gagnant de la vitesse à chaque tour et parcourant des centaines de milliers de kilomètres sur une surface au sol très réduite (alors que, pour le même résultat, il faudrait construire des accélérateurs linéaires de plusieurs centaines de milliers de kilomètres de long, ce qui, bien entendu, est aussi impensable qu'irréalisable).

Mais comment, demanderez-vous, peut-on courber la trajectoire d'une particule ? C'est bien simple : pour dévier une particule chargée, il suffit de la faire passer dans un champ magnétique. Le champ magnétique ne confère aucune énergie à la particule ; il se contente d'en modifier la trajectoire, et cela en fonction de la charge et de la vitesse de ladite particule.

Ainsi, dans un accélérateur circulaire, c'est la combinaison du champ électrique et du champ magnétique — le premier agissant sur la vitesse, le second sur la direction — qui permet d'accélérer les ions tout en les gardant groupés et en les guidant.

Le synchrotron *Saturne* à la forme d'un cercle aplati, ou, si l'on préfère, d'un carré aux coins arrondis. Quatre séries d'énormes aimants, des dipôles magnétiques, infléchissent la trajectoire du faisceau dans les quatre courbes. Sur l'un des côtés de ce carré approximatif, sont disposés les deux générateurs qui accélèrent les ions à chaque passage (voir dessin page 44). Un autre côté, relié à l'injecteur, est réservé à l'entrée du faisceau. Enfin, sur les deux derniers côtés, sont installés les auguillages de sortie qu'empruntera le faisceau en fin d'accélération.

Le faisceau mettant un temps extrêmement court pour accomplir un tour — du centième de milliardième de seconde —, il est possible



*modification de la trajectoire d'une particule par champ magnétique*



d'utiliser pour l'accélérer un générateur à tension alternative haute fréquence (HF). Toutefois, pour que la différence de potentiel soit accélératrice, il est indispensable que le générateur HF soit en phase avec les passages du faisceau, autrement dit la fréquence doit croître en même temps que la vitesse du faisceau. Le champ magnétique, lui aussi, doit suivre l'accélération des ions, afin de les maintenir sur la bonne trajectoire. En effet, plus une particule acquiert d'énergie (de vitesse), moins elle "sent" le champ magnétique, et moins elle est déviée. Donc, pour que les ions effectuent correctement leurs virages malgré le supplément de vitesse qu'ils prennent à chaque tour, il faut que le champ magnétique augmente au fur et à mesure d'intensité.

D'autre part, lorsque les ions atteignent des vitesses proches de celle de la lumière, ils deviennent relativistes, ce qui signifie qu'ils obéissent désormais aux lois de la relativité et deviennent de

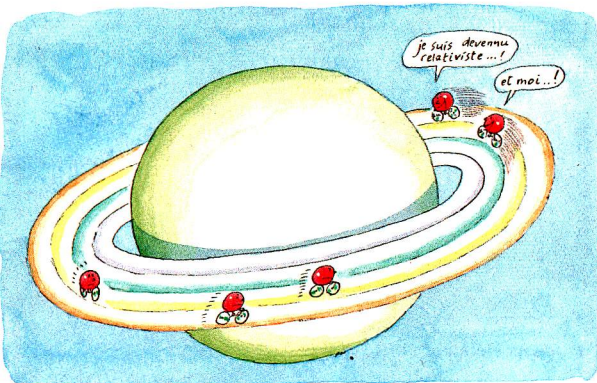
sortie vers l'aire d'expérimentation, où les attend la cible. Là, quelques-uns vont achever spectaculairement leur brève existence dans un formidable choc avec un atome de la cible, d'où jaillira une gerbe de particules diverses ; les autres iront obscurément se perdre dans un bloc de béton placé à cet effet derrière la cible en question.

Cela dit, l'important c'est la gerbe ; c'est elle qui intéresse les physiciens. Toute l'énorme machine-rie que nous venons de décrire n'a en fait qu'un seul but : l'étude détaillée des débris engendrés par des collisions frontales entre ions accélérés et atomes fixes de la cible. Actuellement, par exemple, des chercheurs de Strasbourg, de Clermont-Ferrand et de Saclay travaillent conjointement sur *Saturne* à réaliser de telles collisions avec des ions lourds relativistes. Pour recueillir les particules projetées en tous sens par les chocs, ils ont construit un détecteur spécial, qu'ils ont baptisé *Diogène* parce qu'il est enfermé dans une sorte de tonneau. Entourant entièrement la cible, *Diogène* est capable de piéger l'ensemble des particules émises, quelle qu'en soit la direction, et d'en reconstituer la trajectoire grâce à un ordinateur. En finale, c'est toute la gerbe issue d'une collision qui peut être visualisée sur un écran.

Sur *Saturne*, une expérience dure en général onze jours pleins. La machine fonctionnant vingt-quatre heures sur vingt-quatre, les physiciens assurent une présence permanente en pratiquant les trois huit. Protégés des rayonnements par les murs d'une petite casemate, ils surveillent les résultats qui défilent sur les écrans de contrôle ou s'inscrivent sur les rouleaux des imprimantes grâce à un ordinateur traitant en temps réel une partie de l'information délivrée par les détecteurs. De temps à autre, ils modifient l'un des paramètres de l'expérience, faisant varier, par exemple, l'énergie des ions projectiles ou l'inclinaison de la cible.

La nuit, les deux ou trois physiciens de service sont quasi seuls auprès de *Saturne*, dont le bon

fonctionnement est alors assuré par un unique opérateur qualifié. Il faut dire que la machine est entièrement



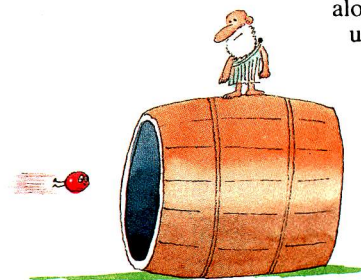
la course sur l'anneau de saturne (synchrotron)

plus en plus lourds. Il convient donc que les générateurs HF et les dipôles magnétiques tiennent également compte de cet effet relativiste pour rester en phase avec le faisceau.

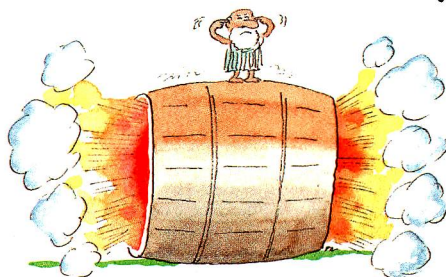
Enfin, si l'on n'y prend garde, le faisceau a fâcheusement tendance à se disperser, ou du moins à s'élargir. Pour contrecarrer ce phénomène, on dispose tout le long de l'anneau d'autres aimants, des quadripôles magnétiques, dont le rôle n'est plus de dévier les ions, comme les dipôles, mais de les concentrer et de les focaliser, un peu à la manière des lentilles optiques.

Notre paquet d'ions lourds, que nous avons laissé dans *Saturne*, a maintenant atteint la vitesse désirée, et donc acquis l'énergie recherchée. On arrête l'accélération, on maintient à niveau constant le champ magnétique, et l'on extrait les ions par un des aiguillages de sortie. L'évacuation terminée, le générateur HF et les champs magnétiques reprennent leurs valeurs initiales, et un nouveau paquet d'ions est injecté dans le synchrotron pour être à son tour accéléré. Le cycle injection-accelération-extraction-retour au point de départ dure entre 0,8 et 3 secondes, selon l'énergie finale que l'on veut donner aux particules.

Les ions lourds, devenus relativistes et focalisés magnétiquement, sont dirigés par un aiguillage de



Diogène





commandée, régulée et contrôlée par ordinateur. Seul l'ordinateur, en effet, peut assurer la synchronisation parfaite des multiples facteurs qui interviennent dans la marche d'un accélérateur : énergie du faisceau, tensions, fréquences, focalisation, vide, etc. Des microprocesseurs traitent les données particulières à chaque installation, et un ordinateur central synthétise l'ensemble des informations, et effectue au besoin les corrections nécessaires. L'opérateur de nuit se contente de surveiller les voyants de la salle de contrôle et de procéder aux modifications demandées par les physiciens.

Pendant tout le temps que dure l'expérience, différentes séries de collisions jugées "intéressantes" (par exemple, celles qui donnent naissance à plus de quatre fragments ou particules) sont automatiquement sélectionnées, et leur caractéristiques transcrites sur bandes magnétiques. Ces bandes sont ensuite dépouillées par un ordinateur, qui compare, classe et regroupe les résultats, avant que ceux-ci ne soient livrés aux analyses des chercheurs.

Il s'écoule souvent plusieurs années entre la présentation d'un projet d'expérience et la publication des conclusions auxquelles ses auteurs ont abouti. Mais, en général, sur tout ce temps, seuls quelques jours sont consacrés à la "prise de données", c'est-à-dire à l'expérimentation proprement dite sur l'accélérateur.

*Saturne*, à cet égard, est une "machine d'accueil", à la disposition de toutes les équipes, françaises ou étrangères dont le projet a été retenu par le Comité d'expériences, un conseil de scientifiques qui juge de l'opportunité et de la valeur des recherches proposées. Deux cent quarante ingénieurs et techniciens travaillent sur le site (sans compter, bien entendu, les expérimentateurs, qui sont considérés comme des "visiteurs"), parmi lesquels quelques-uns des meilleurs spécialistes européens des accélérateurs (il n'est pas rare que l'on fasse appel à l'un ou l'autre d'entre eux lorsque, quelque part dans le monde, on envisage de construire l'un de ces gros engins).

C'est grâce à la qualité de ces ingénieurs et de ces techniciens que *Saturne* est devenu la troisième machine au monde capable de produire des ions lourds relativistes. Certes, l'énergie maximale qu'elle peut conférer à ces ions n'est que de 1,1 GeV par nucléon (2), alors que l'accélérateur concurrent de Berkeley (États-Unis) délivre jusqu'à 4 GeV par nucléon, et celui de Dubna (URSS) jusqu'à 6 GeV (encore que dans ce dernier cas, l'intensité du faisceau, c'est-à-dire, rappelons-le, le nombre d'ions qu'il compte, soit très faible : à peu près cent fois moindre que celle de *Saturne*). En revanche, la machine française dispose d'un certain nombre d'atouts qui en font un appareil très recherché. Tout d'abord, c'est un

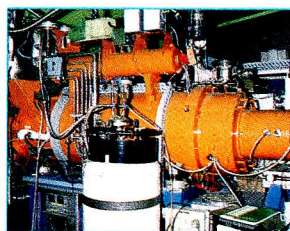
(suite du texte p. 46)

(2) Pour les ions lourds, qui sont composés d'un nombre variable de protons et de neutrons, on utilise de préférence la notion d'énergie par nucléon, qui donne une idée exacte de la vitesse acquise par l'ensemble. L'énergie totale de l'ion est le produit de l'énergie par nucléon par le nombre des nucléons.

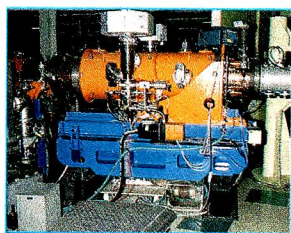
## LES AVANTAGES DE SATURNE SUR SES

Un ensemble d'équipements originaux (indiqués par flèches) font de *Saturne* la machine la plus performante de sa catégorie. Ces points forts se trouvent à chacune des étapes de son fonctionnement.

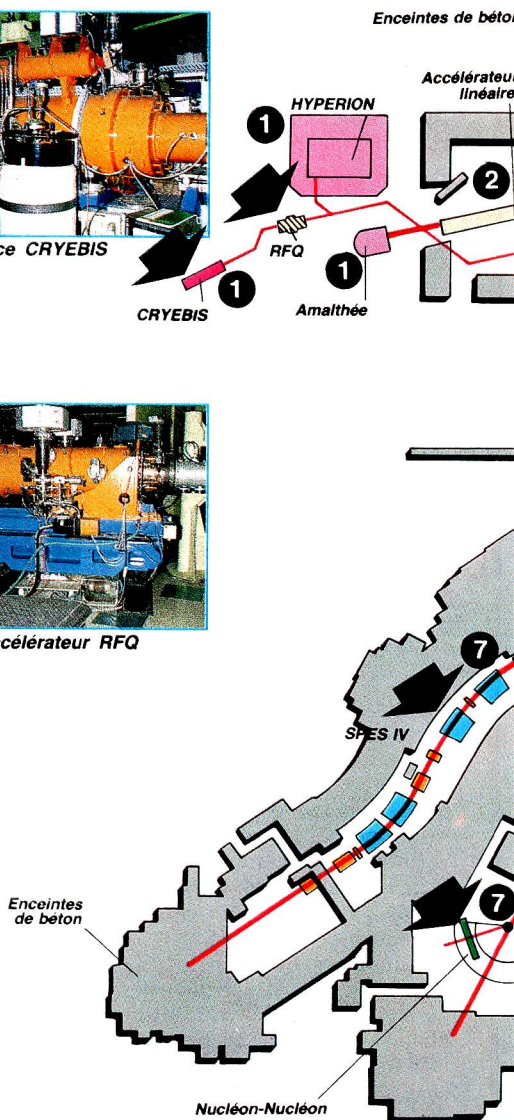
Parmi les sources (1), qui génèrent des faisceaux de particules (protons, ions, etc.), CRYEBIS est capable d'"éplucher" totalement de leurs électrons une large gamme d'atomes.



La Source CRYEBIS



Le préaccélérateur RFQ



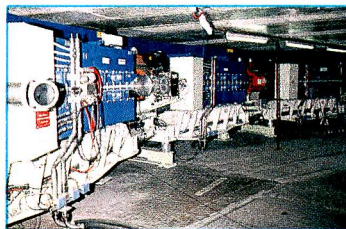
À la sortie de la source, les particules sont accélérées (2) puis injectées (3) dans le synchrotron (4). Le préaccélérateur RFQ, à la sortie de CRYEBIS, est une machine très ingénieuse, unique en Europe, qui assure à la fois l'accélération et la focalisation des faisceaux d'ions. Dans l'anneau de *Saturne* (4), les particules sont accélérées à chaque passage dans le champ électrique de deux cavités haute fréquence (5), disposées sur leur trajectoire circulaire. Grâce à Mimas, synchrotron situé à l'intérieur du grand anneau et dont la construction est en cours, *Saturne* sera en mesure d'accélérer des ions



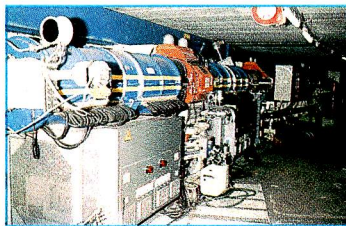
## DEUX RIVAUX AMÉRICAIN ET SOVIÉTIQUE

superlourds avec de très bonnes concentrations des faisceaux.

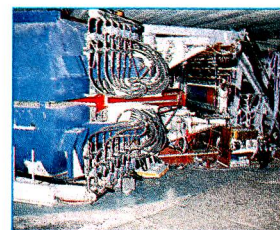
Une fois les particules suffisamment accélérées, divers aiguillages (6) dirigent le faisceau vers une cible placée devant un système de détection (7) que l'on choisit en fonction de l'expérience conduite. Les 4 spectromètres SPES I, II, III et IV constituent un des points forts de Saturne : ces détecteurs couvrent un large domaine



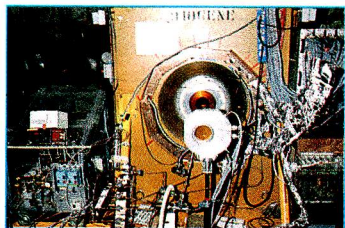
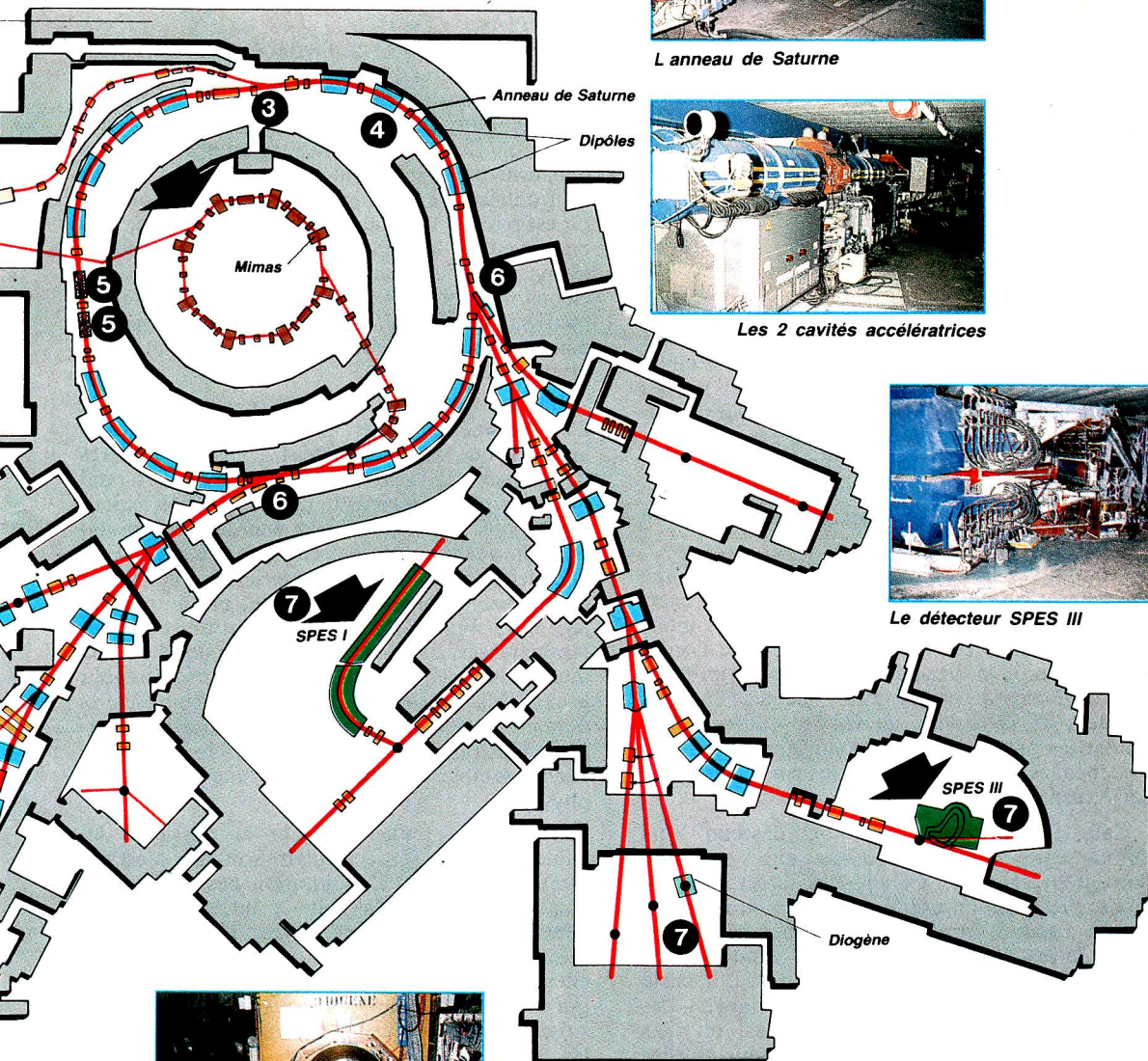
L anneau de Saturne



Les 2 cavités accélératrices



Le détecteur SPES III



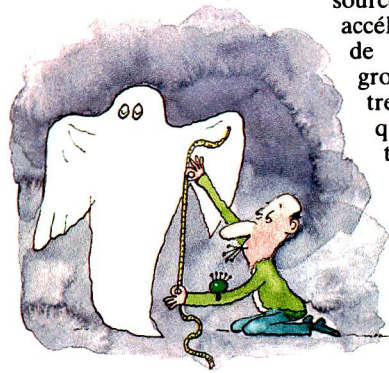
Le détecteur Diogène

angulaire (et détectent un maximum de particules issues des collisions), mesurent une large gamme d'énergies et avec une grande précision. SPES II (absent du dessin) est actuellement prêt à l'extérieur. Quant au détecteur Diogène, il a été construit pour l'étude des réactions entre ions lourds.

Le détecteur Nucléon-Nucléon est encore une originalité de Saturne. Ici, cible et faisceau incident sont constitués de protons polarisés, et un dispositif permet de faire varier la polarité des protons incidents. Comme son nom l'indique, cette machine sert à l'étude des réactions nucléons-nucléons (constituants du noyau atomique). Dans l'accélérateur et tout au long des trajectoires (traits rouges) des dispositifs magnétiques appelés dipôles (en orange) focalisent le faisceau, et d'autres, appelés quadrupôles (en bleu), le dirigent. Isolant chaque élément, des murs de béton (en gris), dont certains sont déplaçables selon la configuration désirée, absorbent les rayonnements émis.



synchrotron moderne, capable d'accélérer une grande variété de particules dans une vaste gamme d'énergies (de 200 à 2 900 MeV pour les protons, par exemple). Cette souplesse d'utilisation, alliée à une bonne fiabilité, est particulièrement prisée des physiciens. Ensuite, *Saturne* est environné d'un ensemble d'équipements tout à fait exceptionnel :



le spectromètre prenant des mesures.

source d'ions, pré-accélérateur, parc de quatre très gros spectromètres magnétiques. Ces spectromètres sont des détecteurs ultrasensibles (voir *des- sin page 44*), installés à proximité de la cible,

et qui recueillent les particules produites par les collisions. Trois d'entre eux peuvent tourner autour de la cible, mais le quatrième est si énorme qu'il est condamné à rester immobile : avec lui, c'est le faisceau qui est orienté différemment à la sortie de l'anneau, selon l'angle sous lequel on veut étudier les collisions.

Cet ensemble d'équipements fait de *Saturne* une machine unique dans sa catégorie, celle des énergies dites "intermédiaires" — comprenez : intermédiaires entre les "basses" énergies (de l'ordre du MeV ou de la dizaine de MeV), appropriées à l'étude globale du noyau, et les "hautes" énergies (au-delà de la dizaine de GeV), utilisées pour sonder les profondeurs de ce noyau et mettre en évidence les interactions entre les particules qui le constituent.

Car, en physique, plus on descend vers l'infiniment petit, plus les énergies mises en œuvre doivent être grandes. Cela résulte directement du mode d'exploration utilisé — mais, à vrai dire, il n'y en a pas d'autre ! En effet, pour étudier un objet de la taille d'un noyau d'un atome (moins d'un cent milliardième de centimètre), il n'existe qu'un seul moyen : envoyer sur ce noyau des particules de dimensions comparables, ou plus petites, avec suffisamment d'énergie pour qu'elles interagissent avec lui, puis observer les perturbations provoquées par le choc. La diversité des expériences provient de la grande variété des projectiles qui peuvent être employés et des niveaux d'énergie qui peuvent leur être communiqués. En d'autres termes, le principe reste toujours le même (bombarder l'objet à étudier avec des particules accélérées), mais les phénomènes observés sont différents selon la nature et l'énergie du projectile. Ajoutons que, plus on s'aventure au cœur de la matière, plus les éléments qu'on y rencontre sont fortement soudés entre eux. Voilà pourquoi plus les objets à étudier sont petits, plus

grandes sont les énergies qu'il faut employer pour les isoler, pour briser les liens qui les unissent à d'autres objets, pour découvrir les lois physiques auxquelles ils obéissent. Ainsi, s'il suffit de quelques électrons-volts pour arracher des électrons à un atome, il en faut au moins un million de fois plus (plusieurs MeV) pour "casser" le noyau de cet atome, et encore mille fois davantage (plusieurs GeV) pour "casser" les nucléons qui forment ce noyau.

Cela explique que la physique ait parfois semblé, ces dernières années, s'installer délibérément dans la démesure, cherchant à produire des énergies de plus en plus fantastiques grâce à des machines de plus en plus gigantesques. Cette débauche d'énergie a fait progressivement reculer les frontières de l'infiniment petit : de la molécule on est passé à l'atome, de l'atome au noyau, puis du noyau au nucléon. Plus récemment, on est même parvenu à entrevoir la structure des nucléons : ils sont théoriquement formés de six quarks, que l'on n'a pas encore réussi à isoler, mais qui représentent à ce jour les "briques" ultimes de la matière.

Ira-t-on plus loin ? Peut-être, mais au prix d'efforts phénoménaux. Car, au point où l'on est arrivé, la quête des particules les plus élémentaires de l'univers, la recherche des lois les plus fondamentales qui le régissent, nécessitent des expérimentations de plus en plus lourdes, mobilisant pour plusieurs années des centaines de chercheurs et de techniciens hautement spécialisés, mettant en œuvre des machines monstrueuses et un appareillage ultra-sophistiqué, et entraînant des dépenses faramineuses. La découverte l'an dernier du boson intermédiaire (?) au CERN (Centre européen pour la recherche nucléaire) de Genève a couronné la dernière en date des opérations de grande envergure, illustrant de façon exemplaire le gigantisme auquel semble désormais vouée une partie de la physique.

Une partie seulement. Car la physique des hautes énergies, si spectaculaire soit-elle, n'est pas toute la physique. L'exploration des couches les plus profondes de la matière ne remplace pas l'étude des strates supérieures. Pour la bonne raison que les réactions à très haute énergie, si elles nous renseignent sur la nature des particules qui composent l'atome, ne nous disent rien sur les structures dans lesquelles sont insérées ces particules, structures de dimensions bien supérieures, liées par des énergies bien inférieures.

(3) Dans leur grande tentative d'unification des forces qui régissent l'Univers, les physiciens ont proposé une théorie qui fusionne la force électromagnétique (celle qui fait tourner les électrons autour du noyau, et qui est également responsable de la lumière, de la chaleur, des ondes radio, des réactions chimiques) et la force faible (celle qui commande la radioactivité) au sein d'une force unique baptisée "électro-faible". Sans entrer dans le détail de cette théorie, disons simplement que, pour être valable, elle suppose l'existence du boson intermédiaire, sorte de matérialisation de la force électro-faible. Mais, pour prouver son existence, il fallait pouvoir produire des énergies colossales, la masse de ce boson étant prévue autour de 88,8 GeV. Cette énergie a pu être obtenue dans le super-synchrotron du CERN, ce qui a permis de démontrer l'existence des bosons W et Z.



Considérons, par exemple, le noyau de l'atome. Cela fait maintenant trois quarts de siècle que l'Anglais Rutherford a établi son existence. Au cours de ces soixante-quinze années, la physique nucléaire (du noyau) a accumulé les découvertes, affiné les théories, et même développé les applications pratiques (centrales nucléaires, armes nucléaires, etc.). On connaît aujourd'hui les constituants de ce noyau : les nucléons, les quarks, mais aussi toute une kyrielle de particules aussi bizarres qu'éphémères. Car, au fur et à mesure que les accélérateurs ont pris de la puissance, ils ont révélé l'existence, à côté des particules dites "stables" (protons, neutrons, électrons), de nombreuses autres particules (pions, muons, kaons, hyperons, taus, etc.), matérialisées à partir de l'énergie des collisions, mais qui se désintègrent presque immédiatement (beaucoup ont une durée de vie inférieure au milliardième de seconde).

depuis des décennies ; elle est même exploitée, par l'intermédiaire de la fission, dans les réacteurs nucléaires et les bombes atomiques. Il n'en reste pas moins que sa nature n'a pas encore été complètement élucidée. De même, on connaît les relations qu'entretiennent les nucléons dans le noyau, ou les quarks dans le nucléon ; mais on ne comprend pas encore comment s'articulent ces différents niveaux d'organisation, comment s'imbriquent ces descriptions partielles. Les réponses à ces questions ne sont pas à proprement parler du ressort de la physique des hautes énergies, qui s'intéresse avant tout aux caractéristiques et aux propriétés des particules individuelles ; elles ne sont pas non plus véritablement du domaine de la physique des basses énergies, qui se préoccupe du comportement global du noyau. En revanche, elles relèvent tout à fait des énergies intermédiaires, celles qui, justement, sont l'apanage de *Saturne*.



Une "PME" pas comme les autres : 180 personnes pour produire des ions relativistes !

Le premier moment de surprise passé, les physiciens se sont mis à classer ces étranges objets, qui n'existent à l'état naturel que dans les étoiles, mais qui peuvent être produits artificiellement grâce aux accélérateurs. Ils les ont intégrés à leurs théories, ou en ont inventé de nouvelles pour mieux les expliquer. Il est même arrivé (cf. le boson intermédiaire) qu'ils prédisent leur existence avant de l'avoir constatée.

Cependant, malgré cet amoncellement de connaissances à l'échelle subnucléaire, le noyau atomique est loin d'avoir livré tous ses secrets. Car connaître est une chose, comprendre en est une autre. Ainsi, la force nucléaire, celle qui assure la cohésion du noyau en liant entre elles les particules qui le composent, est parfaitement connue

À la croisée des deux disciplines, les "hautes" et les "basses" énergies, l'accélérateur de Saclay dispose d'un champ d'investigation privilégié, celui où interfèrent les comportements individuels des nucléons en tant que particules, et leurs comportements collectifs en tant que constituants du noyau. Or, sollicitée par les énergies intermédiaires, la matière, on va le voir, répond d'étrange façon.

Outre les ions lourds, *Saturne* accélère deux autres types de projectiles : d'une part, des protons et des ions légers, fournis par une source (**voir dessin page 44**) baptisée *Amalthée* (du nom de la chèvre mythologique qui nourrit Zeus dans son enfance, et dont une corne devint la corne d'abondance) ; d'autre part, des protons et des deutons (\*) polarisés, que l'on peut comparer à des

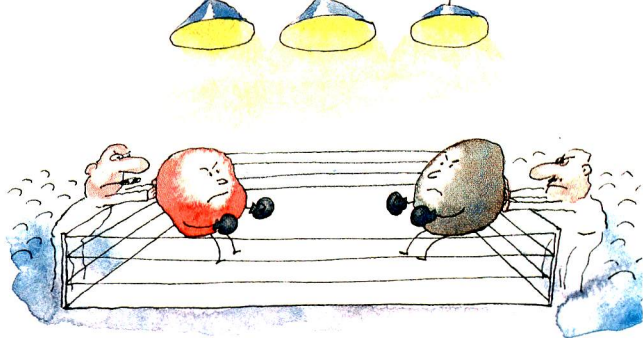


toupies tournant sur elles-mêmes, et dont les axes de rotation — on dit les “spins” — seraient tous orientés dans la même direction (dans la nature, les nucléons ne sont généralement pas polarisés : leurs axes de rotation, ou plutôt leurs spins, ont n'importe quelle direction, un peu comme les boules du Loto dans la sphère de brassage) Si l'on utilise une cible constituée elle aussi de particules polarisées, on peut, connaissant l'angle que forment les spins des nucléons projectiles et ceux des nucléons cibles, mieux comprendre les interactions entre nucléons, car celles-ci dépendent aussi de l'orientation relative des spins.

Dans cet arsenal de projectiles, quel est alors le rôle des ions lourds relativistes ? Nous l'avons dit, les relations des noyaux bombardés, et donc les enseignements que l'on peut en tirer, diffèrent sensiblement selon la nature et l'énergie des projectiles utilisés. Ainsi les électrons, particules ultra-légères, ne perturbent guère la structure du noyau ; en revanche, ils sont facilement déviés par des nucléons qu'ils frappent, et, à partir des angles de déviation, on peut se faire une idée de l'arrangement de ces nucléons à l'intérieur du noyau. C'est grâce aux électrons que l'on parvient à mesurer la densité en charge électrique (protons) et en masse (protons et neutrons) d'un noyau.

Par contre, pour étudier la structure même du noyau et les manifestations de la force nucléaire qui relie les nucléons entre eux, il faut utiliser des projectiles qui soient eux-mêmes des nucléons ou des assemblages de nucléons : protons, ions légers ou ions lourds. Quand, il y a une quinzaine d'années, on a commencé à savoir accélérer des ions lourds, on s'est aperçu qu'ils perturbaient beaucoup plus profondément — et de manière beaucoup plus imprévisible — les noyaux cibles que les ions légers. Lorsqu'un proton, par exemple, arrive sur un noyau, il n'y occasionne pas de grands bouleversements. Même en augmentant son énergie, on n'accroît pas ses effets : c'est un nucléon individuel à l'intérieur du noyau que le proton heurte alors avec plus de force, mais la collision demeure toujours aussi localisée, n'affectant pas le noyau dans son ensemble.

Finalement, pour chambouler de fond en comble un noyau, rien ne vaut un ion lourd. C'est un peu comme au bowling : pour renverser tout le jeu de quilles, une bonne grosse boule bien lourde est plus efficace qu'une balle de tennis, fût-elle lancée avec le maximum de force. Les ions lourds, même lorsqu'ils ne sont pas très rapides, transportent, du fait de leur masse, une énergie considérable. Alors que, nous venons de le voir, les projectiles légers ne modifient que très partiellement l'organisation interne des noyaux cibles et, en tout cas, ne compromettent pas leur stabilité, les ions lourds, eux, produisent des altérations majeures, suscitant des états instables, paroxystiques, aux antipodes de l'équilibre.



*vaincre la répulsion électrique qui s'exerce entre les deux ions...*

Que se passe-t-il très exactement quand un noyau lourd rencontre un autre noyau lourd ? Avant tout, pour que rencontre il y ait, il faut que l'énergie du projectile soit capable de vaincre la répulsion électrique de la cible (les deux ions sont porteurs d'une charge positive, et se repoussent donc mutuellement). Si la répulsion électrique est vaincue, les deux noyaux peuvent, soit fusionner en un seul noyau composé, soit seulement se coller fugitivement l'un à l'autre avant de se séparer à nouveau (c'est la fusion incomplète).

Lorsqu'il y a fusion complète, le noyau composé, qui a absorbé toute l'énergie du projectile, se trouve dans un état “excité” (il possède un niveau d'énergie supérieur à la normale). Progressivement, il va se “desexciter” (perdre de l'énergie) en émettant des particules et des rayonnements. Quand la collision n'a pas été frontale, le noyau composé tourne rapidement sur lui-même et se déforme, prenant des allures “exotiques” : allure de poire, de soucoupe, etc. En tournant, il disperse de l'énergie sous forme de rayonnements, lesquels sont caractéristiques de la configuration adoptée. Cependant il arrive fréquemment que la fusion complète ne dure pas : les noyaux composés, surtout s'ils sont très gros, ont en effet tendance à se scinder. On a maintes fois essayé de créer des éléments nouveaux par fusion de deux noyaux lourds ; on a, hélas, toujours échoué sur un problème de stabilité.

Lorsque la fusion est incomplète, il se forme un système hybride dans lequel les deux noyaux, simplement accolés l'un à l'autre, tournent ensemble. Mais cette situation est très passagère, car rapidement le système se redivise en deux fragments proches des deux noyaux d'origine (alors que les scissions qui suivent la fusion complète ne redonnent jamais les noyaux d'origine ; on dit, dans ce cas, que les fragments ont “oublié” leur origine).

Comment intégrer ces phénomènes à l'intérieur d'une interprétation théorique du noyau ? C'est la question que se sont posée les physiciens nucléaires il y a quinze ans, après les premières expériences avec des ions lourds. À l'époque, faute d'avoir pu mettre au point une théorie unifiée du noyau, rendant compte aussi bien des comportements individuels des nucléons que des comportements collectifs du noyau, les physiciens se référaient à

(4) Le deuton est un noyau de deutérium, constitué d'un proton et d'un neutron.



deux modèles explicatifs très différents. Le premier, élaboré dans les années 40, tente d'unifier dans un même système toutes les propriétés globales du noyau : celui-ci est comparé à une goutte de liquide incompressible, ayant une masse volumique sphérique et constante, une température, une tension superficielle, etc. Le second modèle, imaginé dans les années 50, concerne plus spécialement les réactions singulières du nucléon : le noyau est considéré cette fois comme une sorte de boîte à nucléons, où chacun a sa place particulière et dispose d'une énergie qui ne peut prendre que certaines valeurs quantifiées ; c'est la mécanique quantique appliquée aux nucléons.

Ces deux modèles, rendant compte chacun d'une partie de la réalité du noyau, ses sont révélés très opérants pour en expliquer certaines propriétés fondamentales, mais se sont toujours montrés insuffisants pour en élucider tous les comportements. Les modèles hybrides construits à partir d'eux n'ont pas non plus donné de réponses satisfaisantes.

Ainsi, aux alentours de 1970, on savait à peu près interpréter les réactions des noyaux peu excités, obtenu par bombardement avec des ions légers ; mais dès qu'on a commencé à utiliser des ions lourds, on a bien vite constaté qu'aucune des théories existantes n'était capable de rendre compte des phénomènes très surprenants que l'on observait au cours de ces expériences. Il a donc fallu bâtir de nouveaux modèles spécialement ajustés à ces phénomènes. À cette occasion, on est revenu au schéma collectif de la goutte, en y adjoignant quelques notions de la physique des fluides : la "matière nucléaire" est devenue un milieu visqueux, soumis à des forces de friction.

On peut dire que la physique du noyau, qui piétinait depuis quelque temps, a véritablement été "relancée" par l'emploi des ions lourds et la profusion de phénomènes insolites qu'ils ont permis d'observer. Les résultats se sont accumulés, qui n'ont pas encore tous été exploités, tant il est vrai que, dans ce domaine, l'expérience devance largement la théorie.

L'arrivée des ions lourds relativistes a encore accéléré — c'est le cas de le dire ! — le renouveau de la physique nucléaire, en lui ouvrant des horizons insoupçonnés. Car, si les ions lourds de basse énergie (quelques dizaines de MeV par nucléon) perturbent l'organisation du noyau, provoquant des fusions durables ou des "collages" passagers, c'est bel et bien un nouvel état de la matière nucléaire, état jusqu'alors inconnu, que produisent les ions lourds dont l'énergie est de l'ordre du GeV. L'ion projectile rencontre le noyau cible à une telle vitesse qu'il s'y enfonce tout bonnement, créant un petit amas de matière ultra-dense (deux noyaux occupant le volume d'un seul) et ultra-chaude (à cause de la fantastique quantité d'énergie absorbée). Cette matière nouvelle, où règnent des pressions et des températures colossales, n'est pas sans rappeler la matière stellaire, et,

d'ailleurs, les astrophysiciens sont très intéressés par les expériences réalisées avec des ions lourds relativistes. Cela dit, ce concept de matière hyper-concentrée n'est encore qu'une hypothèse : on n'a jamais "vu" cet état exceptionnel et très éphémère ; on l'a simplement conjecturé à partir des multiples particules émises par l'explosion qui l'a immédiatement suivi.

Toutefois, dans un article publié le 30 avril dernier par *Physical Review Letters*, un groupe de physiciens allemands et américains annonçait avoir mis en évidence au synchrotron de Berkeley un état superdense à l'occasion de collisions frontales entre des projectiles relativistes de niobium (93 nucléons) et des noyaux cibles également de niobium.

Ceci étant, on peut s'interroger sur l'intérêt qu'il y a à accélérer à des vitesses proches de celle de la lumière des noyaux lourds tout entiers plutôt que des particules isolées, puisque, à ces énergies, les nucléons du noyau projectile se comportent com-



**Reconstitution par ordinateur d'une collision entre une cible-plomb et des ions-projectiles relativistes. Les trajectoires des dizaines de particules éjectées dans toutes les directions ont été calculées à partir des données mesurées par le détecteur Diogène, puis retracées sur écran.**

me s'ils étaient indépendants et sans qu'intervienne la structure dans laquelle ils sont pris (l'énergie cinétique des nucléons est alors bien supérieure à l'énergie qui les lie dans le noyau). En réalité, les choses ne se passent pas tout à fait de cette façon : certes, les nucléons d'un ion lourd porté à une vitesse relativiste réagissent bien à titre individuel, mais ils le font ensemble et, de ce fait, ils produisent un effet collectif. Disons de manière imagée qu'un bombardement avec un ion lourd relativiste s'apparente plus à une salve groupée de nucléons qu'au tir d'un unique noyau boulet.

Ainsi, accélérer des ions lourds à des vitesses relativistes présente un double intérêt. Eux seuls, d'abord, sont capables d'engendrer ces états de matière exceptionnels dont nous avons parlé plus haut. Ensuite, grâce à eux, la physique du noyau

(suite du texte page 156)



# UN PARFUM QUI FAIT MOUCHE

*A Gif-sur-Yvette, on a découvert pourquoi les mouches femelles cessent d'intéresser les mâles quand elles se sont "mariées" : elles portent alors un parfum repoussant.*

● C'est avec des "billets doux" odorants, consistant en molécules chimiques, les phéromones sexuelles, que les femelles de la majorité des espèces vivantes (à l'exception des oiseaux) séduisent les mâles et, dans une moindre proportion, que les mâles attirent les femelles. Ce langage des odeurs a été décrypté chez la drosophile, un insecte diptère, plus connu sous le nom de mouche du vinaigre.

La femelle de cette mouche informe les mâles de son besoin d'être séduite par ses molécules au parfum de pétrole. En effet, ce sont des hydrocarbures que la femelle sécrète et ces substances agissent comme des aphrodisiaques sur les mâles, qui se mettent à battre tantôt de l'aile droite, tantôt de l'aile gauche, leur façon à eux de battre des cils : c'est la parade sexuelle.

Plus étonnant encore : les phéromones des drosophiles sont spécifiques à chaque espèce et de ce fait, elles ont un effet de barrière qui empêche d'éventuelles confusions entre individus d'espèces différentes qui, à l'œil, se ressemblent tous.

C'est au Centre de génétique moléculaire du CNRS, à Gif-sur-Yvette, que Jean-Marc Jallon et Claude Antony ont déchiffré le "vocabulaire" chimique de la drosophile. Recherches qui doivent faire avancer la connaissance de l'odorat encore très incomplète. Cette forme de transmission de l'information entre les êtres vivants qui s'ajoute à celles, mieux connues, effectuées par stimuli sonores et lumineux, a été décrite pour la première fois par l'entomologiste français J.H. Fabre (1823-1915), avec la mise en évidence d'une phéromone sexuelle chez la femelle du papillon *Saturnia pyrie*. Aujourd'hui, on connaît chez les invertébrés plusieurs types de phéromones telles que phéromones sexuelles, phéromones de trace, de marquage territorial, d'alarme et de défense.

Ainsi chez les insectes, chez qui la vue joue un rôle négligeable, l'odorat est en général le moyen le plus important, sinon le seul, de communiquer

et de s'informer. Des études particulièrement poussées ont été faites avec des fourmis, des termites, des abeilles. On y a mis en évidence des glandes, et de ces glandes, on a extrait des phéromones que l'on a analysées et dont on a pu préciser le message qu'elles peuvent transmettre. Par exemple, une espèce de fourmi, la *Phogonomyrmex badius*, produit une phéromone volatile, perçue dans un cercle de 20 centimètres de rayon, qui a pour but d'attirer les autres fourmis, éventuellement pour une tâche à faire. Trente-cinq secondes plus tard, si le signal n'est pas renouvelé par la même fourmi ou par d'autres, il se sera volatilisé. On conçoit l'utilité d'un tel message transitoire, sinon une fourmilière sujette constamment à toutes sortes de petites perturbations, serait en perpétuelle effervescence.

Autre exemple : la fourmi *Lasius fuliginosus* produit de la dendrosaline qui provoque l'excitation et l'alarme des individus de la même espèce, mais qui est toxique pour les fourmis d'espèces voisines.

Chez les vertébrés, la production par des glandes spécialisées de substances odorantes est connue depuis longtemps. Toutefois leur action biologique est moins précise, car plus complexe que chez les vertébrés. Les mêmes sécrétions peuvent intervenir, par exemple, dans le marquage du territoire, la reconnaissance de l'espèce, l'accouplement. Citons pour mémoire les glandes à parfum du chevreton mâle porte-musc, qui contiennent la muscone ; celles de la civette (petit mammifère carnassier qui vit en Afrique et en Inde) qui produisent la civetone ; celles du rat d'Amérique, qui sécrètent l'exaltone et la civetone, et que l'on rencontre également chez les canards, certaines tortues et les alligators. Des recherches sont en cours sur les phéromones des glandes préputiales de la souris mâle qui agissent à distance sur la fécondité des femelles.

Les phéromones existent aussi chez les primates





**En haut, une femelle *Drosophila melanogaster* excite un mâle en sortant son ovipositeur. Ce spectacle ne laisse pas indifférente la mouche mâle du bas qui fait sa parade nuptiale, en battant une de ses ailes.**

et elles ont peut-être joué ou jouent encore un rôle chez l'homme. C'est ainsi que les sécrétions vaginales des singes femelles *Macacus rhesus*, renferment des copulines, qui déclenchent chez les mâles une posture de copulation. Ce comportement sexuel ne se manifeste pas chez les mâles privés temporairement de leur odorat, ce qui prouve bien que c'est l'odeur et non le sex-appeal de la femelle qui déclenche le comportement sexuel du mâle. Chez l'homme, l'odorat devait avoir autrefois un pouvoir érotique puissant, mais dans notre civilisation, du fait du développement de l'hygiène, nous avons le souci de le dissimuler. Par contre dans certaines sociétés, notamment dans les îles du Pacifique, les odeurs corporelles sont considérées comme érotiques.

Les premiers travaux sur la mouche sont récents : ils furent réalisés en 1971 chez la mouche domestique, *Musca domestica*. Les femelles émettent une substance attractive pour les mâles, en l'occurrence un hydrocarbure à 23 carbones, avec une double liaison à la position du neuvième carbone. Cet hydrocarbure, sécrété au niveau de la cuticule, c'est-à-dire de la peau qui enveloppe

l'insecte, déclenche la parade sexuelle des mâles. Et si l'on enduit la cuticule d'une "fausse" mouche (une mouche mâle tuée, par exemple), les mâles se laissent prendre à ce leurre et font là encore leur parade sexuelle.

Pour connaître exactement quelle structure des hydrocarbures déclenchait la parade sexuelle, les chercheurs ont créé des hydrocarbures de synthèse qui différaient des hydrocarbures naturels de l'insecte, soit par la position de la double liaison entre atomes de carbone, soit par la longueur de la molécule, soit enfin par la géométrie des atomes autour de la double liaison carbonée. On a alors constaté que chacune de ces modifications affectait de manière sensible la réponse des mâles.

Mais c'est en travaillant sur la drosophile, en particulier *Drosophila melanogaster*, que les chercheurs ont pu affiner la connaissance des mécanismes mis en jeu par les phéromones. Et cela parce que les mâles de *Drosophila melanogaster* ont une parade beaucoup plus lente que les autres espèces de mouches. De ce fait, les différentes séquences de cette parade peuvent être plus facilement rapportées aux stimuli émis par la femelle.

● Dans un premier temps, les chercheurs de Gif-sur-Yvette ont élevé les drosophiles depuis la naissance dans des flacons contenant un milieu nutritif déposé sur une substance neutre, l'agar-agar. Les flacons étaient maintenus à une température de 25 °C et exposés pendant 12 heures à la lumière du jour. Puis après anesthésie à l'éther, les mouches furent examinées une à une sous microscope binoculaire, afin de déterminer leur sexe. Les mâles et les femelles furent placés dans des flacons différents.



● Dans un second temps, 250 femelles vierges (ce détail a son importance, nous verrons pourquoi) ainsi triées, furent anesthésiées une nouvelle fois et lavées avec un solvant (l'hexane) afin d'extraire de leur cuticule les phéromones. Les mâles de leur côté subirent la même opération.

● Dans un troisième temps, une petite quantité d'extrait de phéromones femelles fut déposée sur un leurre (une mouche mâle tuée) et en sa présence des mouches mâles furent lâchées. Elles manifestèrent le comportement de parade sexuelle, avec mouvements alternés caractéristiques des ailes, comme s'il s'était agi d'une vraie femelle. En revanche, la même manipulation faite cette fois avec de l'extrait mâle laissait les femelles indifférentes mais aussi les mâles. Autrement dit, on retrouvait avec la drosophile le même comportement observé chez la mouche domestique. Les chercheurs ont alors eu l'idée de comparer les phéromones prélevées chez les femelles et celles prélevées chez les mâles. Dans les deux cas ils montrèrent qu'elles étaient constituées d'un mélange d'hydrocarbures à longues chaînes comprenant entre 23 et 29 carbones. Mais avec une différence : seules les femelles produisent des hydrocarbures diéniques, c'est-à-dire des chaînes hydrocarbonées présentant deux doubles liaisons entre 2 atomes de carbone, alors que, chez les mâles, on ne trouve que des hydrocarbures monoéniques, ayant une seule double liaison.

Cette double liaison carbonée supplémentaire définirait le facteur aphrodisiaque des phéromones femelles. Cela laisse donc supposer que les femelles seraient dotées d'un enzyme capable d'apporter cette seconde double liaison que les mâles n'auraient pas. Cet enzyme, comme tous les enzymes, serait fabriqué par un gène dont on ignore encore sur quel chromosome il se trouve. La structure de cet enzyme est également très mal connue.

Après avoir séparé les diverses molécules du mélange d'hydrocarbures extraits des femelles, les chercheurs les ont testées l'une après l'autre sur les mâles : seuls les hydrocarbures diéniques induisaient la parade sexuelle. Le plus actif de ces diènes est un composé à 27 carbones, le 7,11-heptacosadiène, principal constituant de l'extrait cuticulaire des femelles.

Pour les autres mouches femelles, la phéromone sexuelle la plus active sur les mâles varie en fonction des espèces : Z-9-tricosène chez la mouche domestique, Z-9-nonacosène chez la mouche d'automne, 15,19,23-triméthylheptatriacontane chez une espèce de glossine *Glossina morsitans*. Ce composé majoritaire, ou phéromone principale, n'agirait cependant pas seul. D'autres composés cuticulaires de la femelle renforceraient son action par synergie. C'est le cas du 13-méthylnonacosane chez la mouche domestique et du 11-méthylhentriacontane chez une espèce de mouche appelée *Stomoxys calcitrans*. Dans ce dernier cas, alors que le 11-méthylhentriacontane seul a une activité comportementale faible, son association avec la phéromone principale triple quasiment la réponse de celle-ci. Enfin ces substances qui

agissent avec phéromone principale sont absentes chez le mâle.

C'est en continu que les molécules de phéromones sont sécrétées par les cellules épidermiques sur toute la surface du corps. Mais, et c'est une nouvelle caractéristique de ce type de phéromone, leur activité spécifique est faible : une réponse comportementale n'est induite chez les mâles que pour une quantité de phéromone relativement élevée en comparaison des doses actives des phéromones de papillons : par exemple 2  $\mu\text{g}$  pour *Glossina morsitans* et 0,3  $\mu\text{g}$  pour *Drosophila melanogaster*.

Comme les phéromones de diptères sont très peu volatils comparées à celle des papillons, la question s'est posée de savoir si elles diffusaient suffisamment à travers l'espace pour être perçues à une certaine distance, ou bien si leur détection nécessitait un contact direct. Des expériences sur *Glossina morsitans* et sur *Drosophila melanogaster* ont montré que la perception par les mâles se faisait par contact. C'est seulement quand le mâle a touché la femelle que la parade sexuelle se déclenche. Le mécanisme intime de cette parade est réalisé par l'intermédiaire de chimiorécepteurs situés sur les pattes du mâle. Ces chimiorécepteurs perçoivent la phéromone et transmettent l'information par des cellules nerveuses jusqu'aux ganglions cérébroïdes qui à leur tour induisent la réponse stéréotypée du battement alterné des ailes. Tous les mâles de la même espèce se trouvent ainsi excités. Mais s'il y a beaucoup d'appelés, un seul est élu par la femelle et c'est ce mâle qui aura le privilège de s'accoupler avec elle.

Après l'accouplement les autres mâles cessent brutalement leur parade sexuelle et se remettent à battre normalement des deux ailes, preuve qu'ils sont devenus indifférents. L'explication est que le mâle élu a sécrété lors de l'accouplement une substance anti-aphrodisiaque, en l'occurrence un acétate. Cet acétate sécrété par le bulbe éjaculateur du mâle est transféré sur la femelle et masque ainsi l'odeur de la phéromone érotique. Ainsi, grâce à cette "ceinture de chasteté chimique" la femelle ne peut être couverte par tous les mâles qui lui tournent autour.

Pour mettre en évidence cet acétate, les chercheurs de Gif-sur-Yvette avaient mélangé des extraits de cuticules de femelles vierges avec des extraits de mâles et ils avaient constaté qu'en présence de ce mélange, les mâles ne réagissaient pas. Par fractionnements successifs du mélange, ils ont fini par isoler le fameux acétate.

Voilà pourquoi on prend des femelles vierges pour tester le pouvoir de phéromones sur les mâles : seules les vierges ont des phéromones pures, alors que les femelles fécondées ont des phéromones contaminées par l'acétate du mâle.

Si l'idée de créer un anti-aphrodisiaque n'a encore jamais germé dans l'esprit d'un créateur de parfum, le secrétariat d'État à la Condition féminine ou celui de l'Agriculture pourrait peut-être le retenir.

Pierre ROSSION ■



# Les étonnantes possibilités de la mémoire

J'étais loin de me douter, en arrivant chez mon ami W.R. Borg, que j'allais être le témoin d'un spectacle vraiment extraordinaire et décupler ma puissance mentale.

Il m'avait fait venir à Stockholm pour parler aux Suédois de Pasteur et de nos grands savants français et, le soir de mon arrivée, après le champagne, la conversation roula naturellement sur les difficultés de la parole en public, sur le grand travail que nous impose à nous autres conférenciers la nécessité de savoir à la perfection le mot à mot de nos discours.

W.R. Borg me dit alors qu'il avait probablement le moyen de m'étonner, moi qui lui avais connu, lorsque nous faisions ensemble notre droit à Paris, la plus déplorable mémoire.

Il recula jusqu'au fond de la salle à manger et me pria d'écrire cent nombres de trois chiffres, ceux que je voudrais, en les appelant à haute voix. Lorsque j'eus ainsi rempli de haut en bas la marge d'un vieux journal, W.R. Borg me récita ces cent nombres dans l'ordre dans lequel je les avais écrits, puis en sens contraire, c'est-à-dire en commençant par les derniers. Il me laissa aussi l'interroger sur la position respective de ces différents nombres : je lui demandais par exemple quel était le 24<sup>e</sup>, le 72<sup>e</sup>, le 38<sup>e</sup>, et je le vis répondre à toutes mes questions sans hésitation, sans effort, instantanément, comme si les chiffres que j'avais écrits sur le papier étaient aussi inscrits dans son cerveau.

Je demeurai stupéfait par un pareil tour de force et je cherchai vainement l'article qui avait permis de le réaliser. Mon ami me dit alors : "Ce que tu as vu et qui te semble extraordinaire est en réalité fort simple : tout le monde possède assez de mémoire pour en faire

autant, mais rares sont les personnes qui savent se servir de cette merveilleuse faculté."

Il m'indiqua alors le moyen d'accomplir le même tour de force et j'y parvins aussitôt, sans erreur, sans effort, comme vous y parviendrez vous-même demain.

Mais je ne me bornai pas à ces expériences amusantes et j'appliquai les principes qui m'avaient été appris à mes occupations de chaque jour. Je pus ainsi retenir avec une incroyable facilité mes lectures, les conférences que j'entendais et celles que je devais prononcer; le nom des personnes que je rencontrais, ne fût-ce qu'une fois, les adresses qu'elles me donnaient et mille autres choses qui me sont d'une grande utilité. Enfin je constatai au bout de peu de temps que non seulement ma mémoire avait progressé, mais que j'avais acquis une attention plus soutenue, un jugement plus sûr, ce qui n'a rien d'étonnant puisque la pénétration de notre intelligence dépend surtout du nombre et de l'étendue de nos souvenirs.

Si vous voulez savoir comment obtenir les mêmes résultats et acquérir cette puissance mentale qui est encore notre meilleure chance de réussir dans la vie, découvrez donc cet intéressant petit ouvrage d'introduction à la Méthode W.R. Borg : « Les Lois Éternelles du Succès ». Écrivez simplement à l'éditeur qui, spécialiste des meilleures méthodes de psychologie pratique, l'envoie gratuitement à quiconque désire améliorer sa mémoire.

L'adresse?.. Méthode W.R. Borg, chez Aubanel, dpt 472 - 6, place St-Pierre, 84028 Avignon Cedex.

E. BARSAN

## BON GRATUIT

A remplir en lettres majuscules, en donnant votre adresse permanente, et à retourner à : Méthode W.R. Borg, chez Aubanel, dpt 472 - 6, place Saint-Pierre, 84028 Avignon Cedex, pour recevoir, sans engagement de votre part et sous pli fermé, « Les Lois Éternelles du Succès ».

NOM \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

N° \_\_\_\_\_ Rue \_\_\_\_\_

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

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

Aucun démarcheur ne vous rendra visite.



# DES MILLIONS DE RÉSINEUX MENACÉS CET ÉTÉ



*Un minuscule insecte, le bostryche, ravage nos forêts de résineux, encouragé par la forte sécheresse de l'an passé. Paradoxalement, c'est la fragmentation de l'administration forestière française, pourtant autrefois unifiée, qui lui a le plus facilité la tâche. Il ne reste plus qu'à prier pour un été pourri...*

● Printemps 84 : la facture de l'été 83 est là. En effet, la sécheresse de l'autre année dans plusieurs départements de l'est de la France a entraîné neuf mois plus tard une pullulation de bostryches, coléoptères de 2 à 7 mm qui creusent des galeries sous l'écorce des arbres résineux, provoquant leur mort en quelques semaines.

Les conséquences risquent d'être désastreuses. Dans le passé, ces insectes ont pu ravager au cours d'un seul été des centaines de milliers d'hectares de forêts en France et ailleurs, quand les conditions météorologiques étaient favorables à leur propagation. A en croire certains journaux, le mal nous vient cette fois d'Allemagne et de Suisse, où les bostryches se sont déclarés ces dernières années partout où les arbres se sont trouvés affaiblis par la pollution atmosphérique et les "pluies acides".

En réalité l'épidémie au-delà de nos frontières n'est pas nécessaire pour déclencher une attaque de nos forêts par ces ravageurs redoutables, car ceux-ci sont restés présents, sous formes de petites populations endémiques, un peu partout depuis leur dernière attaque généralisée, au début des années 50, et depuis plusieurs attaques locales (notamment dans le Morvan) au cours des années 60.

Les bostryches ne sont pas les nuisibles essentiels. Leurs populations endémiques jouent un rôle écologique positif en accélérant le cycle de la matière. Mais il se trouve aussi qu'ils profitent de la moindre faiblesse des arbres cau-

sée par la sécheresse, le froid ou la pollution, voire les méfaits d'un mauvais aménagement forestier, pour s'étendre rapidement et attaquer la forêt. Les premières attaques notables de la fin de l'été 1983 auraient dû déclencher l'alerte. Au lieu de cela, les autorités françaises affichèrent jusqu'en mars 1984, un calme olympien. Certains responsables avouent même avoir espéré que la menace s'effacerait toute seule, comme cela avait été le cas après les attaques de l'été 1976, quand le printemps frais et humide de 1977 bloqua la propagation du fléau.

Or, en avril, c'est-à-dire à la période critique qui suit la fin de l'hibernation des insectes, les conditions météorologiques étaient on ne peut plus favorables à la multiplication des foyers d'attaque. Des températures supérieures à 30° C en plaine dans le Jura et les Vosges, ont permis un essaimage de ces nuisibles dans tous les peuplements d'épicéas à moins de 900 m d'altitude. On avait bien commencé à dénombrer les foyers dans le Jura français ; il y en avait 1 500.

Mais à la mi-avril, le Service régional d'aménagement forestier (SRAF) et l'Office national des forêts (ONF) jetèrent l'éponge car l'attaque s'était généralisée. Il était trop tard pour riposter car les arbres atteints sont condamnés. Protégés par l'écorce, les bostryches font inlassablement et impunément leur travail. Même le temps maussade de mai n'y a rien changé ; il a juste facilité quelque peu la tâche des forestiers en com-

promettant l'essaimage des bostryches au-dessus de 900 m d'altitude.

On a commencé à comptabiliser les dégâts d'avril vers la fin du mois de juin. Les responsables savent maintenant que seul un été frais et très pluvieux pourrait encore éviter le désastre que causerait un deuxième essaimage, car les moyens mis en œuvre entre temps pour lutter contre la progression des bostryches sont très peu efficaces pendant un été chaud et sec. Certes, dans les forêts à la charge de l'ONF, c'est-à-dire les forêts communales et domaniales, les bucherons avaient commencé dès l'été dernier à abattre les arbres bostrychés et à brûler les déchets sur place pour enrayer la progression des ravageurs. Mais faute de personnel et de crédits suffisants, les coupes sanitaires n'ont pas été pratiquées avec la rapidité utile. Et beaucoup de temps a été perdu pendant l'hiver à cause de l'optimisme des responsables. Pourtant, la menace aurait été conjurée si tous les arbres atteints avaient été éliminés avant la fin du mois de mars.

Et ailleurs ? Dans la partie helvétique du Jura, le Conseil national suisse a approuvé en mai un crédit de 150 millions de francs suisses (540 millions de francs français) pour lutter contre les bostryches. Et on se prépare à mobiliser l'armée pour l'abattage et le façonnage des 10 à 15 millions d'arbres bostrychés ainsi que pour le reboisement des montagnes ravagées.

En France, par contre, le budget total correspondant, en mai, n'était que de 50 000 F. Par contre, on se propose de suppléer à l'argent par des idées. Ainsi, les autorités attendent beaucoup d'un piège à bostryches, un tube perforé en matière plastique d'un mètre de long qui attire les ravageurs à l'aide de phéromones de synthèse, puis les tue à l'aide d'un insecticide. Même si l'on ajoute aux 50 000 F de l'Etat, les crédits consentis par les organismes régionaux et départementaux, ces moyens financiers restent sans commune mesure avec ceux mis à la disposition des services forestiers suisses.

Y a-t-il beaucoup mieux à faire ? Certes, il y a d'abord la prévention : il faut éviter de planter l'épicéa en basse altitude, sur des sols superficiels, dans des zones trop exposées à la chaleur. Il faut aussi cesser de le planter en mono-



culture et en entretenir les peuplements par des éclaircies fréquentes, avec élimination annuelle des arbres mutilés ou malades.

Abattre les arbres atteints une fois l'épidémie déclenchée n'est pas toujours commode, car cela demande beaucoup de main-d'œuvre et, de plus, brûler sur place les écorces et les branchages entraîne un risque d'incendie élevé. C'est le problème qu'avaient déjà affronté les forestiers allemands en 1983, quand la sécheresse prolongée cette année-là favorisait le développement de trois génés

toxique que le DDT et de plus, soupçonné d'être cancérigène. D'ailleurs, récemment, le ministère de l'Agriculture de la Bavière a arrêté la diffusion gratuite de lindane, à cause de nombreux cas d'intoxication grave.

Les Français n'excluent pas le lindane, mais accordent leur préférence aux produits à base de deltaméthadrine, censés être moins dangereux. Toutefois, lindane ou autre, l'efficacité de la guerre chimique contre le bostryche est douteuse quand l'insecte est déjà sous l'écorce ; elle n'est utile qu'à titre

sont alors largement dominées par les masses de phéromones naturelles émises par les mâles.

Le principal handicap, toutefois, n'est ni le manque de crédits, ni le côté aléatoire des modes de lutte décrits plus haut : c'est l'extrême complexité de l'organisation des services forestiers français. Quatre autorités bien cloisonnées se partagent les responsabilités forestières régionales et départementales : l'ONF, le SRAF, les Directions départementales de l'agriculture ou DDA, et le Centre régional de la propriété forestière !

Seuls les agents locaux de l'ONF sont présents sur le terrain et peuvent éventuellement agir assez vite. Mais ils ne sont pas des "policiers des forêts" et ne peuvent absolument pas intervenir sur des domaines privés. Du fait de sa présence sur le terrain, l'ONF devrait coordonner la lutte contre les parasites ; mais, non, c'est la SRAF qui en est chargée. Or, celui-ci n'a que peu de personnel et ne peut donc pas être présent sur le terrain. Quand à la DDA, elle doit, en collaboration avec le CRPF, "sensibiliser" les propriétaires privés. Heureusement, ceux-ci se montrent coopératifs et pratiquent volontiers les coupes sanitaires demandées (qu'on ne peut pas les obliger à exécuter, faute d'une véritable police des forêts).

Les fonctionnaires eux-mêmes, d'ailleurs, sont animés de bonne volonté et c'est ainsi que les agents locaux de l'ONF ont franchi les limites de leurs tâches en renseignant les DDA sur l'état des forêts privées et en donnant directement des conseils aux propriétaires (on encourage cette communication par des indemnités aux agents qui rendent des services à un autre organisme, ce qui est un peu singulier, puisqu'il s'agit quand même de services publics).

Il ressort de tout cela que la pullulation des bostryches, soudaine, mais certes non imprévisible, est autant l'effet de la propre dynamique des populations que de l'inadaptation de l'organisation forestière française.

Pourtant, en 1965, nous avions une administration unifiée, qui s'était montrée très efficace lors de la dernière grande attaque de ces nuisibles. Faut-il donc, tout en priant pour un été pourri, supposer que les bostryches ont attaqué... l'administration elle-même ?

**Edgar GÄRTNER ■**



**Les bostryches ont attaqué les arbres de la commune de l'Hôpital-du-Gros-Bois, à 20 km au sud-est de Besançon (voir notre photo d'ouverture). Ci-contre, cette sculpture est une écorce striée par les galeries des insectes. Ci-dessous, un bostryche adulte et au stade larvaire.**



rations successives de bostryches. Pour se faire une idée de l'explosion démographique que cela représente, il suffit de dire qu'un seul couple de typographes peut produire 200 000 larves et que, même après le passage des prédateurs naturels que sont les pics, les mésanges, les araignées et les millepattes, il reste sur une telle masse quelque 8 000 larves, soit assez pour assurer le désastre. Outre-Rhin, les pertes se chiffrent par dizaines de millions d'arbres, que seule une armée de bûcherons ou l'armée tout court pourraient abattre.

Plutôt que de faire appel à l'armée, les Allemands se proposent d'utiliser un insecticide organo-chloré, le lindane, 9 fois plus

préventif, encore une fois. Il est possible de détruire les jeunes adultes lors de leur premier essaimage en les attirant dans des arbres sains, volontairement mutilés, au sein d'une zone attaquée. Ces arbres sont ensuite abattus et incinérés. On peut aussi traiter les arbres au préalable à la deltaméthadrine, puis les vaporiser aux phéromones. Enfin, on peut aussi faire la guerre chimique avec les pièges en plastique.

Stratégies délicates, car il faut veiller à ne pas installer les pièges dans une région épargnée, au risque d'y attirer, justement, le bostryche. Qui plus est, ces finesses sont inefficaces quand l'attaque des insectes a pris de l'envergure, car les phéromones artificielles



# L'IMMUNITÉ A AUSSI SON GÈNE

*Simultanément, des biologistes canadiens et américains (1) ont trouvé la "clé" du processus immunitaire. Ils ont en effet isolé le gène commandant la défense de notre organisme contre les microbes et, le cas échéant, contre les greffes de tissus étrangers. Une découverte primordiale pour tous les malades victimes d'une déficience du système immunitaire.*

● Le noyau de chacune de nos cellules contient 46 chromosomes, composés d'un très grand nombre de gènes (500 000 environ), chacun porteur d'un caractère héréditaire donné : couleur des yeux, des cheveux, de la peau... L'un d'eux est donc plus particulièrement prédestiné à nous défendre contre tous les agresseurs potentiels de notre organisme, autrement dit les antigènes. Pour comprendre comment les chercheurs ont mis en valeur cette propriété, il nous faut revenir sur la structure même de ces différents "messages" héréditaires, portés par l'ADN (acide désoxyribonucléique), qui est le constituant essentiel des chromosomes.

L'ADN est formé d'une suite d'unités, les nucléotides, constituées chacune d'un sucre (le désoxyribose, qui lui a donné son nom), d'un phosphate et de l'une des quatre bases participant à sa formation : l'adénine (A), la cytosine (C), la guanine (G) et la thymine (T). Celles-ci peuvent être considérées comme les éléments fondamentaux de l'"alphabet" génétique. Car l'ordre dans lequel ces bases sont placées sur la double hélice de l'ADN détermine le

message codé par ce gène. Mais pour s'exprimer comme caractère héréditaire, ce message doit être déchiffré par la "machinerie" de la cellule, qui le convertit ensuite en une protéine particulière, constituée d'acides aminés. Schématiquement, les deux étapes de cette synthèse protéinique se déroulent de la façon suivante (voir dessin ci-contre).

D'abord, un enzym de la cellule, l'ARN polymérase, va se charger de la transcription de l'ADN en une molécule d'ARN messenger (acide ribonucléique), qui peut ainsi véhiculer le message du noyau de la cellule dans le cytoplasme. Là, de petites organites, les ribosomes, vont "lire" le texte de l'ARN messenger, fait des lettres de l'alphabet génétique agencées par groupe de trois (les codons). Cette lecture permettra à ces ribosomes de sélectionner les acides aminés nécessaires à la production de la protéine, qui fera en quelque sorte "vivre" le caractère héréditaire. C'est à partir d'une telle protéine que les chercheurs ont pu retrouver le gène initial de l'immunité, en remontant cette chaîne de fabrication à "contresens".

Bien que toutes les cellules possèdent les mêmes gènes, la protéine en question n'est synthétisée que par une variété de globules blancs : les lymphocytes T. Pourtant deux types de cellules responsables des défenses immunitaires sont produites par la moelle osseuse : les lymphocytes T et B (voir à nouveau dessin ci-contre).

**Les lymphocytes B**, qui représentent un quart environ des lymphocytes

humains, sont impliqués dans la production d'anticorps (qui sont en fait des protéines) "adaptés" aux antigènes. Ces anticorps ont en effet une conformation complémentaire à certains sites de surface des antigènes. Cela leur permet donc de reconnaître le "mal" contre lequel ils sont programmés et de se diriger sur lui comme un fantassin se ruant sur l'ennemi qu'il a identifié. A la suite de quoi l'antigène est détruit.

**Les lymphocytes T**, eux, fonctionnent d'une autre manière. A la différence des B, ils ne produisent pas d'anticorps "indépendants" partant à l'assaut des antigènes. Mais ils disposent de protéines à têtes chercheuses fixées sur la paroi même de la cellule, qui auront pour rôle d'attaquer directement les antigènes et de les détruire en injectant une substance toxique.

Or, depuis longtemps, on savait que les lymphocytes T, outre la recherche de l'ennemi, commandaient aux lymphocytes B. Dans 99 % des cas d'infection en effet, on avait remarqué que les lymphocytes T attaquaient les premiers, alors que les B n'intervenaient que dans un second temps. Il était donc certain que le gène responsable de la synthèse de la protéine à têtes chercheuses régulaient l'intervention des lymphocytes B par l'intermédiaire de signaux qu'il restait à déterminer. De ce fait, une absence ou une anomalie de ce gène "chef" expliquait la paralysie du système immunitaire chez certains individus.

Pour trouver le gène en question, les chercheurs sont partis de la copie qu'il fabrique pour synthétiser la protéine : l'ARN messenger récupéré dans des lymphocytes T en activité. Puis, de là, ils ont recomposé le "texte" original du gène. Ils ont ainsi pu constater que sur les 384 codons le constituant, les 12 premiers et les 60 derniers n'intervenaient pas pour la fabrication même de la protéine.

Ils étaient impliqués uniquement dans la régulation et le contrôle de sa production, par exemple en cas d'infection microbienne. Par contre, les 312 codons situés dans la partie centrale du gène codaient, eux, pour la protéine, qui compte en effet 312 acides aminés (voir photo ci-contre).

Le gène ainsi isolé, il a suffi de le cloner pour obtenir à nouveau un exemplaire de la protéine à tête chercheuse. Pour cela, les chercheurs ont utilisé une bactérie *Escherichia coli*, matériel de choix de l'ingénierie génétique. Cette bactérie possède en effet, outre son uni-

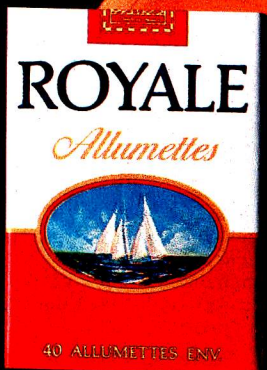
(1) Yusuke Yanagi, Yasunobu Yoshikai, Kathleen Legett, Stephen P. Clark, Ingrid Aleksander et Tak W. Mak, de l'université de Toronto (Canada). Stephen M. Hedrick, David I. Cohen, Ellen A. Nielsen et Mark M. Davis, de l'Institut national du cancer Bethesda du Maryland (USA). Les résultats de ces deux équipes ont été publiés dans le même numéro de la revue scientifique américaine *Nature* (vol. 308, 8 mars 1984).







# ROYALE





# RECHERCHE

## PHYSIQUE

### MYSTÈRE AU CERN : UNE PARTICULE DÉFIE LA PHYSIQUE

● Un coup de théâtre vient d'ébranler la physique des particules, qui depuis longtemps ne nous avait pas réservé une telle surprise. Lors d'une grosse expérience qui s'est déroulée l'an dernier au CERN (Centre européen de recherche nucléaire, près de Genève), mais dont les derniers résultats viennent seulement d'être publiés, une dizaine d'événements sur des milliards analysés sont restés parfaitement inexplicables dans le cadre des théories établies.

On entend par "événement", en physique des particules, la collision entre deux particules de très grande énergie qui explosent en une gerbe de particules de toutes espèces. Les débris traversent des détecteurs qui enregistrent leurs caractéristiques, et les physiciens savent généralement les identifier et expliquer les mécanismes des réactions. Sauf si, comme c'est le cas aujourd'hui, quelques événements se refusent à tout classement...

Et pourtant, dans cette quête des plus petits constituants de la matière et de ses lois les plus fondamentales, les théories devancent souvent les expériences : les théories deviennent alors de plus en plus globales, mathématiques, abstraites, mais capables de justifier et même de prévoir l'existence et le comportement de presque toutes les particules connues.

Or — ironie — l'expérience du CERN qui a révélé ces événements mystérieux a par ailleurs — et c'était là son objectif — abouti à la découverte des bosons W et Z attendus depuis longtemps et confirmant de manière éclatante une théorie fondamentale de la physique. On a bien trouvé ce qu'on cherchait, mais on a aussi trouvé "autre chose". Il faut dire que, pour détecter les bosons, on a utilisé des énergies de collision

considérables, très supérieures à celles jusque-là atteintes ; et c'est précisément lorsque l'énergie augmente que se manifestent des phénomènes jamais observés auparavant.

Cette expérience capitale a eu lieu auprès du supersynchrotron du CERN, un accélérateur circulaire géant de 2,2 km de diamètre : on y a fait circuler deux faisceaux en sens inverse, l'un de protons, l'autre d'antiprotons, qui se croisent en plusieurs endroits. Là, les protons et les antiprotons se heurtent avec violence : l'énergie de ces chocs (la plus élevée jamais obtenue : 540 gigaélectronvolts ou GeV) a donné naissance à de très nombreuses particules déjà connues et, dans de rares cas, à un boson W ou Z — sans parler des fameux événements mystérieux.

Deux équipes ont travaillé indépendamment en deux points de croisement de faisceaux, où étaient placés deux gigantesques détecteurs nommés UA1 (2 000 t) et UA2 (600 t). L'expérience UA1 regroupait 130 physiciens de 12 laboratoires à travers le monde, et une soixantaine de physiciens de six laboratoires européens ont travaillé sur UA2 ; c'est dire son importance. Or, les deux équipes ont trouvé chacune, outre les bosons attendus, entre 4 et 7 événements bizarres et inexplicables : il ne peut s'agir d'une coïncidence...

Bizarre... à quoi ressemblent donc ces collisions proton-antiproton pas-comme-les-autres ? Elles donnent un "jet" de particules diverses s'échappant avec une très grande vitesse dans une même direction ; dans quelques cas un électron également très énergétique... et c'est tout. Et c'est bien là le surprenant : car — loi fondamentale — l'énergie du choc doit se répartir toujours

également dans toutes les directions de l'espace : on attendait donc d'autres particules éjectées dans des directions opposées, dont l'énergie équilibrerait "celle — d'ailleurs considérable — du jet". Il n'y en a pas eu. Certes, les physiciens disposent d'une explication. Lorsqu'on trouve des énergies manquantes : c'est la faute au neutrino, particule fantôme qui ne réagit presque jamais avec les autres particules et traverse les détecteurs sans même qu'ils s'en aperçoivent. Seulement dans ce cas, aucune réaction connue ou imaginable, selon les théories actuelles, ne peut aboutir à un jet et un neutrino animés d'une telle énergie.

Il n'est pas question au demeurant de jeter ces théories aux orties ; mais d'en bâtir d'autres, ou de les compléter. Leur validité est attestée par une multitude de preuves expérimentales — et en dernier lieu la découverte des bosons W et Z. Découverte, c'est-à-dire matérialisation : ces bosons ont été créés à partir de l'énergie formidable libérée dans des collisions protons-antiprotons, selon le principe d'Einstein  $E = mc^2$ , qui dit que l'énergie peut se changer en matière et vice versa. C'est pourquoi la construction d'accélérateurs de plus en plus puissants a conduit à la découverte (à la création) de particules de plus en plus lourdes. Toutes ces particules ont été classées en deux catégories : les unes sont ponctuelles, sans structure, comme l'électron ; toutes les autres, de la famille du proton, peuvent se construire à partir de 6 quarks, qui sont les plus petits morceaux de matière.

Une des tâches essentielles de la physique est d'expliquer et d'unifier les forces agissant entre les particules ; elles sont au nombre de quatre, ou plutôt elles étaient quatre jusqu'à



la découverte du boson — toujours lui — qui a consacré l'union de deux d'entre elles — la force faible et la force électromagnétique — en une seule baptisée "électrofaible". Reste à fondre en une seule théorie les deux théories, fort complexes, de cette interaction électrofaible et de l'interaction forte, puis à introduire la gravitation. Ces théories d'unification, en cours d'élaboration, prévoient déjà l'existence probable de nouvelles particules, et peut-être d'autres particules fantômes comme le neutrino, qui pourraient expliquer la grande énergie manquante observée.

Par ailleurs, quelques particules prévues et nécessaires théoriquement manquent encore à l'appel. Ne seraient-elles pas justement à l'origine des événements mystérieux ? Ou bien faut-il remanier les concepts dernièrement acquis ?

On ne surprendra personne en révélant que les théoriciens se sont jetés sur ces résultats surprenants, sans attendre la prochaine expérience de septembre au CERN, qui devrait apporter des résultats complémentaires. Les neurones fonctionnent à grande vitesse aussi dans ces accélérateurs biologiques que l'on appelle cerveaux...

●● *Le germe de la maladie des Légionnaires est courant dans l'eau des robinets, selon le Dr Eric Dournan, de l'hôpital Claude Bernard à Paris. La personne la plus exposée à la contamination éventuelle est celle qui prend sa douche la première ! Où trouve-t-on aussi les germes en question ? Dans les climatiseurs. On en a même trouvé à l'hôpital Bichat...*

●● *SIDA : triplement des victimes, contrairement à des informations prématurées parues dans la presse médicale française. En un an, selon le CDC d'Atlanta, autorité en matière d'épidémiologie, le nombre de nouveaux cas est passé de 1 300 à 3 646.*

●● *Ce que les médecins américains pensent les uns des autres. Un interne est quelqu'un qui sait tout et qui ne fait rien. Un chirurgien est quelqu'un qui fait tout et qui ne sait rien. Un psychiatre est quelqu'un qui ne sait rien et qui ne fait rien. Un spécialiste est quelqu'un qui sait tout et qui fait tout toujours trop tard.*

## BIOLOGIE

### LE CORPS SYNTHÉTISE DES NITRATES

● **Mystère :** comment se fait-il que l'organisme excrète plus de nitrates et nitrites qu'il n'en consomme ? On s'en doutait déjà depuis quelque temps, puis on l'a vérifié, puis on vérifie les vérifications, et c'est vrai. Trois chercheurs de l'université du Madison-Wisconsin ont voulu savoir, en particulier, ce qu'il advenait des nitrates et nitrites consommés dans l'alimentation au bout d'un délai de 51 jours.

Ils ont constaté que les neuf étudiants qui s'étaient prêtés à l'enquête excrétaient de deux ou trois fois plus de nitrates et nitrites qu'ils n'en avaient consommés. Ces nitrates demeurent donc longtemps dans l'organisme. Les nitrites qui se forment dans la bouche, par exemple, par transformation des nitrates sous l'action des bactéries ne sont pas excrétés avant un délai assez long. Nitrates ou nitrites, ils ont donc tout loisir d'exercer des actions cancérogènes.

Cette constatation n'a rien d'extraordinaire en elle-même ; nous fabriquons bien de l'ammoniac, il n'y a donc pas de raison de s'étonner de la fabrication de nitrates et de nitrites, à partir des déchets du métabolisme. Mais elle est intéressante du point de vue diététique. Pendant près d'une décennie, les diététiciens se sont alarmés des risques de cancer auxquels nous exposerions les nitrates et nitrites, qui se transforment en nitrosamines dans le tube digestif. Or, les nitrosamines seraient potentiellement cancérogènes. On fit donc la guerre aux nitrates et nitrites utilisés dans les conserves, les salaisons, les fumures.

Voilà donc que nous fabriquons nos propres cancérogènes éventuels. On peut donc recommencer à manger des salaisons sans trop de crainte : ils ne représentent pas un taux considérable de nitrates et nitrites.

Et ce n'est pas non plus la peine de reporter son appétit sur les légumes et les fruits pour éviter des taux élevés de nitrates et nitrites : ce sont eux qui nous en fournissent le plus, soit 87 % de nos doses quotidiennes.

Les savants sont quand même bien honnêtes. Quand ils se sont trompés, ils l'avouent. Enfin, ce ne sont pas les mêmes, mais tout de même.

## ARMEMENTS

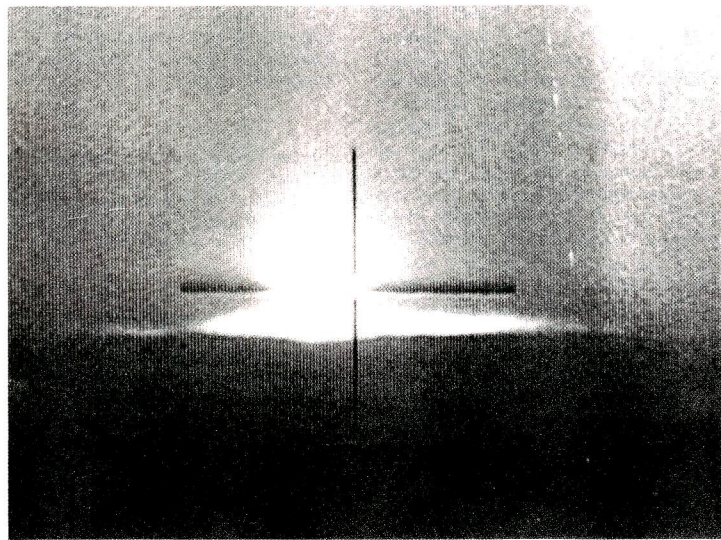
### LA GUERRE DES FABRICA



● En décembre 83, la Royal Navy (Grande-Bretagne) a invité les états-majors étrangers et la presse internationale à un exercice au cours duquel un missile-antimissile Sea Wolf a été envoyé contre un missile Exocet (photo ci-dessus). Comme on peut s'en douter, ce dernier a été détruit (photo ci-contre). L'exercice était délicat car il est évidemment difficile de repérer puis toucher un engin qui arrive sur sa cible à 900 km/h et au ras des flots. Cela ne remplace pas le destroyer Sheffield (détruit pendant la guerre des Malouines), mais comme l'a dit à cette occasion le directeur de la section Armements de British Aerospace : « Cette démonstration a considérablement accru l'image de Sea Wolf... pour l'exportation ». On murmure, en France bien sûr, que l'Exocet (Aérospatiale) tiré n'était pas aussi performant qu'il aurait pu l'être...



## TS D'ARMES



Photos British Aerospace

## L'ADN D'UNE VIEILLE PEAU RESSUSCITÉ 140 ANS APRÈS

● Des fragments d'ADN extraits d'une peau de couagga, une espèce d'équidé parente du zèbre et du cheval et éteinte depuis un siècle, ont été ressuscités après manipulation génétique. C'est la première fois que du matériel génétique a pu être extrait d'une espèce disparue. Vivant autrefois en Afrique du Sud, le couagga fut progressivement décimé par les fermiers, parce qu'il faisait des dommages aux cultures ; en 1883, disparaissait le dernier. La peau sur laquelle a été prélevé le spécimen avait 140 ans. Elle fut trouvée dans une case africaine par le Dr Rheinhold Rau, qui en recherchait des exemplaires pour les collections du musée qu'il dirige au Cap. Il eut alors l'idée d'envoyer un fragment de cette peau au Dr Olivier Ryder, attaché au zoo de San Diego, qui à son tour le fit parvenir au Dr Wilson, à l'université de Californie, où eut lieu l'étude.

Après dissolution des tissus conjonctifs avec un enzyme, de petits fragments d'ADN logés dans le noyau des cellules apparurent. Chaque fragment fut alors coupé en tranches et chaque portion ainsi obtenue fut greffée dans un plasmide d'*Escherichia coli*. Après réintroduction des plasmides ainsi manipulés dans les bactéries, celles-ci furent cultivées en laboratoire. L'ADN provenant du couagga fut à nouveau synthétisé — preuve que la greffe avait pris — et transmis aux bactéries filles. Le matériel génétique du couagga était ainsi ressuscité après 140 ans. Malgré le temps ce matériel était encore en bon état. Cependant il ne s'est pas mis à fabriquer des protéines, comme on s'y attendait. Il restait bloqué. À ce jour, on ne connaît pas encore le moyen de ramener à la vie une espèce animale en partant du matériel génétique des cellules somatiques, celles de la peau par exemple. Avec les cellules germinales, c'est par contre possible. Les fécondations récentes in vitro, d'ovules par des spermatozoïdes humains congelés en est un exemple. Mais il faut convenir que la congélation avait été de courte durée (quelques heures). À partir d'ovules et de spermatozoïdes de mammouth congelés depuis le quaternaire, il serait possible de ressusciter l'espèce. L'expérience n'a pas encore été réalisée, mais on y songe, en URSS en particulier.



## L'EXPÉRIMENTATION HUMAINE EST LÉGALISÉE

● Un projet de loi légalisant l'expérimentation humaine sera présenté au Parlement à une date indéfinie, quand il aura été approuvé par le Comité national d'éthique, également connu sous le nom de Comité Jean Bernard. L'expérimentation humaine se situe aux frontières de l'éthique et de la nécessité, la première la repoussant, la seconde l'exigeant pour la médecine.

Une certaine réprobation avait sanctionné les essais thérapeutiques sur des prisonniers américains consentants, il y a une vingtaine d'années. L'éthique, en effet, est plus que réservée à l'égard de toute expérimentation sur des êtres humains, ne fût-ce que parce qu'elle évoque les souvenirs sinistres des camps de concentration.

Néanmoins, il est devenu patent que les essais cliniques de certains médicaments ou de certaines types d'interventions chirurgicales ne sont autres qu'une forme d'expérimentation médicale qui ne disait pas son nom. On peut ainsi soutenir que, d'un certain point de vue, le raccordement du système circulatoire de Barney Clarke à un cœur artificiel externe était bien un type d'expérimentation humaine. On peut également soutenir que de nombreux médicaments nouveaux, même s'ils sont administrés selon toutes les exigences des protocoles rigoureux imposés par le ministère de la Santé, donnent quand même lieu à des formes d'expérimentation restreinte.

En effet, il est impossible de connaître tous les effets à long terme des nouvelles molécules mises au point par les laboratoires pharmaceutiques. Il y faut parfois vingt ans, sinon plus. Dans l'intervalle, il ne serait pas non plus éthique de priver des malades des bénéfices possibles des médicaments, même si l'on ne peut écarter entièrement des risques d'effets secondaires sur certains d'entre eux. Les preuves de cette ambiguïté sont fréquemment données par les restrictions apportées à la vente de certains produits, dont la phénylbutazone n'est que le dernier en date. Il est également devenu patent que les essais sur l'animal ne donnent pas une image exacte des effets que tel ou tel type d'intervention peuvent avoir sur l'être humain. On l'a assez dit, les hommes ne sont ni des souris, ni des rats, ni des singes rhésus, ni des porcs et il faut bien, quand on a créé une nouvelle molécule, la mettre à l'essai sur un humain.

Le point crucial sur lequel le Comité national d'éthique concentrera sans doute ses observations est celui du consentement. Il faut qu'à l'avenir un humain sur lequel on expérimente une nouvelle molécule ou un nouveau type d'intervention médicale soit parfaitement averti de tous les effets possibles qu'il en subira.

Un autre point crucial est celui de la prescription courante de certains produits. Le médecin devra-t-il avertir aussi son malade qu'il lui prescrit un médicament nouveau dont les effets ne sont peut-être pas tous connus ? Epineuse question : à partir de quand sait-on si un médicament a ou n'a pas tel ou tel effet ? L'un des cas les plus célèbres à cet égard est celui de l'aspirine, dont on

s'est avisé, après plusieurs décennies d'utilisation courante internationale, qu'elle a des effets complexes intéressant la viscosité sanguine et l'inhibition des prostaglandines, entre autres. Un autre cas est celui de l'indométhacine, anti-inflammatoire très efficace dans le traitement des arthroses, dont on vient aussi de s'apercevoir qu'il possède des propriétés anticancéreuses. Enfin, l'on a pas fini de débattre sur les effets éventuels anti-cancéreux des contraceptifs oraux.

L'évolution de la médecine exigeait que l'on changeât la lettre de l'éthique. Celle-ci, bien évidemment, ne peut recouvrir strictement tous les aspects de la réalité, mais tant que l'esprit éthique veille...

### MÉTÉO

## PLUIES ACIDES : PEUT-ÊTRE UN PHÉNOMÈNE NATUREL

● Pour William M. Brown, directeur des études technologiques au Hudson Institute, les pluies acides seraient un phénomène naturel et non pas une conséquence d'une trop forte émission de dioxyde de soufre dans l'atmosphère. Ce point de vue, plutôt neuf et sans doute unique, a été publié dans le numéro de mai de *Fortune*, magazine américain du groupe Time-Life.

Pour Brown encore, les polluants qui se trouvent dans les pluies ne contribuent que faiblement à l'acidité des lacs, et il n'est pas du tout sûr qu'elle menace les régions forestières des zones tempérées ; Brown estime que cette idée est probablement fausse. Les eaux de ruissellement provenant des pluies n'atteignent pas directement les lacs, rappelle-t-il, mais passent par une série de filtres naturels, dont l'humus, qui peut multiplier par mille les taux d'acides de ces eaux. Il se trouverait donc que ce sont les forêts elles-mêmes qui produisent l'acidité des lacs, qui a servi de signal d'alarme contre l'acidité des pluies. En effet, les lacs américains se dépeuplent de leurs poissons à un rythme accéléré. Brown qui devine sans doute qu'on lui objectera que les poissons auraient depuis longtemps disparu des lacs et rivières si c'étaient les forêts elles-mêmes qui acidifiaient les eaux douces, observe par ailleurs que l'acidité résultant de l'action de l'humus est compensée par l'alcalinité de certains filtres cal-

caires.

Pourquoi donc les forêts seraient-elles devenues plus acidifiantes depuis quelques années ? Parce qu'il y a beaucoup moins d'incendies de forêts. Les forêts américaines se sont beaucoup étendues au cours du dernier demi-siècle, et elles ont parallèlement augmenté les quantités d'humus acide. Les colons américains, qui devaient en savoir un brin là-dessus, organisaient d'ailleurs des incendies de forêts réguliers. L'écologiste britannique Kenneth Mellanby exprimait d'ailleurs un point de vue similaire dans *Nature*, il y a quelques mois, et rejetait l'idée que les pluies acides seraient en train de ravager les forêts de l'hémisphère nord.

●● **Les hybrides ne sont peut-être pas toujours stériles : témoin la naissance d'un ligron, né d'une femelle tigrin (lion-tigre) et d'un lion. C'est Pascale, née au zoo de Thoiry.**

### ERRATUM

Dans notre numéro 800 et page 68 de notre article "le Ciel est plein d'étoiles sélénies", une erreur d'impression estimait l'espérance de vie du Soleil à 10 millions d'années. Un lecteur avisé précise à juste titre que ce chiffre est faux : il fallait lire « 5 milliards d'années »... Ouf, on respire !



## ENCYCLOPÉDIE NATIONALE : LE BÉBÉ EST ENCORE DANS LE BAIN

● À en croire certains de nos confrères, une entreprise comparable à celle des Encyclopédistes du XVIII<sup>e</sup> siècle est en cours, celle de l'*Encyclopédie nationale des sciences et des techniques*, lancée à l'initiative du ministre de l'Industrie et de la Recherche, M. Laurent Fabius. On pouvait donc s'apprêter à disposer de l'équivalent en volume et en poids intellectuel du célèbre ouvrage (qui fut un des succès de librairie de son temps), et d'un rival, enfin, de l'*Encyclopaedia Britannica*, toujours reine en ce domaine.

En réalité, il en va tout autrement. En premier lieu, le projet n'en est qu'à l'état de... projet. Une Fondation pour l'encyclopédie en étude la "faisabilité". On pourrait se demander pourquoi fonder un organisme spécial pour étudier ce qui n'est après tout qu'une entreprise d'édition. Et c'est ce qui mène au second point : l'Encyclopédie projetée ne se présentera pas sous forme d'une série de gros volumes à ranger sur une étagère solide.

L'idée, en effet, est complexe : d'une part, distribuer de l'information imprimée sur papier, de l'autre, créer un réservoir d'information accessible par câble, sur terminaux. La première forme d'information serait comparable à de la conserve de longue durée, la seconde, à de la denrée fraîche.

L'État n'est pas l'éditeur. Pour la distribution de l'information sur papier, il fera appel à plusieurs éditeurs différents, qui prendront chacun sous son bonnet quelques volumes parmi les deux ou trois centaines envisagées. Un éditeur prendra en compte une encyclopédie par fascicules, qui représente un secteur distinct de l'"information-papier". En ce qui concerne la distribution informatique, l'État ne prendrait — on n'en est qu'aux préliminaires — que le rôle de coordinateur entre diverses entreprises existantes ou à naître et qui réaliseraient une bibliothèque de logiciels à des fins éducatives, un "forum électronique", centre de stockage et messagerie de disques magnétiques, et enfin une banque de données fournies par les collaborateurs.

La distribution se ferait par réseau câblé vers les utilisateurs. Ce serait peut-être l'actuel réseau Thélème (qui comporte déjà sa messagerie, sa bibliothèque de logiciels rechargeables et un système de téléconférence assistée par ordinateur). On a évoqué devant nous, à ce sujet, "un million de terminaux" dans un délai de quelque deux ans, après la mise

sur pied du projet.

La Direction générale des télécommunications, le CNRS et d'autres organismes et entreprises privées s'intéressent évidemment à la distribution électronique de l'information, qui doterait la France d'un système comparable à l'Electronic Informations Exchange System mis en place aux États-Unis.

Évidemment, l'une des premières questions que l'on se pose est : « Qui donc prétend au redoutable honneur de succéder à d'Alembert, Diderot, Helvétius et autres gloires ? » Un comité d'une soixantaine de personnes a été réuni, non seulement à l'effet de rédiger des textes, mais encore de demander à des collègues français et étrangers de contribuer à la rédaction des textes.

Il y aurait là de quoi obtenir le fin mot du savoir en maths, astronomie ou physique. Il est prématuré d'émettre un avis sur une entreprise qui n'en est même pas à son stade de gestation, mais plutôt à celui de sa cogitation. Mais on peut se féliciter qu'enfin, à un niveau quelconque, état ou organisme privé, l'on s'efforce de donner à la France une banque de données scientifiques.

En revanche, on nous permettra de n'être pas convaincu du besoin qu'aurait le public français d'une collection d'ouvrages scientifiques en plus. Il y en a déjà une excellente, pratiquée de plus d'un chercheur de haut niveau, et qui est la collection "Que sais-je ?". Et il y a déjà des encyclopédies, à fascicules ou sans.

À notre avis, il eut été plus opportun d'embrancher directement sur la distribution informatisée de données fraîches, dans un monde où les notions changent vite du fait de la recherche. Reste à se demander si vraiment on peut espérer à court terme un million de terminaux à destination des utilisateurs, et quel sera surtout le prix de l'abonnement.

Reste aussi à observer que le coordinateur de l'encyclopédie, Dominique Lecourt, a mis un accent particulier sur une notion nouvelle appelée "questions vives". Les questions en question sont celles auxquelles on n'a pas encore de réponse. Par exemple, l'utilité des fragments surnuméraires d'ADN, les fameux morceaux "inutiles" que nous avons dans notre patrimoine. Sont-ils bien inutiles ou servent-ils à quelque chose ? Dans les exposés de pareils problèmes, M. Lecourt souhaite que l'on ne réponde pas en

offrant un seul point de vue tranché, mais que l'on offre à l'utilisateur des points de vue contradictoires, bref, les deux avis opposés. C'est une idée qui reflète les tendances de l'épistémologie contemporaine et le souhait renouvelé de beaucoup de savants de ne pas s'imaginer à tout bout de champ que l'on détient le dernier mot dans un domaine, astrophysique ou biologique. Donnera-t-elle de bons résultats ? C'est affaire de talent à la rédaction. Les encyclopédistes, faut-il donc le rappeler, étaient d'admirables écrivains. C'est leur sens de l'explication autant que la teneur de celle-ci qui a fait le succès de l'*Encyclopédie*.

En fin de compte, ce terme d'"Encyclopédie" avec constitution d'une "Commission Diderot" nous paraît quelque peu en avant de la main. Mais le bébé est encore dans le bain et il n'est pas temps de jeter l'eau et encore moins le bébé avec.

## ENTOMOLOGIE

### LA TERREUR DE L'ATRA

● Une espèce d'araignée assez grosse (7,5 cm), l'Atrax, une Dipluridée, sème la terreur à Sydney. Il s'agit, en effet, de l'une des araignées les plus redoutables du monde : son venin tue dans un délai de 15 minutes à 30 heures. Or, il y en a une invasion actuellement (c'est l'été en Australie, et les arachnides cherchent des partenaires). Il existe bien un sérum anti-vénimeux, mais les autorités travaillent actuellement sur un vaccin préventif. C'est donc par milliers que l'on capture des Atrax pour traire leur venin. La capture est risquée : les crochets de cette araignée peuvent percer le cuir d'une chaussure. Autre inconvénient : l'Atrax creuse des galeries souterraines jusqu'à un mètre de profondeur, d'où son nom d'araignée des galeries.

●● *L'alcool fait "déphosphorer" : il inhiberait les échanges de sodium cellulaires, qui à leur tour inhiberaient les équilibres des phosphates cellulaires, ce qui expose les muscles des alcooliques à des altérations. La baisse de la concentration cellulaire en phosphore inhibe également l'activation des enzymes, ce qui altérerait aussi le métabolisme. Hypothèses signées Knochel, de l'université du Texas à Dallas.*



## EST-CE QUE NOUS NOUS DÉSINTÉGRONS ?

● Un ingénieur soviétique, M. Marc Moldavski, de Voronez, vient de publier une théorie tout à fait singulière, mais intéressante à la fois pour les biologistes et les physiiciens : c'est que nous vieillirions par... désintégration atomique !

Nous contiendrions des isotopes radioactifs, les mêmes qui servent à la datation par la méthode du carbone 14, et ce sont eux qui détermineraient notre "temps biologique".

Le carbone, observe Moldavski, est la base de toutes les substances organiques, de tout ce qui vit. Il est très abondant dans toute la nature. Grâce aux radiations cosmiques, l'azote des couches supérieures de l'atmosphère se transforme constamment en isotope de carbone. Il présente une particularité : les autres isotopes radioactifs qui font partie des organismes vivants se désintègrent soit trop vite, soit trop lentement, mais la période de demi-vie du  $C_{14}$  (6 360 ans) convient aux "mécanismes horlogers" de tout ce qui vit depuis quelques heures jusqu'à plusieurs millénaires (papillons, roses, hommes, tortues, séquoias), bref toute la flore et toute la faune.

Avec les atomes stables de carbone, ce sosie instable fait partie de chaque molécule de l'organisme vivant. En stricte conformité avec les lois de la physique il se désintègre en revenant à l'azote. Une fois à la place du carbone radioactif, l'azote, assez inerte dans les conditions normales, rompt tout de suite ses anciens liens chimiques dans la molécule, qui se fragmente.

La désintégration des "briques" de protéines de l'organisme est constante. La nature a prévu leur remplacement permanent. Dans cette valse incessante des quelques cinq cents milliards de molécules qui composent notre corps, le préjudice causé par la désintégration des atomes de carbone serait perceptible, s'il n'y avait pas un "mais".

La molécule de l'acide désoxyribonucléique (ADN), qui sert à renouveler les cellules de l'organisme, contient des atomes de carbone instables. Et si un défaut apparaît dans l'unique message-programme donné à chaque être vivant, il reparaitra automatiquement dans toutes les molécules de protéines fabriquées par cette étape, lors du processus permanent de rénovation, en d'autres termes, pendant toute la vie. Avec le temps, le nombre de défauts s'accroît proportionnellement. Les fautes reproduites dans la synthèse des protéines dénaturant le processus naturel de l'activité cellulaire, amènent le vieillissement. Le rythme du vieillissement serait donc imposé à l'avance par les atomes de carbone radioactif dans la molécule d'ADN et par l'importance de la partie qu'ils occupent dans le programme, ce qui implique une limite dans le rôle de l'environnement, puisque celui-ci ne peut modifier ni la vitesse de formation des "garnitures" d'azote dans les molécules de protéines, ni les taux de renouvellement des "briques" de l'organisme.

Moldavski invoque à l'appui de la thèse le fait que, dans le coma prolongé, le sujet ne veillit pratiquement pas, mais qu'une fois réveillé, il veillit, pour ainsi dire, à vue d'œil. Cela s'expliquerait par le ralentissement du métabolisme dans le coma, et son accélération au réveil.

Voilà une hypothèse sans doute un peu "en avant de la main", mais néanmoins intéressante, puisqu'elle expliquerait, fût-ce partiellement, les constantes de longévité spécifiques des espèces vivantes.

## GASTRONOMIE

### POURQUOI IL VAUT MIEUX BATTRE LES ŒUFS EN NEIGE DANS UN BOL DE CUIVRE...

● ... comme le veut la tradition. Telle est la grave question à laquelle trois biologistes consacrent une longue étude dans un numéro de *Nature* qui n'est pas du 1<sup>er</sup> avril dernier. La raison en est que le battage dans un bol de cuivre met en jeu les propriétés d'une variété d'albumine, la conalbumine, qui s'attache aux métaux.

Quand on bat le blanc d'œuf en neige, en effet, on commence par casser les liens intramoléculaires de l'albumine ; ensuite il se forme une pellicule protéinique qui stabilise la mousse. Toutefois, si la dénaturation ainsi provoquée a été trop poussée et si la coagulation qui s'en est suivie a dépassé un certain seuil, la mousse durcie réabsorbe plus rapidement les liquides du blanc et donc s'effondre.

Toute l'astuce d'un bon battage consiste donc à savoir jusqu'où il faut aller trop loin. Si l'on bat le blanc d'œuf dans un bol de cuivre, il semble que le cuivre incorporé à doses infinitésimales dans le blanc, réagisse avec les groupes sulphydriques de l'albumine et forme des mercaptides, qui bloquent les

### CONTRACEPTIFS POUR TOMATES ET VASELINE POUR PATTES DE CHIENS

● Étonnant inventaire des détournements d'usage des produits domestiques qu'a présenté notre confrère américain *The Wall Street Journal*, aux Etats-Unis tout au moins. On y apprend qu'un propriétaire de chevaux utilise une crème de beauté féminine pour protéger ses chevaux contre les moustiques, qu'un jardinier fait pousser ses tomates aux contraceptifs dissous dans l'eau, qu'un médecin utilise la mayonnaise en tubes pour enlever le goudron de la peau des patients brûlés dans l'asphaltage, que des femmes utilisent une préparation anti-hémorroïdaire pour leur visage, que certains propriétaires de chiens enduisent de vaseline les pattes de ces animaux pour les protéger contre le froid et que les femmes stériles utilisent un certain sirop pour la toux, parce qu'il aurait guéri de nombreux cas d'infertilité...

échanges sulfurés entre les molécules, qui sont la cause d'une coagulation trop poussée. De plus, le cuivre inactive les lysozymes, globulines de l'albumine, qui favorisent la retombée de la mousse. On obtient alors une mousse à la fois plus homogène et plus stable.

Si l'on bat le blanc dans un récipient de verre, on obtient la mousse beaucoup plus vite, en moitié moins de temps, mais c'est une mousse fortement coagulée et qui tend donc à se liquéfier très vite, donc à former des grumeaux, tandis que la mousse réalisée dans un bol de cuivre est plus longue à faire monter, mais elle tient mieux et ne fait pas de grumeaux.

Pour faire une bonne mousse au chocolat... etc.

● ● *Interféron gamma contre le SIDA : essais prometteurs à l'université Cornell. Par ailleurs, excellents résultats après essais d'une drogue contre la lèpre, la dapsone, sur victimes du SIDA ayant développé un sarcome de Kaposi.*



## LA PILULE DONNE-T-ELLE LE CANCER DU SEIN ?



Production industrielle de pilules

● La panique a été propagée par un article de *The Lancet*, la célèbre publication médicale britannique : forte augmentation des taux de cancers du sein chez les jeunes utilisant les contraceptifs oraux — lisez : progestatifs de synthèse.

Or, tout à la fois, c'est faux et ce n'est pas tout à fait faux, comme le relève une mise au point de Mauvais-Jarvis et Sitru-Ware dans *la Presse médicale* (réponse du berger à la bergère). D'une part la contraception orale semble protéger contre les lésions mammaires bénignes, de l'autre, si ces lésions existent déjà, il y a risque qu'elles cessent justement d'être bénignes. Autrement dit, si vous ne courez pas de risque, vous en courez encore moins, mais si vous en courez, vous en courez encore plus.

Nuance introduite par les mêmes auteurs (qui notent qu'il ne faut pas s'affoler) : il semble également que les risques augmentent quand la pilule est utilisée à long terme avant la première grossesse menée à terme (selon les travaux de Pike). Cela s'expliquerait par le fait que les

cellules mammaires ne sont complètement différenciées qu'avec la première grossesse et qu'avant ce stade, elles pourraient être plus sensibles à un facteur cancérigène déclencheur. Autrement dit encore, la pilule ne sert que si l'on a commencé par ne pas s'en servir.

Il semble qu'une certaine réserve s'instaure chez certains médecins à propos des pilules dites "plutôt progestatives", par opposition à celles qui sont "plutôt estrogéniques". Jusqu'ici, on avait pensé le contraire, étant donné que ce sont les estrogènes qui ont le sein comme cible, étant donné aussi que les progestatifs neutralisent les estrogènes et les proliférations cellulaires cancéreuses. Mais Pike estime, pour sa part, que l'action des progestatifs dans le sein est différente et qu'elle stimulerait même la lactation estrogénique qui se produit dans la deuxième partie du cycle.

Un débat difficile s'est ouvert. Plus de vingt ans après leur découverte, les contraceptifs oraux comportent toujours des inconnues plutôt troublantes.

## OCÉANOGRAPHIE

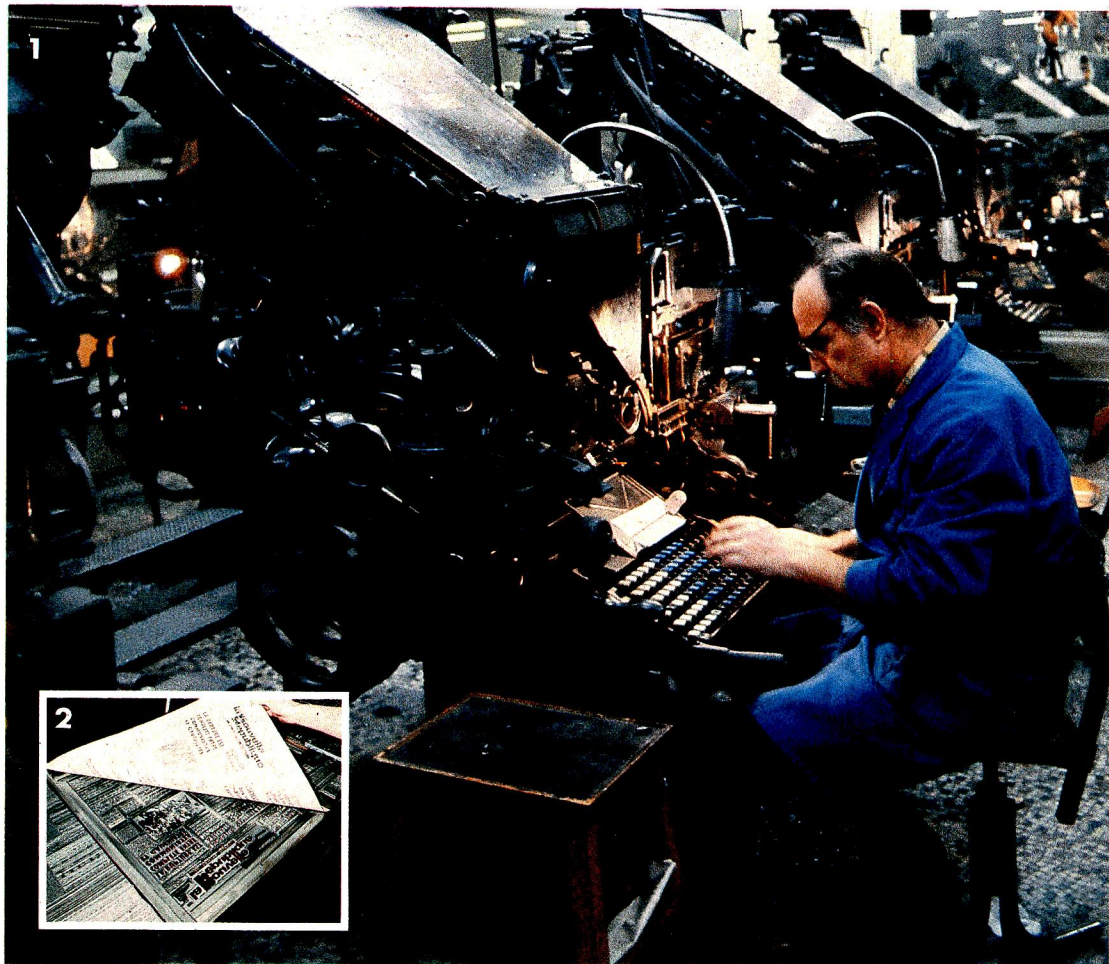
PÉTROLE  
PAR 5 000 M

● Glomar Challenger ne fait pas qu'expertiser l'état de la croûte terrestre sous les mers. Depuis 15 ans, ce remarquable laboratoire flottant a découvert entre autres que la faille atlantique va s'élargissant et que les glaciations se succèdent tous les 100 000 ans (il y en aurait une à venir dans 80 000 ans). Mais depuis 15 ans le Glomar Challenger a aussi trouvé du pétrole et du gaz sous la mer. Comme on s'en doutait un peu, les réserves de carburants fossiles ne se limitent pas aux plateaux continentaux ; il y en a par exemple à quelque 400 km au large du Cap Hatteras, par 5 000 m de fond. C'est l'Atlantique Nord qui semble le plus riche en gisements pétroliers sous-marins, de ceux qui intéressent le plus les pétroliers : ceux qui sont contenus dans des poches rocheuses et qui sont les plus faciles à exploiter, sur terre du moins. ■



# ***Gutenberg revu et corrigé au microprocesseur***

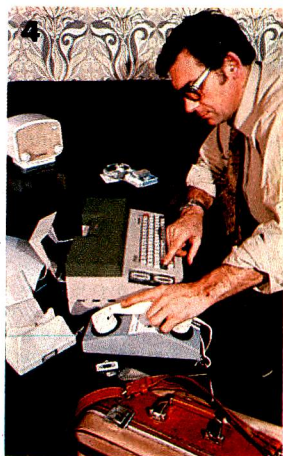
*Hier, et encore aujourd'hui, au cours des divers stades de sa rédaction et de sa fabrication, un même article est écrit, réécrit, corrigé, composé, "maquetté", monté, tiré, imprimé, en consommant à chaque fois du papier, encore du papier. Sans compter les masses de papier que représente la documentation consultée pour l'écrire.*







1. Linotypiste composant des colonnes de texte en plomb.
2. Tirage d'une épreuve papier de la forme.
3. Mise en page sur écran.
4. Correspondant tapant son article sur un terminal portatif.



*Demain, peut-être, le papier, s'il est encore utilisé, sera juste présent pour l'impression du journal. Dans toutes les autres étapes, les textes et les illustrations seront des caractères ou des points immatériels appelés par des claviers sur des écrans vidéo, ou stockés sous forme numérisée dans des mémoires d'ordinateurs.*

■ La presse est-elle en crise ? Pas plus que la sidérurgie, le textile, la construction navale, l'automobile, l'agriculture et... tout le reste. Mais pas moins, probablement. Disparition des titres, rachat de quotidiens par le groupe Sud-Ouest, Hersant et Hachette, mais aussi apparition de nouveaux titres, plus souvent dans le rayon des magazines que dans celui des quotidiens. La presse quotidienne semble particulièrement exposée. En dix ans, elle a perdu 12 % de ses lecteurs, passant de 10 457 000 exemplaires à 9 237 000, les quotidiens nationaux étant plus durement touchés que les régionaux. Une enquête du ministère de la Culture indique que la proportion des Français lisant un journal est passée de 55 % à 46 % en huit ans.

C'est sur la presse quotidienne nationale que s'exerce le plus fortement la concurrence des autres moyens d'information, radio et télévision aujourd'hui, demain système de type Télétel consistant à coupler un écran de télévision et un

téléphone pour permettre à l'utilisateur d'appeler des pages d'informations très diverses.

**Ecran télé contre papier journal.** L'audiovisuel dispose en effet de deux atouts importants : délai très bref entre l'événement et la diffusion de l'information, très peu d'effort intellectuel demandé au destinataire de cette information, puisqu'on lui propose de quitter la galaxie Gutenberg pour entrer dans le confort des nouveaux médias.

La presse écrite joue, elle aussi, deux atouts. La quantité d'informations contenue dans les 24, 32 ou 38 pages de n'importe quel quotidien est très supérieure à celle d'un bulletin d'information par radio ou télé. De surcroît, cette information écrite est accessible sans contrainte particulière liée à l'espace ou au temps : je lis mon quotidien dans le train, au café ou chez moi, aujourd'hui, demain ou plus tard, d'un seul trait ou par petits morceaux.

La concurrence entre la presse et l'audiovisuel ne doit pas nécessairement se terminer par une élimination, les deux systèmes étant actuellement



irremplaçables. Les nouvelles technologies fournissent d'ailleurs aux deux concurrents les moyens de pallier partiellement leurs points faibles. Le magnétoscope est un solide palliatif à la contrainte des horaires de télé, et l'écran portatif en est un, bien médiocre sans doute, à la contrainte spatiale. De son côté, la presse écrite évolue et peut encore évoluer considérablement pour gagner sur les délais, sur la qualité et sur les coûts.

Jusqu'à la fin des années 60, la majorité des salles de rédaction des quotidiens français ressemblaient à un décor pour Humphrey Bogart : des machines à écrire qui crépitaient, des poubelles qui débordent de copies chiffonnées, des lampes aux abat-jour noircis. La physionomie des journaux a profondément changé dans les années 70. C'est à cette époque que la plupart des entreprises traditionnelles, généralement implantées dans le centre des grandes villes, avec leurs petits bureaux de rédaction et leurs ateliers d'impression, sont parties dans les banlieues pour y installer leurs vastes salles de rédaction, leurs bureaux "design" et leurs immenses rotatives.

Pour comprendre la portée de l'évolution en cours, on doit savoir qu'elle repose essentiellement sur les techniques du traitement et du transport de

l'information, c'est-à-dire les télécommunications. Il faut alors examiner quel est l'apport de ces techniques dans chacune des tâches qui sont accomplies par les professionnels de la presse, car il serait tout de même paradoxal que l'informatique soit impuissante en matière d'information, fût-elle écrite.

Depuis l'événement survenu quelque part jusqu'à l'instant où le journal qui le relate se trouve sous les yeux du lecteur, quatre opérations <sup>(1)</sup> entrent en jeu : rédaction, composition, impression, distribution.

**L'ère des pigeons voyageurs.** La matière première du journal, c'est l'événement. Son produit, c'est l'information écrite. Pour coller à l'actualité, où qu'elle soit, les journaux font appel à divers réseaux : celui des journalistes qui enquêtent ; celui des correspondants à l'étranger ou dans les diverses régions du pays ; celui des agences de presse qui disposent de leurs propres équipes de correspondants. Pour les quotidiens régionaux, il faut signaler le réseau très particulier des correspondant locaux constitué de milliers d'instituteurs, de

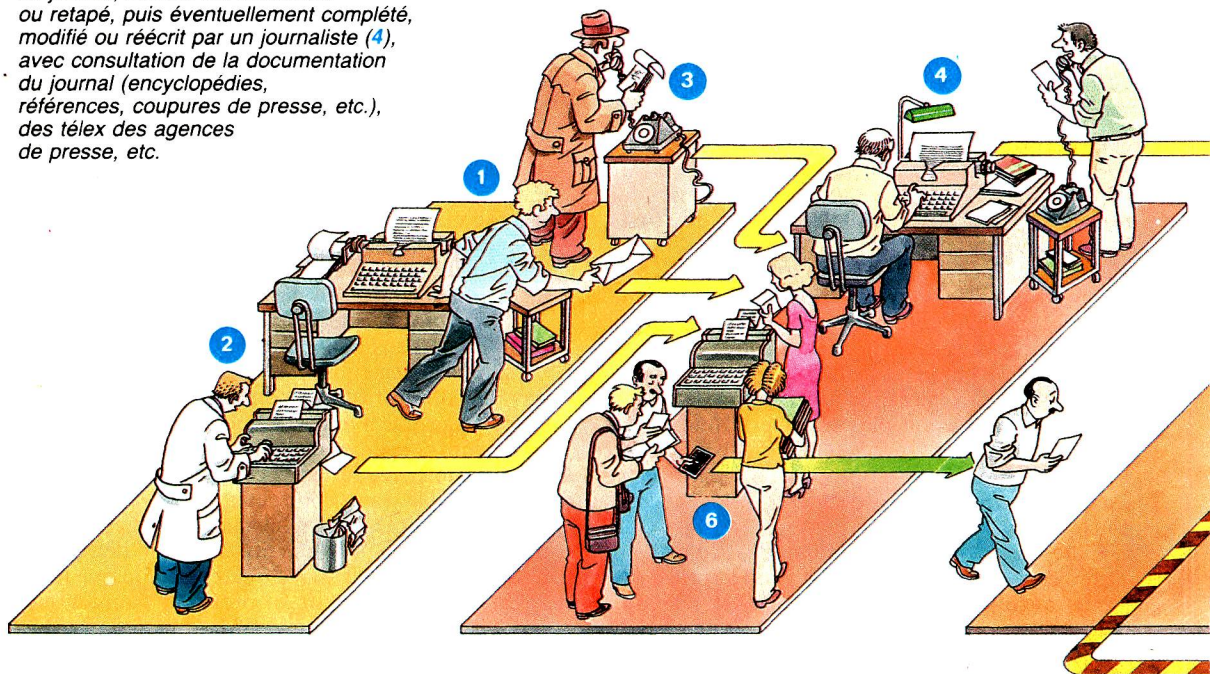
(1) On peut en compter une sixième, la photogravure des illustrations, qui permet d'obtenir à partir d'une photo ou d'un dessin, un document imprimable (voir encadré page 74).

## AUTREFOIS, ET ENCORE AUJOURD'HUI : TYPOGRAPHIE ET ROTATIVE TYPO

Pour faciliter la comparaison entre le passé et le futur possible, nous avons imaginé la cas d'un quotidien utilisant la filière typographie/rotative typo, que nous comparerons avec un autre quotidien hypothétique utilisant le tout-numérique (voir page 70).

De son bureau de province ou de l'étranger, le correspondant envoie son article, manuscrit ou dactylographié, par la poste <sup>(1)</sup> à la rédaction de son journal. Pour les textes urgents, il se sert du télex <sup>(2)</sup> ou du téléphone <sup>(3)</sup>. À la rédaction, au siège du journal, l'article est retranscrit ou retapé, puis éventuellement complété, modifié ou réécrit par un journaliste <sup>(4)</sup>, avec consultation de la documentation du journal (encyclopédies, références, coupures de presse, etc.), des télex des agences de presse, etc.

Au secrétariat de rédaction <sup>(5)</sup>, l'article définitif est relu, corrigé, coté (instructions au linotypiste concernant la taille des caractères, la largeur des lignes, etc.) et calibré (pour connaître son encombrement dans la page). Les illustrations <sup>(6)</sup>, photos ou dessins, sont cadrées (choix de la partie à imprimer) et cotées (indication des dimensions). Elles passent ensuite à la clicherie <sup>(7)</sup> où elles sont reportées sur une plaque métallique, le cliché <sup>(8)</sup>.





secrétaires de mairies, qui, chacun dans leur village, sélectionnent les faits les plus marquants.

**Pour devenir une information**, l'événement collecté doit être matérialisé sur un support et centralisé à la rédaction du journal. Les supports traditionnels sont de deux types : l'écrit (courrier, télex, télécopieur) et la voix (téléphone). Pour l'acheminement du courrier, on utilise divers moyens : poste, tournée de moto ou de voiture. Vers 1840, Charles Havas, le père de la célèbre agence, fit même appel aux pigeons voyageurs pour envoyer quotidiennement des dépêches de Paris à Londres ou à Bruxelles.

Il appartient donc aux équipes centrales de rédaction de préparer un produit fini : télex relu et laissé tel quel, ou bien revu, complété, corrigé, modifié. Les secrétaires de rédaction choisissent les titres et les intertitres. Ils indiquent le type et la taille ("corps") du caractère d'imprimerie à utiliser ainsi que l'encombrement à prévoir pour chaque texte. Ils préparent une maquette où figurent l'emplacement du texte et des illustrations.

Choisir parmi toutes les informations du jour celles qui seront retenues, contrôler les textes rédigés sur les événements, décider de la page, de la taille et des illustrations des textes, c'est typique-

ment un travail rédactionnel, puisque les mêmes événements seront présentés différemment par deux journaux distincts.

Ici s'achève le travail proprement journalistique. La suite relève du métier d'imprimeur. Avant de l'aborder, on peut rechercher comment l'informatique et la télématique pourraient transformer le métier du journaliste.

**L'écran au secours de Gutenberg.** La première amélioration consiste à matérialiser l'information, dès le départ, sur un support réutilisable sans nouvelle intervention manuelle, autre que la modification du texte. Si le journaliste écrit son texte à la main, la rédaction centrale devra le dactylographier (deux tâches manuelles longues et fastidieuses). S'il le dactylographie, toute modification en central nécessitera de laborieux découpages et, très souvent, une reformatage complète. S'il renonce au contraire à l'écriture manuscrite et s'il revend à un brocanteur sa machine à écrire pour acquérir un système moderne de traitement de texte avec écran et clavier, l'avantage est triple :

- Son travail est beaucoup plus rapide et confortable, le système permettant de corriger et de modifier le texte avec une très grande facilité, sans gomme, ni blanc effaceur, ni ciseaux (voir notre

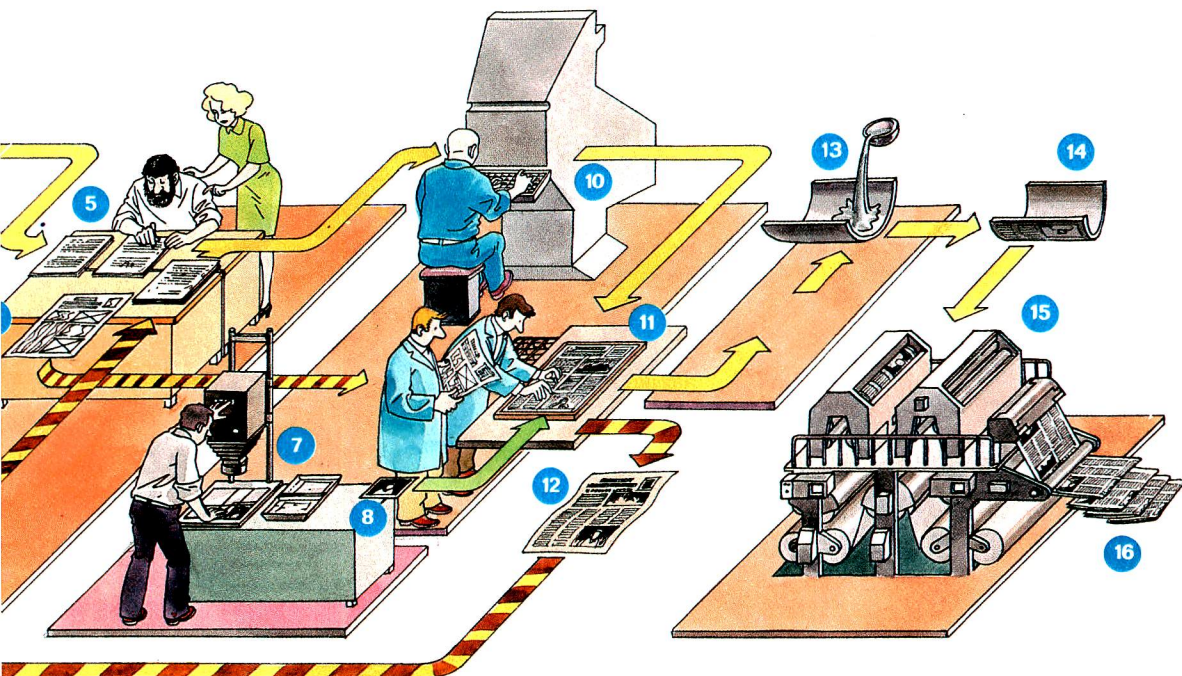
Une fois déterminées les surfaces des textes et illustrations, une maquette de la page est dessinée (9).

Textes et maquette sont envoyés au marbre, où les premiers sont tapés par le linotypiste (10) et transformés en lignes de plomb, dont les caractères en relief sont encrés et reportés sur une feuille de papier (le placard) pour relecture. Après corrections éventuelles, colonnes de plomb et clichés sont assemblés dans une forme (11),

selon les indications de la maquette. Une épreuve papier (12) est, là aussi, prise pour relecture et corrections.

À l'imprimerie, la forme définitive sert à presser un flan (13), feuille de carton qui porte donc la page en creux et qui sert à son tour de moule où l'on coule du plomb pour obtenir le stéréo (14), semelle de plomb semi-cylindrique portant la page en relief. Quand toutes les pages sont ainsi devenues des stéréos et ont été montées sur les cylindres de la rotative typo (15), le journal peut être imprimé (16).

Dessin C. Lacroix





article sur le traitement de texte, dans *Science & Vie* n° 795 p. 72).

- Le texte, mémorisé sous forme magnétique dans le système, peut être transmis à la rédaction par ligne téléphonique, c'est-à-dire instantanément.

- La rédaction pourra, elle aussi, traiter le texte avec la plus grande facilité et même le transmettre sous forme "électronique" aux équipes chargées de l'impression (voir plus loin), ce qui peut ramener de 3 à 1 le nombre d'opérations de frappe manuelle. Cela suppose évidemment que la rédaction centrale ait mis au rebut, elle aussi, les machines à écrire classiques pour acquérir des systèmes de traitement de texte et que tous ces systèmes soient compatibles entre eux.

Pour les journalistes en déplacement, il existe des systèmes portables, de la dimension d'une mallette, susceptibles d'être connectés aux systèmes centraux à partir de n'importe quelle cabine téléphonique, grâce à un coupleur acoustique (les caractères représentés par des nombres binaires dans le système sont transformés pour s'adapter aux caractéristiques des lignes téléphoniques).

Sans entrer dans le détail de la technique du traitement de texte, disons qu'elle réduit considé-

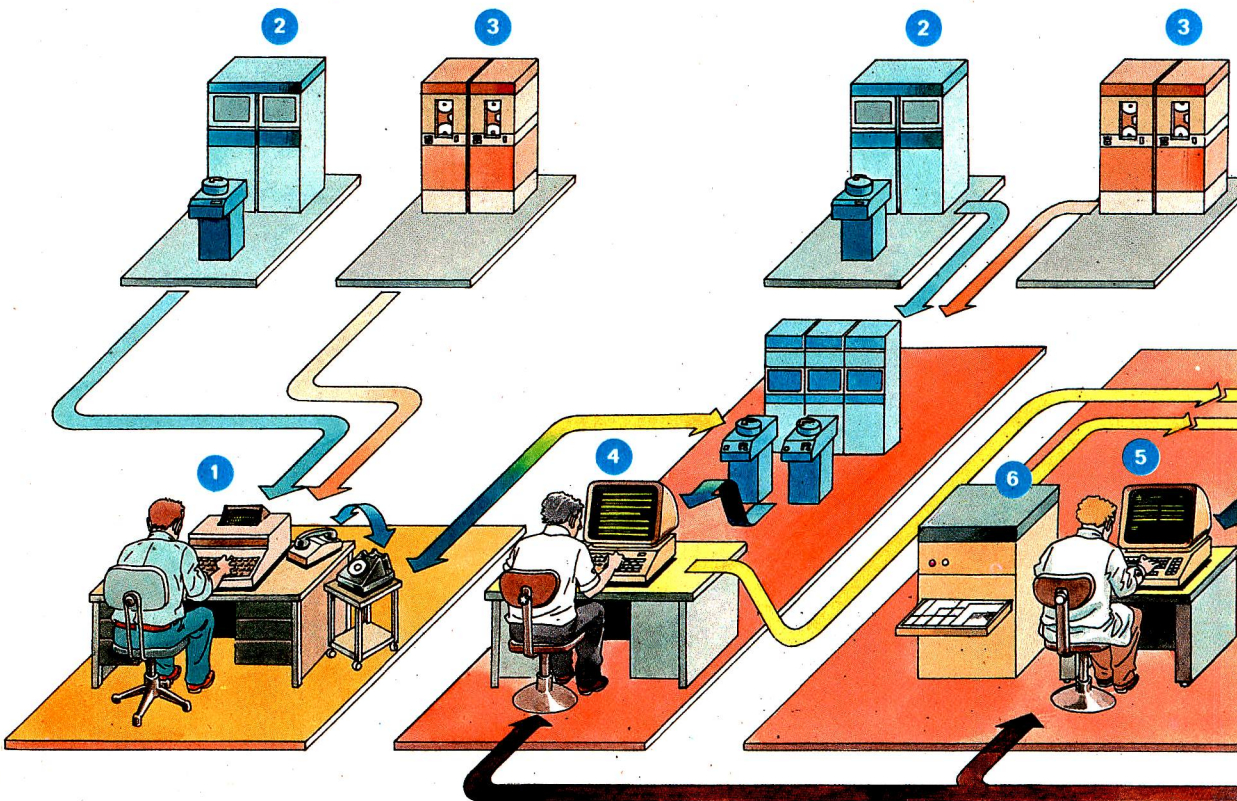
ablement le temps de mise au point d'un article. Si l'on considère qu'il faut en moyenne 20 minutes pour frapper une page, une page recommencée trois fois nécessitera une heure sur une machine traditionnelle et peut-être 30 minutes seulement en traitement de texte (ou moins encore, selon les modifications), soit un gain de 100 %.

L'informatique et la télématique permettent également la mise en place de la messagerie électronique. Chaque abonné au système (les journalistes, les correspondants, les services rédactionnels...) dispose d'un terminal (micro-ordinateur, système de traitement de texte ou Minitel, qui est distribué gratuitement en France) susceptible de se connecter à un ordinateur central qui gère un ensemble de "boîtes aux lettres". L'abonné compose un message sur son terminal équipé d'un clavier et d'un écran de visualisation. Quand le message est au point après corrections et modifications facilitées par le traitement de texte, cet abonné émetteur se connecte par téléphone à l'ordinateur central et indique le nom du destinataire. L'ordinateur stocke le message dans la boîte aux lettres du destinataire, qui en prendra connaissance en se connectant lui-même à l'ordinateur par une procédure de réception. Chacun peut à la fois

## DEMAIN, PEUT-ÊTRE : LE TOUT-NUMÉRIQUE

Grâce à un terminal, installé dans son bureau (1) ou portatif et utilisable en reportage, le correspondant est relié d'une part à l'ordinateur central de son journal (2), d'autre part à une ou plusieurs banques de données (3),

notamment à un service informatisé des dépêches d'agence. La fonction traitement de texte de sa machine lui permet de remanier à loisir son article avant de l'envoyer dans la mémoire de l'ordinateur du journal. À la





émettre et recevoir, ce qui permet des échanges : demandes adressées par la rédaction aux correspondants, textes adressés par les correspondants à la rédaction.

Aux avantages liés au traitement de texte et à la transmission instantanée s'ajoute alors, grâce à la messagerie électronique, l'avantage supplémentaire d'un échange "asynchrone" : il devient inutile que l'émetteur et le destinataire soient simultanément présents sur le réseau. La rédaction peut joindre le correspondant même s'il n'est pas au bout du fil et réciproquement. Chacun émet et consulte sa boîte selon ses propres contraintes de temps et d'espace.

Par rapport aux canaux traditionnels, on bénéficie donc :

- d'une transmission instantanée (à comparer au délai postal) ;
- d'un texte réutilisable sans la nouvelle saisie (frappe) que nécessitait un manuscrit, un message vocal ou un texte dactylographié mais à remanier profondément ;
- d'une totale autonomie de part et d'autre.

**Quand les puces digèrent le papier.** L'informatique permet enfin, d'automatiser les tâches de recherche documentaire. Si l'on suppose que l'ordi-

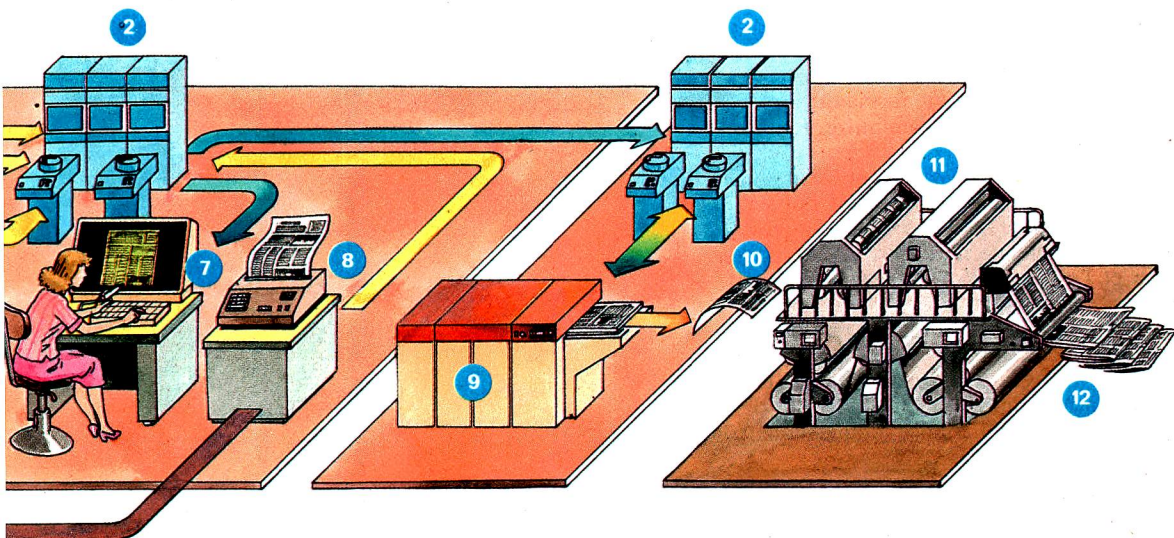
nateur a stocké des documents ou tout au moins des listes bibliographiques, il devient possible, à partir d'un terminal, d'appeler ces documents ou ces listes par des procédures d'interrogation sur des dates, des auteurs, des thèmes, des types de source... On peut ainsi rassembler très rapidement et réutiliser aussitôt la partie du thésaurus relative, par exemple, à la biographie d'un personnage qui vient de mourir ou à tout ce qui a été écrit sur tel événement. Par ce procédé, on accède aussi bien au thésaurus constitué en interne par l'ensemble des articles publiés et des fiches patiemment rassemblées, qu'aux diverses banques de données externes, qu'elles soient juridiques, financières, techniques ou encore spécialisées dans l'information : par exemple, le service AGORA de l'Agence France-Presse. Où qu'il soit, le journaliste peut se connecter à ces sources d'information par son terminal personnel.

**Le plat triomphe du relief.** Le travail de l'imprimeur, dans la presse comme dans les autres imprimeries, dites "de labeur", comporte deux phases : la composition puis l'impression. Pour comprendre la première phase, il faut déjà avoir compris la seconde. Imprimer, c'est déposer de l'encre sur du papier. Pour cela, une forme impi-

redaction (4), un journaliste rappellera alors ce texte sur son écran, éventuellement le complètera, le modifiera en fonction de l'actualité, voire le réécrira complètement. Il pourra lui aussi recourir aux banques de données (la documentation du journal pouvant en être une). L'article définitif, renvoyé dans la mémoire de l'ordinateur central (2), pourra être rappelé par le secrétariat de rédaction pour relecture, correction et cotes (indication de la taille et de la graisse du caractère, de la largeur des colonnes, des titres) (5). Un analyseur numérique (6) permettra

de cadrer les illustrations (photos ou dessins), de les coter, et les informations correspondantes seront, là aussi, stockées dans la mémoire centrale (2). Sur un écran de mise en page (7), textes et illustrations seront organisés en une maquette, dont une épreuve papier (la première apparition du papier dans cette filière numérisée) pourra être obtenue sur une imprimante de contrôle (8). Après les corrections éventuelles, la page sera "validée", et les informations numérisées correspondantes seront transmises à une photocomposeuse à laser (9) qui gravera une plaque (10) identique à la page terminée. Lorsque toutes les pages seront ainsi traitées, les plaques seront montées sur les cylindres de la rotative (11) offset et le journal sera imprimé (12).

Dessin C. Lacroix





mante recouverte d'une pellicule d'encre doit s'appliquer sur le papier, du moins dans les imprimeries traditionnelles qui sont celles de la presse écrite<sup>(2)</sup>. Composer, c'est préparer la forme imprimante, à partir des documents à imprimer.

En ce qui concerne le profil de la forme, on connaît trois techniques :

- **Forme en relief.** C'est le procédé classique du tampon encreur ou de l'imprimerie de Gutenberg : l'encre est déposée seulement sur le relief, qui la déposera sur le papier, laissant en blanc tout le

### Qu'est-ce que l'amour ?

*Affinité qu'ont les rouleaux pour l'encre. Un rouleau amoureux est un rouleau dont la surface est légèrement collante aux doigts, souple et qui est avide d'encre. (Glossaire de Robert Mathieu).*

reste de la surface. C'est également le procédé de la typographie.

- **Forme en creux.** C'est le procédé de l'héliogravure : l'encre déposée dans une forme en creux est éliminée de la partie plane de la forme et se déposera sur le papier selon la forme en creux ;

- **Forme plane.** C'est le procédé de la lithographie, modernisé sous le nom d'offset. Ces procédés utilisent les différences de comportement de l'encre selon l'état chimique de la surface encrée : certains états chimiques fixent l'encre et d'autres la repoussent. Il suffit donc de fabriquer une forme sur laquelle le texte et les illustrations à imprimer seront représentés par un certain état chimique de la surface, puis d'encre la surface et de l'appliquer sur le papier.

En ce qui concerne l'application de la forme sur le papier, il existe également trois procédés :

- **Plan contre plan.** C'est le procédé classique du tampon et de la presse de Gutenberg. Une forme plane s'applique sur une feuille de papier, elle-même reposant sur un support plan portant le texte à imprimer.

- **Plan contre cylindre.** Le plan, qui supporte la forme, vient frotter contre le cylindre, qui supporte le papier.

- **Cylindre contre cylindre.** C'est le procédé des rotatives : la forme est sur un cylindre et le papier sur un autre, tournant en sens contraire.

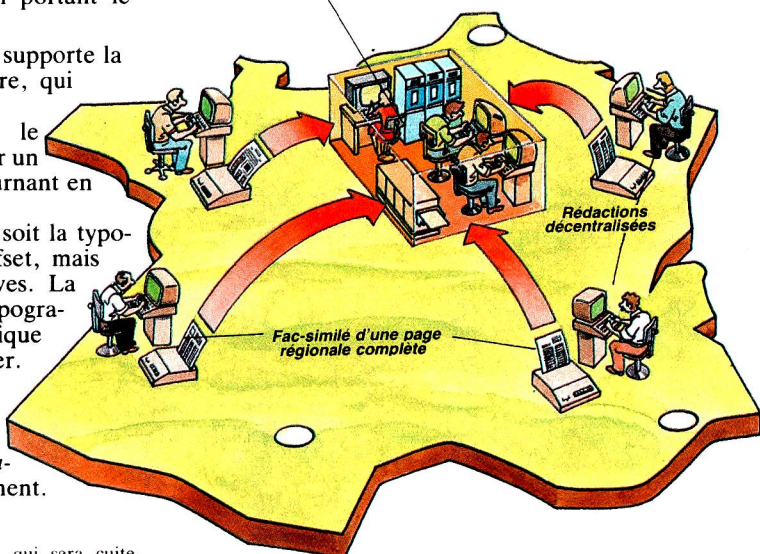
Les imprimeurs de presse utilisent soit la typographie, soit l'héliogravure, soit l'offset, mais toujours avec le procédé des rotatives. La presse quotidienne n'utilise que la typographie et l'offset, cette dernière technique tendant nettement à se généraliser. L'arrivée de l'offset en effet a provoqué une chute très importante de la typographie. C'est la presse quotidienne de province qui, avec *Le Havre-Presse* en 1959, a lancé le mouvement.

Les autres régionaux ont suivi tout au long des années 60. La presse de la capitale a été un peu plus lente puisqu'en 1975, aucun quotidien parisien n'était encore tiré en offset. La plupart des rotatives typographiques de ces entreprises dataient d'avant la Seconde Guerre mondiale. Mais le mouvement s'est accéléré et aujourd'hui elles sont quasiment toutes passées à l'offset. Exception notable, le journal *Le Monde* qui, s'il a adopté la photocomposition (voir plus loin), est encore imprimé sur des rotatives typographiques achetées en 1978.

Globalement, les chiffres montrent le succès de l'offset : jusqu'au début des années 60, la totalité des journaux étaient imprimés en typographie. Cinq ans plus tard, il n'y en avait plus que la moitié et en 1980, 67 % sont passés à l'offset. Si l'on prend l'ensemble du volume du papier imprimé en 1981 en France, on constate que la typographie n'en représente plus que 8 % et l'offset... 76 %.

**De la fonderie au rayon laser.** Dans les anciennes imprimeries de presse, la composition, la transformation de l'article dactylographié en lignes et colonnes de caractères de plomb en vue de rassembler ces colonnes dans une "forme" correspondant à une page du journal, s'effectuait sur la linotype, machine apparue en 1885. Elle comportait un clavier, un magasin de matrices en relief (les caractères à imprimer) et un châssis de réception. Le clavier actionné par le linotypiste, appelle les matrices en relief qui viennent se ranger côte à côte dans le châssis pour constituer des lignes. Les lignes de plomb correspondant à un article sont ensuite assemblées en pavés (galées) dont on tire une empreinte sur papier. Cette première épreuve part vers le bureau des correcteurs. Une fois revue elle revient vers le linotypiste qui refond les lignes corrigées. L'ensemble des galées est ensuite rassemblé sur le marbre<sup>(3)</sup> où le typographe-monteur aidé de la maquette réalisée par le secrétariat de rédaction prépare la version définitive de la page,

Rédaction centrale



(2) L'imprimante à laser dépose une poudre qui sera cuite instantanément.



avec les titres composés manuellement en assemblant des lettres une à une, et les illustrations fournies par l'atelier de photogravure (voir encadré page 74). En général, un secrétaire de rédaction assiste à cette opération.

Cette "page" de plomb sert à tirer une nouvelle épreuve sur papier, la morasse, qui repart à son tour à la correction et à la rédaction pour les ultimes modifications qui s'achèvent par le "bon à tirer". On passe alors à la phase d'impression. À l'aide d'une presse, les clicheurs réalisent une empreinte en papier maché de la page de plomb, le "flan". C'est dans cette empreinte qu'est coulé un mélange de plomb, d'antimoine et d'étain à 300° qui donne la plaque d'impression, le stéréotype ou "stéréo". Cette plaque est ensuite solidement fixée sur un des tambours de la rotative typographique.

L'automatisation de la composition s'est faite en plusieurs étapes. L'un des premiers progrès a consisté à dissocier la frappe manuelle sur le clavier et le travail mécanique de recherche des matrices dans le magasin. Le claviste perfore une bande qui commande automatiquement cette recherche. Il en résulte une meilleure rentabilité de la machine dont la vitesse est très supérieure à celle du claviste. De tels systèmes, qui restent mécaniques, ont fonctionné dès 1929.

Un autre progrès, considérable, est celui qui a libéré la typographie de la contrainte du plomb. Grâce aux composés photosensibles, les formes en relief nécessaires à la typographie sont maintenant produites par des procédés photographiques et chimiques, comme les formes de l'héliogravure et de l'offset.

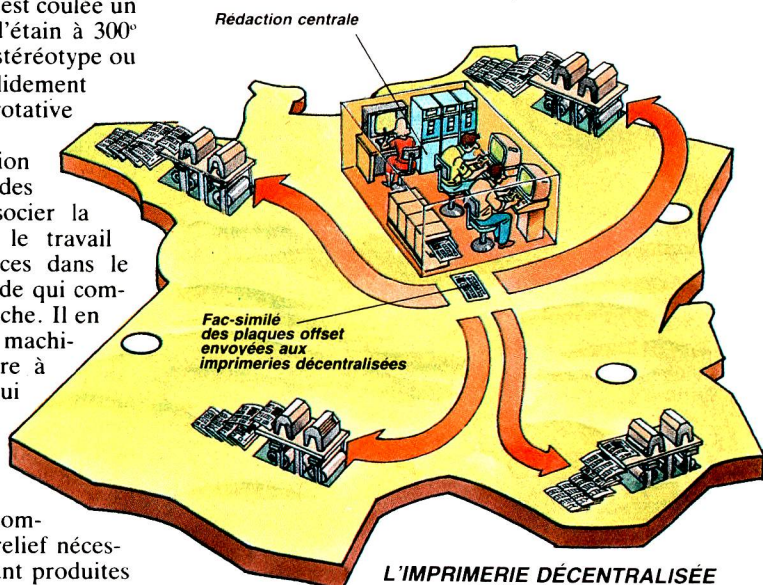
Pour simplifier, disons que chaque point d'une surface revêtue d'une certaine substance photosensible, aura un comportement différent selon qu'il est ou non frappé par un rayon lumineux. La technique consiste alors à exposer la surface en fonction des formes que l'on désire imprimer. Si la surface reçoit et fixe, par exemple, la projection lumineuse d'un A, divers traitements chimiques aboutiront :

- soit à graver le A en creux dans la surface (pour l'héliogravure) ;
- soit à creuser l'ensemble de la surface en laissant le A en relief (pour la typographie) ;
- soit de modifier l'état de la surface de telle sorte que seul le tracé du A puisse fixer l'encre quand on passera à la phase d'impression (pour l'offset).

De la sorte, l'atelier de composition typographique cesse de ressembler à une fonderie. On passe de la composition "chaude" à la composition "froide". La photocomposeuse remplace la lourde mécanique de la linotype et de la fondeuse de plomb. Diverses générations de photocomposeuses se sont succédées. Dans tous les cas, il s'agit de créer, sur une surface sensible, l'image des caractères à

imprimer. Cette surface sensible servira ensuite à fabriquer la plaque qui sera installée sur la rotative pour l'impression.

Dans la première génération (1948), la frappe de chaque touche du clavier par l'opérateur, déclenchait un mouvement de matrices photographiques qui présentaient la lettre tapée devant une source lumineuse qui la projetait sur la surface sensible. Dans la seconde génération (1954), les matrices photographiques sont rangées à la périphérie d'un disque tournant entre la source lumineuse et la surface sensible, le positionnement des



lettres et les éclairs étant déclenchés soit par le clavier de l'opérateur, soit par une bande perforée auparavant. Ce système, encore mécanique, a été surpassé dans les années 60 par l'électronique qui est systématiquement gagnante quand elle entre en concurrence avec la mécanique. Dans la troisième génération, électronique, les caractères qui ont été frappés, lors de la saisie (l'opération qui consiste à taper un texte) par l'opérateur de la photocomposeuse, ou qui proviennent d'un autre système électronique, sont stockés en mémoire par un ordinateur sous forme binaire. On utilise un tube cathodique et un générateur électronique, de caractères pour réaliser le cliché photographique, c'est-à-dire transformer cette suite de zéro et de un en points lumineux composant des caractères reconnaissables par l'œil humain.

L'ordinateur, par ses mémoires et sa capacité à exécuter des modes opératoires répétitifs (programmes), a également permis un progrès significatif, en prenant en charge la justification. Cette tâche consiste à couper les mots en bout de ligne conformément aux règles de la langue et à aligner rigoureusement le texte sur la droite. Le linotypiste devait pour cela jouer sur les intervalles entre les mots et se poser un problème à chaque ligne. En photocomposition, le claviste frappe maintenant "au kilomètre" sans se préoccuper des fins de ligne. Par programme, l'ordinateur effectue auto-

(3) On appelait ainsi le banc de travail, muni de nombreuses étagères où l'on rangeait les travaux en cours ou en attente.



matiquement la justification : comptage du nombre de caractères, coupe après consultation d'un dictionnaire, rejet à la ligne suivante.

**Pour bien comprendre la photocomposeuse**, il faut la voir comme une machine dont l'une des faces est tournée vers la rédaction et l'autre vers l'imprimerie. Il faut donc la replacer dans un système plus vaste, susceptible d'une automatisation plus ou moins poussée. Un système, disait Leibnitz, c'est une « diversité fortement connexe », autrement

## LA PHOTOGRAVURE

*Pour imprimer des photographies il faut pouvoir les reproduire sur une plaque en relief. C'est le rôle de la photogravure. La première étape est celle du tramage. Dans les procédés les plus anciens, la photographie originale est placée sous deux plaques de verre sur lesquelles ont été gravées des lignes parallèles opaques. Les plaques sont disposées de manière à ce que les lignes se croisent à angle droit. Le document à reproduire est éclairé et photographié à travers les plaques. Les lignes opaques jouent le rôle d'une trame. Seules les parties transparentes des plaques laissent passer des points de lumière qui impressionnent la pellicule. La grosseur des points dépend de l'intensité de la lumière réfléchie par l'original et de l'espacement des lignes de trame. Plus elles sont rapprochées, plus l'échelle des points est fine et meilleure est la qualité de la reproduction. Il suffit de regarder de près une photo dans un quotidien pour apercevoir ces points. Les plaques de verre ont peu à peu été remplacées par des films tramés.*

*L'ensemble des points reçus par le film placé dans l'appareil de reproduction constitue une image qui est ensuite reportée par contact sur une plaque de zinc recouverte d'une matière photosensible. Lors du développement, elle laisse apparaître les points résultant du tramage. Cette plaque est ensuite traitée dans un bain acide qui enlève le métal autour des points. On obtient une surface en relief constituée d'une multitude de points de différentes tailles qui transmettront l'image une fois encrés.*

*Dans ce procédé d'impression offset, comme dans le procédé typo, on doit tramer les photographies à reproduire. Pour cela on place sur l'original un film qui comporte une multitude de points transparents dont la taille dépend de la qualité de reproduction nécessaire, donc du matériel d'impression et du type de papier utilisés. Le cliché pris à travers cette trame (la "simili") est développé puis tiré. La photo obtenue est constituée de milliers de petits points. Elle va rejoindre sur la maquette les bandes de papier bromure ou de film fournis par la photocomposeuse.*

dit, une variété d'éléments très liés entre eux. Un quotidien, c'est une diversité de métiers, d'outils, de procédures, de supports, liés entre eux par un fil conducteur : la nécessité de remettre aux lecteurs du papier imprimé relatant des événements. Automatiser un système, c'est transférer à une machine des tâches actuellement manuelles. Si toutes les tâches sont transférées, le système est entièrement automatisé.

Le flux "événement-papier imprimé" est loin d'être entièrement automatisé. Il représente un système composé de sous-systèmes (rédaction, composition, impression, distribution) dont

Le flux "événement-papier imprimé" est loin d'être entièrement automatisé. Il représente un système composé de sous-systèmes (rédaction, composition, impression, distribution) dont chacun tend à s'automatiser en mordant éventuellement sur celui situé en aval ou en amont. Il est théoriquement automatisable de A à Z.

● La saisie d'un texte par le correspondant sur un système électronique et son transfert à la rédaction supprime le travail de frappe en central.

● Le transfert de ce texte, éventuellement modifié, de l'ordinateur au poste de travail de photocomposition (il apparaît sur l'écran), supprime le travail du typographe qui devait frapper l'intégralité du texte. Désormais, l'opérateur peut se borner à spécifier les types de caractères, l'espacement des lignes, etc. en actionnant des touches de fonction et en désignant les zones sur l'écran (crayon lumineux ou déplacement d'un voyant sur l'écran, par touches du clavier).

● L'automatisation peut encore aller plus loin si, au lieu de travailler sur une seule colonne, l'opérateur de photocomposition a sous les yeux un grand écran sur lequel apparaît l'ensemble d'une page et s'il réalise lui-même la mise en page. Cette tâche était traditionnellement effectuée à la main sur une table lumineuse à partir d'épreuves, pour permettre ensuite la fabrication de la forme imprimante par photographie. Pour faire une composition par page, l'opérateur désigne des zones sur l'écran, les déplace et peut même les modifier en les "tassant" ou en les élargissant, toujours par les touches du clavier. La photocomposeuse apparaît ainsi comme une très puissante machine de traitement de texte.

● La composition par page sur photocomposeuse nécessite que les illustrations soient stockées dans le système informatique, comme les textes avec lesquels elles seront mixées. Traditionnellement, texte et illustrations provenaient de deux chaînes distinctes de travail : la linotype pour le texte, la photogravure pour les illustrations (voir encadré). L'intégration dans une même tâche fait appel à la technique de la ligne optique. Le but est de transformer une image sur papier (l'illustration à publier) en une matrice de points qui seront conservés en mémoire par l'ordinateur sous forme binaire (par exemple : noir = 1 et blanc = 0). Pour cela, l'image est balayée par un scanner qui émet un rayon lumineux sur chaque point de la page à lire. Un point blanc réfléchit le rayon, tandis qu'un point noir l'absorbe. Selon que le rayon revient ou non, l'ordinateur mémorise si l'il existe un point blanc ou noir à cet emplacement.

● On peut encore aller plus loin : mémoriser la couleur, transformer la forme et la couleur puisque l'on peut accéder, par le clavier, à chaque point. L'inconvénient de ces systèmes est d'être très onéreux, notamment par la dimension des mémoires qu'ils nécessitent. Si l'on veut une bonne "définition", il faut beaucoup de points au centimètre carré. Cela peut aller jusqu'à 500 000 pour une page 21 × 29,7, soit un nombre équivalent d'unités élémentaires de mémoire, soit encore l'équivalent de la mémoire totale d'un micro-

(suite du texte page 157)



# JOUEZ ET GAGNEZ LES SEYCHELLES

GRAND JEU GRATUIT SANS OBLIGATION D'ACHAT DU 15 MAI AU 15 AOÛT 1984.

**DIAPOSITIVE  
Kodachrome**



**TRAITÉ EN FRANCE PAR KODAK**

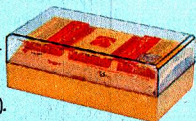
Participez à ce jeu et gagnez :

- 5 voyages d'une semaine aux Seychelles pour 2 personnes.
- 500 valises Kodachrome.
- 5.000 "diapochettes" Kodachrome.

Un tirage au sort désignera les 5.505 gagnants parmi les bonnes réponses.

## Ne partez pas sans votre FORFAIT VACANCES

- Un coffret de rangement de 120 diapositives  
- 3 pochettes d'entretien pour optique photographique pour l'achat de 3 films Kodachrome (ISO64 36poses). Développement compris.



**BULLETIN-RÉPONSE**  
Combien de fois le nombre 64 précède de la marque KODACHROME figure-t-il sur une boîte de film KODACHROME 64-135 (36 poses) ?  
3 FOIS ☐ 4 FOIS ☐ 5 FOIS ☐  
Cochez la case en face de la bonne réponse.  
Ce bulletin devra parvenir avant le 20 août 1984 minuit à :  
"Jeu Kodachrome" Cedex 753  
75807 Paris Brune.

Inscrivez lisiblement :

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

Prénom : \_\_\_\_\_

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

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

Ville : \_\_\_\_\_

Des bulletins sont également disponibles chez les revendeurs de produits Kodak.

Le règlement complet peut être obtenu sur simple demande (joindre une enveloppe pré-adressée pour la réponse) aux Adm. d'Inscriptions, 11 rue de la République, 754 75807 Paris Brune.





# Uranium : moins rare, moins cher

*"Tout ce qui est rare est cher ; l'uranium à deux sous c'est rare, ...donc c'est cher." Il y a dix ans, ce sophisme aurait pu faire sourire. Plus aujourd'hui car : l'uranium est moins rare et, s'il ne vaut pas encore deux sous, les cours chutent. Première conséquence, les surgénérateurs qui devaient permettre d'en économiser ne servent plus à rien.*

■ Rien ne va plus sur le marché mondial de l'uranium. En mars 1984, le prix de ce métal sur le marché à court terme ou marché "spot" (livrable sous 12 mois) a pratiquement atteint son niveau le plus bas depuis 10 ans. Parallèlement, la prospection s'est énormément ralentie. On y consacrait mondialement plus d'un milliard de dollars en 1979 (en dollars 1983) ; les frais de prospection se situaient aux alentours de 276 millions l'année dernière. De nombreuses mines en exploitation ferment leurs portes, des compagnies bradent leurs stocks. Bref, tout semble indiquer qu'il y a pléthore mondiale de ce métal, dont dépend le développement des programmes électronucléaires.

Quel revirement ! Qu'on se souvienne des discours alarmistes des responsables des programmes électronucléaires, ou de ceux des hommes politiques en 76-77 : à les en croire, l'uranium était en voie de raréfaction et le spectre de la pénurie se profilait à l'horizon. Un exemple : le 7 mai 1977, Valéry Giscard d'Estaing, alors président de la République, déclarait au journal *le Monde* : « Le problème de l'approvisionnement du monde en uranium va se poser très vite à partir des années 85-90. » Qui aujourd'hui oserait encore tenir un tel langage ?

Les dirigeants d'alors racontaient-ils n'importe quoi pour justifier leur politique nucléaire ? Ou bien de nouvelles réserves extraordinaires ont-elles été découvertes ? Comment, en quelques années, est-on passé de la disette à la pléthore ? Et quelles vont en être les conséquences sur les programmes électronucléaires ?

L'uranium est bien un produit capital pour certaines grandes nations industrialisées. D'abord, parce qu'il est essentiel à toutes les armes nucléaires (bombe A, bombe H, bombe à neutrons) ;

sans lui, pas de forces de frappe. Ensuite, parce qu'il est le combustible irremplaçable des centrales électronucléaires (voir encadré). Ce métal découvert en 1789 par le chimiste allemand Martin Klaproth, débuta véritablement sa carrière dans le courant des années 40, avec le lancement du projet *Manhattan* qui devait conduire les Etats-Unis à la mise au point de la première bombe A.

Son marché dépend en priorité de deux facteurs :

- l'importance et l'accessibilité des ressources mondiales (voir lexique) ;
- l'état de la demande.

En ce qui concerne les ressources, au début de l'ère nucléaire, l'importance des gisements d'uranium mis à jour était tenue secrète ; mais les militaires américains soutenaient que ce métal stratégique était une denrée plutôt rare. Ainsi, en août 1943, le général américain Groves, chargé d'évaluer pour la première fois les ressources américaines, avait conclu qu'il y avait tout juste assez d'uranium aux Etats-Unis pour la réalisation du projet *Manhattan*. Résultat, il y eut, tout de suite après la guerre, une ruée vers l'uranium semblable à la ruée vers l'or du siècle précédent. Contredisant radicalement les estimations pessimistes de Groves, d'importants gisements furent découverts dans les Etats du Nouveau-Mexique, de l'Utah et du Colorado. On sait aujourd'hui que les Etats-Unis regorgent d'uranium.

À l'époque, des fortunes colossales se bâtirent en quelques mois à la suite de découvertes spectaculaires. Dès 1946, les Etats-Unis et la Grande-Bretagne créèrent le Combined Development Trust pour prospecter à travers le monde et acheter tout l'uranium disponible sur le marché international. Des gisements furent repérés en



Afrique du Sud, au Canada, en Australie, au Congo Belge (aujourd'hui Zaïre). La France, qui créa le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) le 18 octobre 1945, se mit à son tour à rechercher l'uranium. Le CEA découvrit son premier gisement — le gisement Henriette — en 1948, au nord de Limoges. Puis il prospecta avec succès dans deux de nos colonies d'alors, le Niger et le Gabon.

« Dans les années 50, explique Derek Taylor de l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économique), les estimations des réserves et des ressources mondiales variaient considérablement d'un expert à un autre. En effet, les données sur l'importance des gisements étaient imprécises et les termes employés ne recouvraient

400 000 t.

Depuis, les choses ont bien changé. D'abord à partir de 1965, les pays membres de l'OCDE chargèrent l'AEN d'évaluer régulièrement le potentiel uranifère de la planète. Des définitions précises furent adoptées (voir lexique) et les réserves furent classées en fonction de leur coût d'exploitation. Tous les deux ou trois ans, l'AEN conjointement avec l'Agence internationale de l'énergie atomique publie donc un rapport, baptisé le *Livre rouge* (en raison de la couleur de sa couverture), qui fait le point sur l'état des réserves, des ressources, sur les capacités de production et sur l'évolution de la demande de ce métal stratégique.

En 1970, les réserves exploitables à moins de \$ 80 par kilo étaient évaluées à 645 000 t, auxquelles venaient s'ajouter des ressources estimées s'élevant à 677 000 t. L'année passée, le *Livre rouge* évaluait les réserves à 1 668 000 t de ressources estimées et de 6,3 à 16,2 millions de t de ressources spéculatives. Sans compter, d'ailleurs, toutes les ressources exploitables à un coût supérieur à \$ 80 par kilo, sans compter, non plus, les stocks amassés par les différents pays et dont la valeur exacte est inconnue mais dont on suppose qu'ils représentent plusieurs années de fonctionnement de tous les réacteurs électronucléaires.

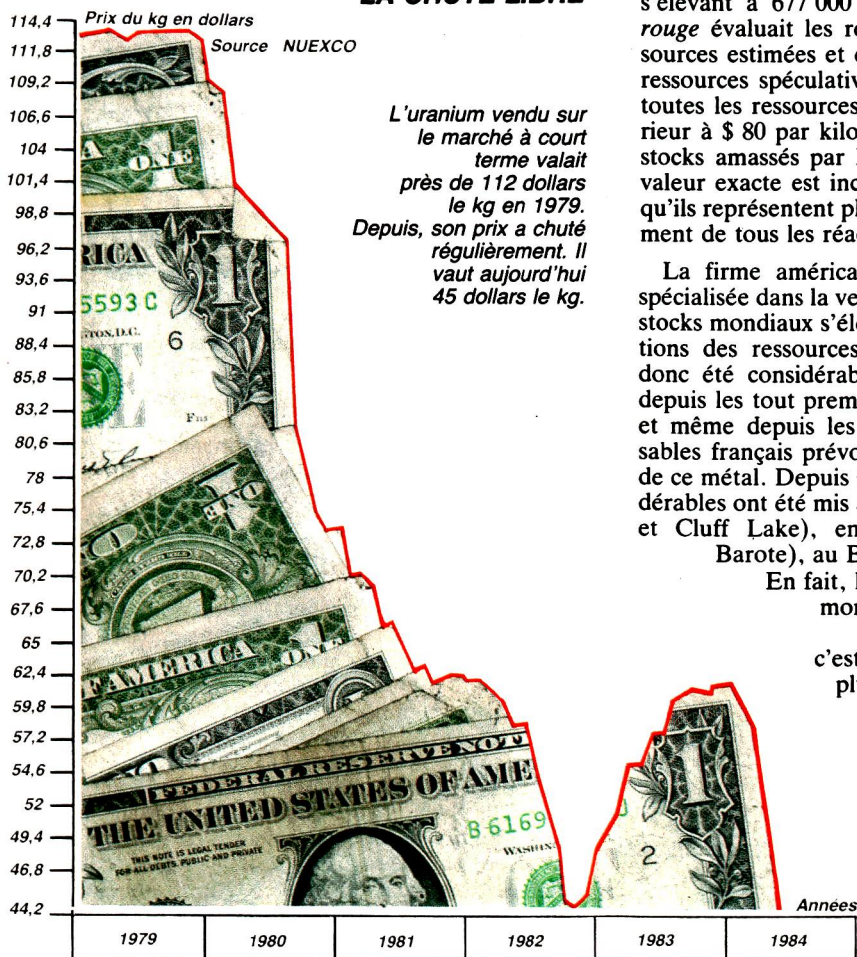
La firme américaine de courtage NUEXCO, spécialisée dans la vente d'uranium, estime que les stocks mondiaux s'élèvent à 238 000 t. Les estimations des ressources mondiales en uranium ont donc été considérablement révisées à la hausse depuis les tout premiers temps de l'ère nucléaire, et même depuis les années 1976 où les responsables français prévoyaient un épuisement rapide de ce métal. Depuis sept ans, des gisements considérables ont été mis au jour au Canada (Key Lake et Cluff Lake), en Australie (Olympic Dam, Barote), au Brésil (Itataia et Lagao Real).

En fait, les estimations des ressources mondiales évoluent à l'instar des dépenses de prospection, c'est-à-dire que, plus on cherche, plus on trouve. Des exemples : en 1977 les dépenses de prospections des pays du Monde à économie de marché (MEM) (1) s'élevaient à \$ 933 millions (dollars 1983) ; les réserves assurées se montaient à 2,2 millions de t d'uranium, les réserves estimées à 2,18

millions de t. Deux ans plus tard, alors que les dépenses de prospection avaient augmenté de

(1) Le Monde à économie de marché englobe tous les pays hors du bloc communiste. À noter d'ailleurs que nous n'avons aucune information sur les réserves ou les ressources en uranium des pays de l'est.

### PRIX DE L'URANIUM : LA CHUTE LIBRE



pas la même chose. » Bref, les chiffres avancés étaient plutôt « pifométriques ». Un exemple : au milieu des années 50, la moyenne des estimations se situait aux alentours d'un million de tonnes de réserves exploitables à bas prix. Huit ans plus tard la moyenne des réserves mondiales était tombée à



\$ 162 millions, l'AEN évaluait les réserves prouvées à 2,59 millions de t, et les réserves estimées, à 2,45 millions de t (voir courbe sur les changements historiques des réserves). « 90 % du potentiel uranifère recensé, explique Dominique Finon, chercheur à l'Institut économique et juridique de l'énergie (IEJE), est concentré dans 10 pays, dont 55 % dans les seuls Etats-Unis et Canada. Et cela tient plus à l'exploration extensive qui y a été menée qu'à une distribution géologique anormale. »

Même son de cloche chez les spécialistes de l'OCDE, qui écrivent un rapport publié en 1983 et consacré aux techniques d'extraction de l'uranium : « La géologie de l'uranium ne se limite pas à un petit nombre de sites hautement spécifiques. On le trouve dans des environnements géologiques très variés et dans un grand nombre de

rouge, pour sérieuses qu'elles soient, ne sont pas complètes. Certains pays, pour des raisons politiques ou tout simplement parce qu'ils n'ont pas encore évalué leurs richesses en la matière, ne donnent pas à l'AEN l'ensemble des renseignements qui lui permettraient de se faire une idée exacte de leurs ressources potentielles.

Notre pays, par exemple, ne fournit aucun renseignement sur ses ressources spéculatives. L'année passée, la République Centrafricaine, le Zaïre et l'Algérie n'ont pas communiqué leurs chiffres. La Namibie, le Maroc, le Brésil, le Niger... ne fournissent pas de données sur leurs réserves exploitables à plus de \$ 80 le kg. Certains pays truquent probablement les informations qu'ils envoient à l'OCDE. L'uranium est, ne l'oublions pas, un métal stratégique. Le Zaïre, par exemple, annonçait des réserves assurées et estimées s'élevant à 3 500 t d'uranium, alors que l'on a déjà extrait de son territoire plus de 25 000 t lorsqu'il s'appelait le Congo Belge... La République Centrafricaine annonçait en 1979 des réserves s'élevant à 16 000 t alors que les Etats-Unis ont dépensé dans ce pays jusqu'en 1977 plus de 20 millions de dollars en prospection, l'équivalent de ce que le CEA a investi au Niger, où plus de 210 000 t d'uranium ont officiellement été découvertes. Il serait bien curieux que les Etats-Unis investissent de telles sommes en pure perte !

Quoi qu'il en soit, on estime aujourd'hui qu'il existe à l'échelle de la planète d'énormes quantités d'uranium. Ces ressources seront-elles néanmoins suffisantes pour satisfaire à nos besoins futurs ? Pour le savoir, il faut évaluer la consommation mondiale d'uranium. Là encore, les prévisions d'hier se sont avérées totalement fausses. La demande d'uranium a considérablement diminué. Pourquoi ? Parce que le développement des programmes électronucléaires n'a pas du tout suivi les prévisions faites il y a quelques années.

Ainsi en 1977, le *Livre rouge* supposait qu'en 1984, la puissance nucléaire installée dans les pays du MEM se situerait entre 246 et 308 GWe<sup>(2)</sup> et que cette fourchette oscillerait entre 750 et 1 220 en 1995. En réalité, l'ensemble des centrales nucléaires ne fournissait que 169 GWe à la fin de l'année 1983 et l'OCDE a considérablement révisé ses prévisions à la baisse : en 1995 les installations nucléaires ne produiront que 412 GWe. L'Institut de l'uranium, dont le siège est à Londres et qui regroupe producteurs et consommateurs, donc des industriels, avance un chiffre encore inférieur : 361 GWe. Raisons de ce changement : les annulations en chaîne, pour des raisons écologiques et économiques, de tranches nucléaires. Ainsi, aux Etats-Unis, depuis 1979, c'est-à-dire depuis l'accident de la centrale de Three Mile Island qui faillit tourner à la catastrophe (voir *Science & Vie* n° 748, de février 1980 p. 80, et n° 755 d'août 1980 p. 70), il y eut 57 annulations. D'autres ont eu lieu en Espagne, au Canada, en Allemagne, en Iran.

## LEXIQUE

*Depuis que des estimations sérieuses sur le potentiel uranifère ont été entreprises, les experts de l'OCDE ont établi une terminologie pour caractériser chaque type de ressources :*

**Les ressources raisonnablement assurées (RRA) :** elles englobent l'uranium qui se trouve dans des gisements connus dont l'étendue, la teneur et la configuration sont telles que l'on pourrait le récupérer grâce aux techniques d'extraction et de traitement actuelles. Lorsque les RRA ont des coûts d'extraction inférieurs à \$ 80 le kg, on les appelle aussi des réserves prouvées ou assurées.

**Les ressources supplémentaires estimées—1 (RSE—1) :** elles comprennent les quantités d'uranium dont on suppose la présence en se basant sur des données géologiques directes en prolongement de gisements bien explorés. L'estimation de ces ressources doit évidemment être possible.

**Les ressources supplémentaires estimées—2 (RSE—2) :** elles sont renfermées dans des gisements que l'on estime exister dans les formations géologiques dont les caractéristiques sont bien définies dans des zones comportant des gisements connus ; là encore, on doit pouvoir évaluer de tels gisements, mais les estimations relatives à cette catégorie sont moins fiables que celles concernant les RSE—1.

**Les ressources spéculatives (RS) :** on présume leur existence à partir d'extrapolations géologiques ; on doit pouvoir localiser les gisements entrant dans cette catégorie.

*Ces différentes ressources sont réparties en trois classes de coût de production :*

- inférieurs à \$ 80 par kg
- compris entre \$ 80 et 130 par kg
- compris entre \$ 130 et 260 par kg.

minéraux, souvent associé à d'autres éléments métalliques. »

Trois avis valant mieux que deux, citons celui d'un expert de l'AIEA, J. Cameron, qui abonde dans ce sens et pense « que l'on doit encore s'attendre à la découverte de gisements d'importance comparable à ceux du Canada et de l'Australie ». Nous sommes d'autant plus tentés de croire ces trois experts que les données du *Livre*

(2) 1 GWe = 1 gigawatt électrique, soit 1 000 mégawatts électriques, soit un milliard de kilowatts électriques.



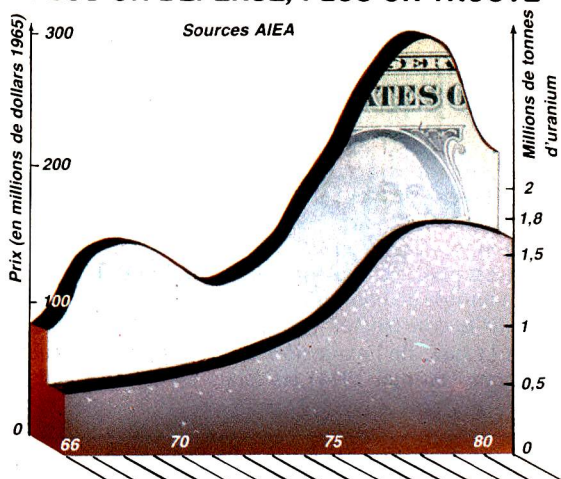
Le programme français a, lui aussi, été révisé. Même notre pays, qui pourtant au nom de l'indépendance énergétique avait décidé de développer un grand programme nucléaire, a réduit ses ambitions. Il faut reconnaître que le ralentissement de la consommation d'électricité dans l'industrie française (voir *Science & Vie* n° 794, novembre 1983), ajouté au succès des économies d'énergie, et au coût de plus en plus élevé d'une centrale nucléaire n'allait pas dans le sens d'investissements nucléaires grandioses.

Ainsi, fin 1978, il était prévu qu'EDF s'engagerait en 1982 dans la construction de quatre nouvelles centrales, puis quatre en 1983 et quatre encore en 1984. En réalité, trois furent commandées en 82, deux en 83, deux le seront cette année et probablement une seule l'année prochaine.

Les besoins en uranium du MEM avaient été évalués pour 1977 dans une fourchette de 134 000 à 234 000 t pour l'année 1995. En 1983, ce chiffre tomba de moitié, à 61 000 t. Mais comme on avait surestimé la demande bien avant, les producteurs avaient exploité plus de mines qu'il n'en fallait. Entre 1965 et 1981, on avait produit 400 000 t, alors que, durant la même période, la consommation se situait aux alentours de 225 000 t. La surcapacité de production demeure. Un exemple : en 1984, les différentes mines ont une capacité de production supérieure à 45 000 t alors que les réacteurs civils en consommeront moins de 35 000.

Des stocks formidables existent. Alors, des mines ferment leurs portes, principalement aux Etats-Unis, où les coûts d'exploitation sont élevés. En 1978, les USA produisaient 14 000 t d'uranium, et 5 000 seulement l'année dernière. Du coup, la part américaine sur le marché mondial est passée de 40 % en 1978 à moins de 25 % en 1982. L'Afrique du Sud vient d'annoncer qu'elle produirait 14 % de moins en 1984 qu'elle ne l'avait fait en

## PLUS ON DÉPENSE, PLUS ON TROUVE



À partir de 1979, l'importance des réserves d'uranium (les RRA) variait en fonction de l'argent dépensé pour découvrir de nouveaux gisements. Il suffit donc d'y mettre le prix pour accroître nos réserves.

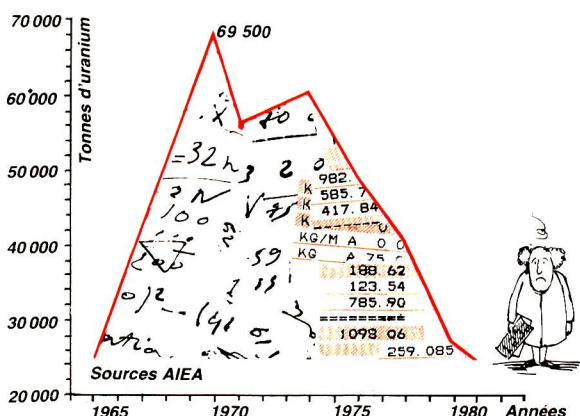
1983, et même la plus grande mine du monde, celle de Rössing en Namibie, tourne à moins de 90 % de sa capacité (5 000 t/an). Selon le *Livre rouge*, il ne sera sans doute pas nécessaire de prévoir l'ouverture de mines avant la fin du siècle. Les centres existants, en commande ou prévus suffiront largement à couvrir nos besoins. Ensuite, de nouvelles exploitations devront sans doute être mises en service. Ce n'est qu'à partir de 2010-2015 qu'il faudra puiser dans les ressources spéculatives, c'est-à-dire dans les ressources qui à ce jour n'ont pas été découvertes.

Outre des considérations techniques et énergétiques, des raisons économiques ont aussi contribué à la crise. Depuis le début, le marché mondial de l'uranium a été dominé par des mirages et estimations erronées du potentiel uraniumif terrestre. Mais il a également été le terrain de manipulations politico-économiques qui ont artificiellement fait grimper les prix entre 1974 et 1979. Expliquons-nous :

- À partir de 1972, la commission de l'énergie atomique des Etats-Unis avait interdit à tous les utilisateurs américains de se fournir en dehors de leurs pays ; cela, bien sûr, afin de protéger les producteurs américains. Par réaction, les autres pays producteurs (France, Canada, Australie et Afrique du Sud) s'associèrent en cartel secret, baptisé le Club, pour se partager le reste du monde et y fixer le prix à volonté à un taux supérieur à celui du marché de l'époque.

- C'est également à ce moment que les Etats-Unis, qui contrôlaient alors 90 % du marché de l'enrichissement de l'uranium, imposèrent des contrats d'une durée minimum de 18 ans. Cette décision autoritaire obligea les clients de l'usine d'enrichissement américaine à garantir leurs approvisionnements pour une durée équivalente. La

## DES PRÉVISIONS TOUJOURS FAUSSES



Combien d'uranium devait-on utiliser en 1980 ? 36 000 tonnes disait-on en 1965. 68 000 tonnes prévoyait-on en 1969. 61 000 tonnes estimait-on en 1973. En réalité le monde ne consomma cette année-là que 27 000 tonnes.



demande augmenta donc brutalement.

- La crise pétrolière de 1973, qui donna un coup de fouet au développement des programmes nucléaires, poussa certaines nations à acheter de grosses quantités d'uranium. Ce fut le cas de l'Allemagne, du Japon, et surtout de l'Espagne, qui acheta d'un coup 40 000 t.

- Westinghouse, qui avait promis en 1973 de fournir à chaque acheteur d'une de ses centrales les charges en uranium nécessaires à son fonctionnement, se désista en 1975. Et chaque client, laissé alors en plan, se rua sur le marché pour acquérir les quantités de combustible que ne pouvait pas lui fournir le constructeur.

- À la suite de l'explosion de la bombe atomique indienne (en mai 1974) les Etats-Unis, le Canada

### À QUOI SERT L'URANIUM ?

*L'uranium naturel, celui que l'on trouve dans la nature, est un mélange de trois isotopes qui se retrouvent dans le métal en proportion invariable : 99,28 % d'uranium 238, 0,71 % d'uranium 235, et 0,0058 % d'uranium 234. Seuls les deux premiers nous intéressent. L'uranium 235 parce qu'il est "fissile", et l'uranium 238 parce qu'il est "fertile". Lorsqu'un neutron heurte un noyau d' $U_{235}$ , celui-ci se brise en deux en libérant deux neutrons et de l'énergie. C'est cette propriété qui est utilisée dans les centrales nucléaires et dans les bombes atomiques A. Dans le premier cas, l'uranium naturel est enrichi pour contenir environ 3,5 % d'uranium 235 ; dans le second cas, il doit en contenir plus de 80 %.*

*L'uranium 238, lui, peut absorber un neutron, il se transforme alors en uranium 239 ; ce dernier émet spontanément deux électrons et se transforme en plutonium 239, lui aussi fissile. Tout comme l' $U_{235}$ , le  $Pu_{239}$  est employé pour fabriquer l'arme nucléaire ; il est aussi utilisé comme combustible de départ à la filière surgénératrice.*

*$U_{235}$  et  $Pu_{239}$  servent "d'allumettes" pour déclencher les réactions de fusion thermonucléaire dans les bombes H et dans les bombes à neutrons.*

et l'Australie décidèrent de mieux contrôler leurs ventes d'uranium et imposèrent un droit de regard sur l'utilisation de l'uranium qui provenait de chez eux. Les nations qui ne voulaient pas se plier à ces contrôles cherchèrent donc à s'approvisionner ailleurs.

Ces facteurs conjugués entraînèrent une flambée des prix. Entre 1973 et 1979, le prix "spot" passa de \$ 17 le kg à \$ 112. Le prix de contrat grimpa de concert. Il correspond à des livraisons d'uranium à différentes échéances, pouvant s'étaler sur dix ans. En 1974, un kilo d'uranium livrable en 1980 était acheté \$ 32. Trois ans plus tard, le même kilo livrable à la même date en valait 142. Ces prix de contrat résultent de la moyenne des transactions des compagnies d'électricité américaines. Ce sont les seules disponibles ; ailleurs, et notamment en France, ils sont jalousement tenus secrets.

Depuis cette période 1974-79, le cartel a disparu, le Canada et l'Australie ont assoupli leurs règles d'exportation, et comme on l'a vu, les réserves

mondiales ont été fortement réévaluées et les programmes nucléaires ont reculé. Les compagnies, qui avaient fait des provisions pour des centrales qu'elles ont annulées, ont remis leurs stocks en vente. Résultat, les prix "spot" ont chuté de manière vertigineuse (voir courbe page 77), et les prix moyens de contrat ont été presque divisés par deux. Un kilo d'uranium se négocie actuellement sur le marché à long terme aux alentours de \$ 75.

La pléthore globale n'entraîne pas l'abondance pour les pays consommateurs. Les ressources, importantes certes, sont assez inégalement réparties dans le monde et les pays qui consomment le plus d'uranium ne sont pas forcément ceux qui en possèdent les plus grands gisements. Fréquemment, s'ils ont bien des réserves, ils préfèrent les économiser et s'approvisionner sur le marché extérieur. C'est le cas de la Grande-Bretagne, du Japon, de l'Allemagne et, bien sûr, de la France.

Ces nations, en partie dépendantes de l'uranium étranger, doivent se protéger contre le risque de voir suspendre leurs approvisionnements à la suite de problèmes politiques avec leurs fournisseurs.

La France dispose de réserves (exploitables à moins de \$ 130 par kilo) de 110 000 à 165 000 t selon les sources. Aujourd'hui, notre programme électronucléaire en utilise 6 000 t par an ; il est prévu qu'il en consomme 9 000 en 1995. Si nos centrales n'employaient que l'uranium français, d'ores et déjà mis au jour, nous pourrions, grosso modo, tenir jusqu'à la fin du siècle.

Ce n'est, bien sûr, pas suffisant et les centrales que l'on met en chantier aujourd'hui seraient à court de combustible dans les premières années de leur fonctionnement. Le maître mot de notre politique en la matière est donc "diversification". Celle-ci s'effectue à deux niveaux ; d'abord à celui des compagnies minières françaises qui prospectent et exploitent des mines en dehors de notre territoire ; ensuite à celui d'EDF, qui peut acheter une partie de ses approvisionnements sur le marché international. La compagnie d'électricité effectue d'ailleurs un quart à un tiers de ses achats auprès de compagnies étrangères.

Très tôt, les sociétés françaises de production d'uranium (après de nombreux regroupements, il n'en existe plus que trois qui sont : la Cogema, filiale du CEA, Minatome, du groupe Total, et la Société Nationale Elf-Aquitaine) ont largement prospecté à l'étranger et d'abord dans nos anciennes colonies : au Niger, au Gabon, mais aussi en Guinée, en Zambie, en Australie, au Canada et même aux Etats-Unis. Elles ont également créé des sociétés d'exploitation des gisements dans différents pays (Amok au Canada est à 100 % détenue par des sociétés françaises, Cominak au Niger, appartient à 34 % à la Cogema, Somair, au Niger, est française à 54 %, Comuf, au Gabon, appartient à plus de 70 % à des entreprises françaises, Rössing Ltd, en Namibie, appartient à 10 % à Total). Récemment, la Cogema a même racheté la quatrième société minière américaine



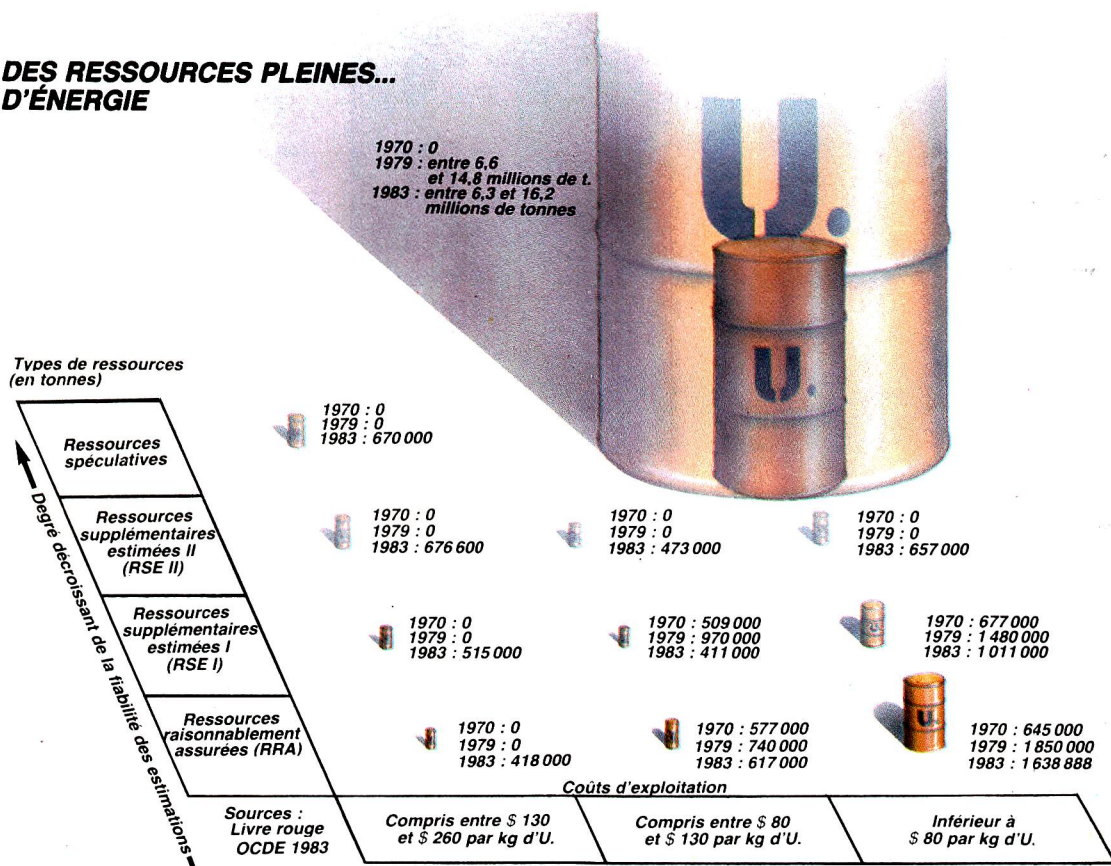
Pathfinder. Des pourparlers sont en cours avec l'Australie pour la création d'une société à 100 % détenue par le groupe Total, et avec le Niger, pour l'exploitation de nouveaux gisements.

Notre pays a donc des liens privilégiés avec différents producteurs. Ces liens nous garantissent-ils contre la pénurie éventuelle, ou contre une position de dépendance où, constitués en cartels, ces producteurs nous imposeraient leurs prix assez longtemps pour compromettre notre production d'électricité ? De tels risques sont faibles. D'abord, parce que nos stocks sont considérables : EDF est tenu d'avoir au minimum trois ans de réserves soit 5 ans d'importations. En considérant que la consommation annuelle est de 6 000 t, les provisions d'EDF doivent tourner autour de 20 000 t, auxquelles il convient d'ajouter les stocks

moins cher à entretenir que nos stocks de sécurité de produits pétroliers qui représentent trois mois de notre consommation.

Pour nous embarrasser, un embargo devrait durer donc plusieurs années. De plus, bien des pays producteurs répugneraient à se priver d'une de leurs ressources essentielles. Pour le Niger, par exemple, les ventes d'uranium représentent 70 % des recettes d'exportations et 40 % du budget national. Et nous payons probablement cet uranium plus cher que le prix de marché ; en 1981, la France l'achetait au Niger à 400 F le kg, alors que le cours mondial ne dépassait pas 330 F. C'est notre façon d'aider le Niger, tout comme nous aidons l'Algérie en lui payant son gaz à un prix supérieur à celui du marché. Il est donc bien peu probable que le Niger puisse de passer de nos

## DES RESSOURCES PLEINES... D'ÉNERGIE



Depuis le début de l'ère nucléaire, nos ressources ont été considérablement réévaluées. Horizontalement sont indiqués les coûts de production du métal. Verticalement les types de ressources (voir lexique p. 78). À côté de chaque année figurent les estimations des ressources faites à l'époque. Deux constatations : les réserves ont été multipliées par 2,5 entre 1970 et 1983, et de nouvelles ressources ont été comptabilisées : celles dont les coûts sont élevés et les ressources spéculatives. En ce qui concerne ces dernières, les évaluations sont peu précises, mais on pense qu'elles se situent entre 6,3 et 16,2 millions de tonnes.

amassés par les producteurs comme la COGEMA et sur le volume desquels nous n'avons aucune information.

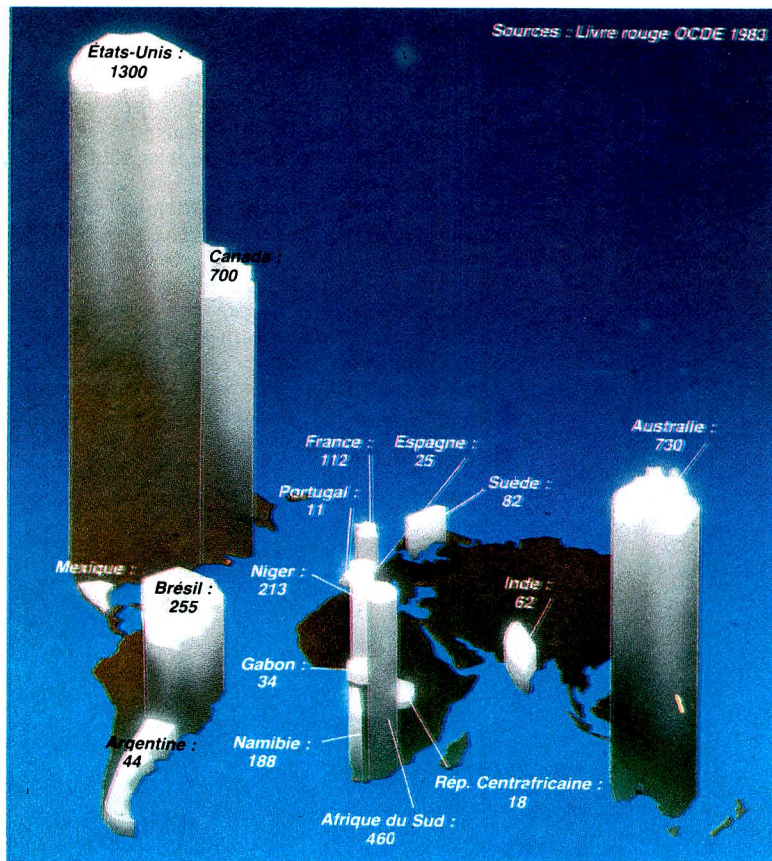
Contrairement aux stocks de pétrole, ils sont relativement peu encombrants et peu coûteux à gérer. Dominique Finon estime qu'ils coûtent

achats. Même si les pays d'Afrique, d'où viennent la majeure partie de nos importations, décidaient de s'entendre pour nous couper les vivres, nous pourrions nous retourner vers les grands producteurs mondiaux comme le Canada, l'Australie ou les Etats-Unis, qui détiennent plus de 80 % des

(suite du texte p. 83)

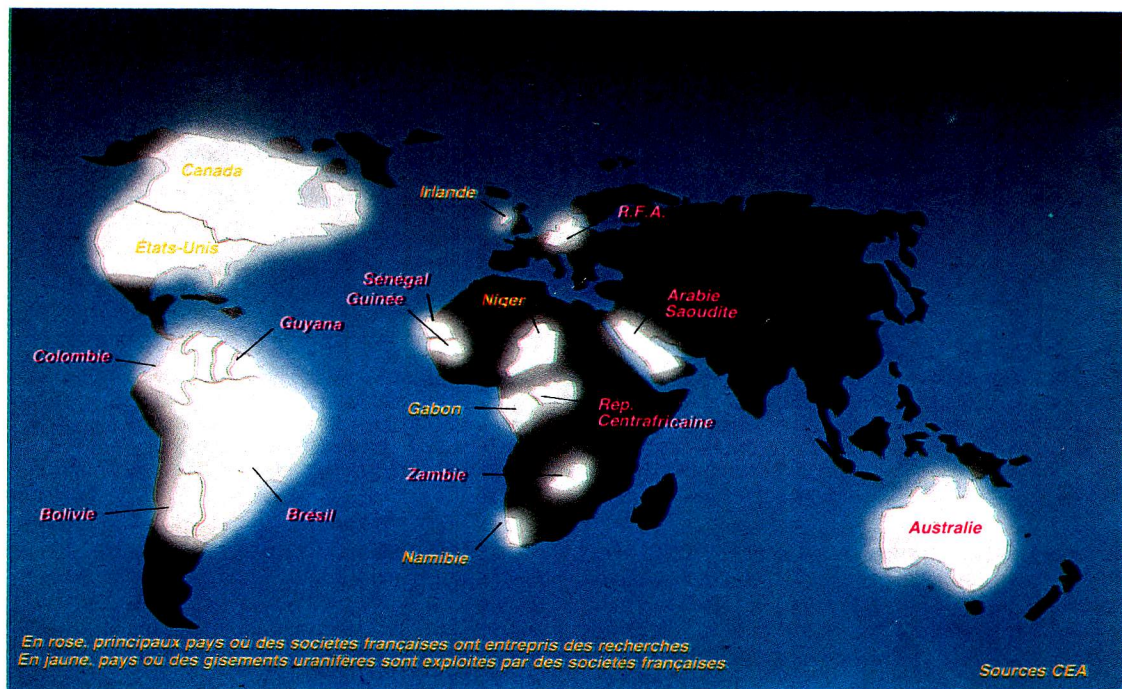


## LES NANTIS ET LES AUTRES



Les ressources d'uranium connues ne sont pas réparties équitablement ; leur valeur pour chaque pays est représentée par le volume de chaque contrée (carte de gauche). L'importance des ressources spéculatives dont on suppose l'existence à partir d'analyses géologiques est considérable ; ces ressources ont été évaluées par les experts de l'OCDE (carte de droite). La France, qui a toujours voulu diversifier ses approvisionnements, a participé à de nombreuses recherches et même à l'exploitation de mines dans différents pays étrangers (carte ci-dessous).

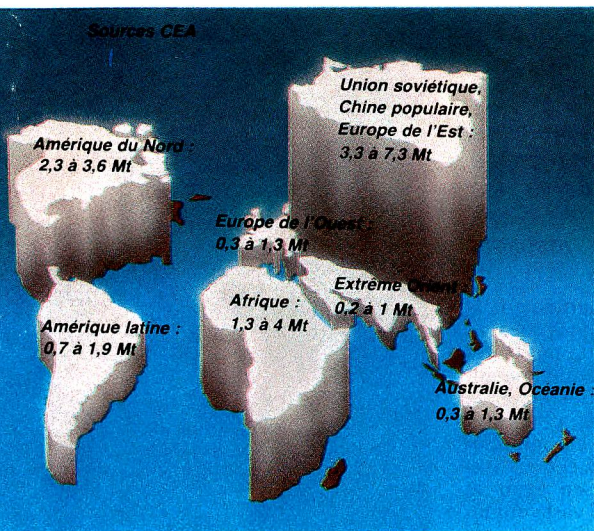
## LA FRANCE DANS LE MONDE DE L'URANIUM





ressources qui seront exploitées dans les cinquante prochaines années. Comme le faisait remarquer Dominique Finon : « Cela diminue la probabilité de voir se constituer un cartel politique de pays en voie de développement producteurs d'uranium (Niger, Gabon, Inde, Algérie, Namibie...) comparable à l'OPEP. » De même, l'embargo que pratiquerait à notre égard un des grands pays producteurs serait sans grandes conséquences, puisque nous pouvons nous tourner vers d'autres producteurs. Le cas se présente dans nos rapports actuels

## RESSOURCES SPÉCULATIVES ÉNORMES



avec l'Australie. En effet, pour protester contre les essais nucléaires de la France dans le Pacifique, le parti travailliste au pouvoir à Canberra a décidé en juin 1983 de rompre son contrat avec EDF. Celui-ci prévoyait la livraison sur 5 ans de 2 600 t d'uranium, dont 300 étaient livrables en 1984. Le gouvernement australien doit très prochainement réexaminer sa position à l'occasion du congrès du parti travailliste qui aura lieu en juillet prochain. Ou bien l'embargo sera officialisé ou bien les livraisons reprendront. Dans le premier cas, EDF devra trouver un remplaçant à l'Australie, ce qui en l'état actuel du marché ne devrait pas être bien difficile.

Avec des réserves mondiales considérables, avec une demande moins forte que prévue, avec des stocks probablement très importants, avec des sources d'achats très diversifiées qui ne risquent pas de se cartelliser, notre pays semble donc bien à l'abri d'une pénurie d'uranium. Même le directeur des approvisionnements du CEA, M. Devilliers, en convient : « Il n'existe pas de grands risques d'approvisionnement dans les 20 à 25 ans à venir. Au-delà de 2010, les prévisions sont plus difficiles. »

**Cette abondance d'uranium devrait avoir une conséquence majeure sur les programmes électronucléaires.** En effet, ce fut la pénurie à moyen terme

que le CEA invoqua pour pousser au développement des surgénérateurs, puisque ceux-ci sont théoriquement capables de produire plus de combustible nucléaire (dans ce cas, de plutonium) qu'ils n'en consomment. Or, voilà que la principale justification de la filière surgénératrice disparaît et que nos approvisionnements en combustible pour nos classiques centrales PWR (pressurised water reactor, soit réacteur à eau sous pression) sont assurés pour un quart de siècle.

De surcroît, le surgénérateur est extrêmement

## RÉACTEURS ANNULÉS DE 1979 À 1983

PAYS	NOMBRE	TYPE	PUISSANCE
ALLEMAGNE	1	PWR*	1 300 MWe
CANADA	1	PWR	640 MWe
ESPAGNE	1	BWR**	927 MWe
ÉTATS-UNIS	17	BWR	19 336 MWe
	38	PWR	41 404 MWe
	1	Surgénérateur	350 MWe
IRAN	8	PWR	9 712 MWe
TURQUIE	1	PWR	420 MWe
TOTAL	69	5 PWR - 2 BWR 1 rapide	74 089 MWe

(\*) Réacteur à eau pressurisée, et (\*\*) à eau bouillante.

coûteux. En effet, l'Institut économique et juridique de l'énergie a recalculé le prix d'un kWh en provenance de la filière surgénératrice en y intégrant le prix de revient du plutonium issu du retraitement ; les experts du CEA quant à eux considèrent que le combustible des surgénérateurs est pratiquement gratuit puisque c'est un sous-produit de l'inéductable retraitement ; ils ne tiennent donc pas compte de son prix de revient. Au bout du compte, le kWh issu d'un réacteur du type Superphénix est deux fois et demi plus cher qu'un kWh en provenance d'une centrale classique. S'il n'y a pas pénurie d'uranium, il n'y a donc aucune urgence à développer une filière si coûteuse.

Les Américains d'ailleurs l'ont bien compris. Le 26 octobre 1983, le Sénat américain refusa de voter le milliard et demi de dollars qui devait financer la poursuite du projet du surgénérateur de Clinch River. Aussitôt le département à l'Energie décida d'arrêter tous les travaux. D'ailleurs dès 1981, un rapport du Massachusetts Institute of Technology faisait remarquer que l'abondance d'uranium enlevait presque tout intérêt à la filière surgénératrice.

Les responsables français qui, en 1985 ou 1986, devront prendre une décision sur la poursuite ou l'arrêt du programme surgénérateur ne peuvent ignorer le problème. La sagesse leur conseille de remettre à plus tard, beaucoup plus tard, une nouvelle filière dont nous n'avons pas besoin.

Françoise HARROIS-MONIN ■



# La dernière malchance des Indiens navajos

*Il ne fait pas bon vivre près de mines d'uranium. La première étude épidémiologique jamais réalisée sur ce point a recensé les malformations et les décès d'enfants dont les parents - les Indiens navajos - habitent dans la région la plus uranifère des États-Unis : Shiprock, au Nouveau-Mexique. Les résultats sont inquiétants.*

Le Dr Lora Mangun Shields, du College de Shiprock et le Dr Alan Goodman, du département de la Santé de l'Arizona, choisirent la conférence de la Société américaine pour l'avancement de la science, qui réunit chaque année près de 5 000 chercheurs, pour présenter leurs conclusions. Cette réunion annuelle, à laquelle j'assistais, est la plus importante manifestation scientifique américaine. Elle s'est tenue du 24 au 29 mai dernier à New-York.

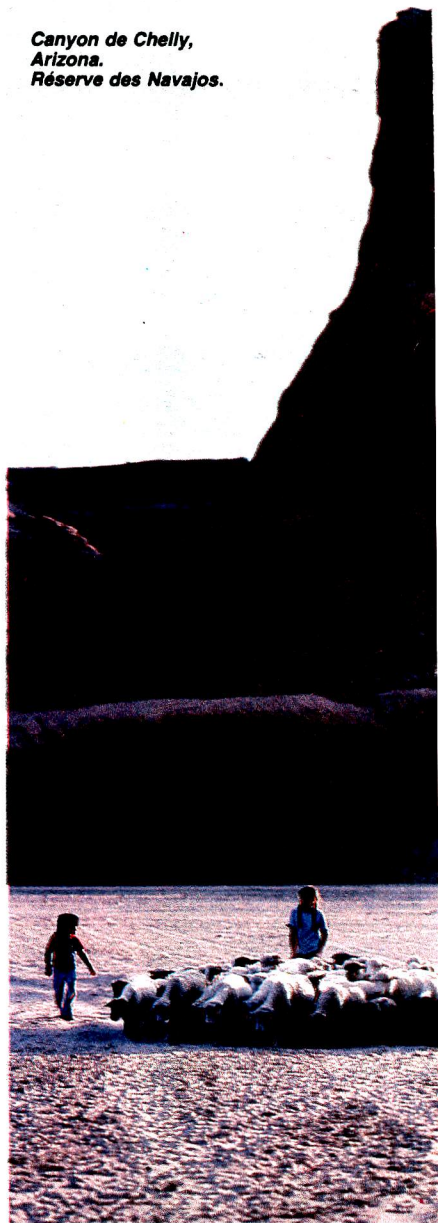
La réunion de Shiprock, d'où proviennent 40 % du minerai d'uranium américain, fait partie du territoire des Indiens navajos. Les mines y sont à ciel ouvert. Là vivent 63 500 Indiens, soit les deux cinquièmes de l'ensemble de la tribu navajo. Depuis le début des années 60, cette terre indienne a produit plus de 6 millions de tonnes d'uranium. Entre 100 et 200 anciennes mines parsèment la région. Des maisons traditionnelles indiennes ont été construites avec les matériaux en provenance des décharges des mines et, sur les murs de ces demeures abandonnées, la radioactivité est trente fois plus élevée que la radioactivité naturelle. Des terrils qui contiennent près de 85 % de la radioactivité originelle du minerai se trouvent à moins de 2 km des écoles, des habitations et des bureaux. Et aujourd'hui encore on décharge des résidus de mines sur le sol navajo.

Depuis de nombreuses années, le personnel médical de l'hôpital

de Shiprock avait remarqué que le nombre de malformations chez les enfants et le nombre de morts-nés semblaient plus importants qu'ailleurs. Une petite enquête rapide concernant les familles de 55 mineurs d'uranium et de 49 non-mineurs confirma cette impression. Mais pour en avoir le cœur net, il fallait une vaste étude. L'Association pour les enfants handicapés (appelée aux États-Unis March of Dimes Birth Defects Foundation) fournit les fonds et confia, dans le courant de l'année 1980, la réalisation de l'enquête au Dr Shields, qui s'installa à Shiprock. Celle-ci étudia tous les dossiers médicaux des Indiens navajos nés à l'hôpital de Shiprock entre 1964 et 1981, soit 13 329 enfants. Après un traitement par ordinateur des différentes informations, l'équipe du Dr Shields obtint les résultats suivants :

- Durant les 11 premières années, le nombre d'anomalies sévères fut beaucoup plus élevé à Shiprock qu'ailleurs. Ainsi, sur les 7 431 naissances qui eurent lieu durant cette période, on compte 20 cas d'hydrocéphalie (présence d'eau dans la cavité cérébrale) et 38 cas de dysplasie (déformation des os) de la hanche soit, pour chacune de ces deux malformations, 8 fois plus que la moyenne du pays. On a également comptabilisé 11 cas de microcéphalie (réduction de l'encéphale accompagné de cécité et d'arriération mentale), soit 15 fois la normale. En ce qui concerne les 7 cas

Canyon de Chelly, Arizona.  
Réserve des Navajos.



d'anencéphalies (absences d'encéphale), les 32 becs-de-lièvre, les 26 pieds-bots, les 6 cas de microtie (réduction extrême des oreilles), ils représentaient une incidence deux fois supérieure à la normale. Durant cette période, on recensa également 12 cas de mongolisme (trisomie 21), dont la fréquence était durant certaines années seulement légèrement plus forte qu'ailleurs.

- Des groupements inexpliqués d'anomalies apparurent durant l'année 1964. Sur les 729 naissances qui eurent lieu cette année-là, on compte 6 hydrocéphalies, 4





lièvre, pas un seul pied-bot, pas une seule épilepsie, et deux cas seulement de dysplasie de la hanche.

● Le nombre d'enfants mort-nés et le nombre de décès en-dessous de l'âge de un an (la plupart, d'ailleurs, dans les 24 premières heures) a considérablement décliné à partir de 1974. À cette date, il n'y en avait que 15, alors que ce nombre s'élevait à 42 neuf ans plus tôt.

Entre 1964 et 1974, le nombre global de malformations fut entre deux et huit fois plus important que la moyenne nationale ; un retour vers la normale s'amorça également après 1974.

Comment l'expliquer ? À partir de ce moment, on recouvrit tous les terrils des mines d'uranium de 60 cm de terre et de graviers, ce qui du même coup fit diminuer d'un quart la radioactivité ambiante. C'est également à partir de 1973 que la plus importante usine de traitement du minerai de Shiprock fut arrêtée. Et puis une usine d'électronique où travaillaient 1 200 femmes navajos et où elles étaient exposées à de faibles doses de cobalt-60 et à d'autres matériaux chimiques, ferma ses portes. Les effets conjugués de ces différentes mesures sont sans doute responsables de la disparition des anomalies de la région de Shiprock.

Mais pour connaître les causes exactes des accidents de Shiprock, il faut retrouver chacun des parents de ces enfants malformés ou morts en bas âge, il faut les interroger sur leur lieu de résidence, leur mode de vie, leur occupation à l'époque de la naissance. C'est cette seconde partie de l'étude que vient d'entreprendre le Dr Lora Shields ; « Elle sera terminée d'ici un an » me précise-t-elle. Mais les présomptions qui pèsent sur les mines d'uranium sont bien fortes.

Il est étonnant d'ailleurs que l'étude de Shiprock soit la seule consacrée aux populations vivant près des mines. Dans le monde nucléaire, les études épidémiologiques sont rares. Celles, par exemple, concernant les mineurs qui, à longueur de journée, respirent des poussières radioactives et du radon (gaz radioactif qui se désintègre par émissions alpha), se comptent sur les doigts d'une seule main. Signalons les principales, dont certaines sont déjà anciennes.

En 1964, une étude fut effectuée à Terre-Neuve sur 800 mineurs des mines de spath et de fluor. Là,

comme dans les mines d'uranium, les employés étaient exposés aux émanations de radon. Le taux de cancer du poumon constaté était de 18 fois plus élevé que la normale.

Une seconde étude fut publiée en 1973 ; elle concernait 3 366 mineurs d'uranium américains travaillant dans les États de l'Arizona, du Colorado, et du Nouveau-Mexique. De juillet 1950 à septembre 1968, il y eut 437 décès, alors qu'on n'en escomptait que 277. Pour une population de cette importance, on aurait dû dénombrer 11,7 cas de cancer pulmonaire ; on en trouve 70.

Enfin, une troisième étude fut publiée en 1976 ; elle concernait environ 5 700 mineurs tchécoslovaques. Le rapport entre le nombre de cancers attendus et le nombre de cancers effectivement observés varie proportionnellement à la dose radioactive cumulée à laquelle a été exposé chaque employé. Un mineur qui a reçu une dose cumulative 5 fois plus forte qu'un autre court 5,6 fois plus de risques d'avoir un cancer du poumon et 9 fois plus qu'une personne non exposée.

Le Commissariat à l'énergie atomique, qui dispose de statistiques sur les mineurs d'uranium français, commence tout juste une étude épidémiologique à leur sujet. Etude vaste qui porte sur une population de 4 000 mineurs environ et entend recenser toutes les causes de décès de ces travailleurs depuis les premiers temps de l'ère atomique en 1947. Cette recherche, d'ailleurs, sera probablement scindée en deux : la période 1947-1960, et la période 1960-1984, afin de tenir compte de l'amélioration des conditions de sécurité dans les mines (port de film détecteur, meilleure ventilation du radon, etc.).

Malheureusement, en France, une enquête de ce type est extrêmement difficile à réaliser, car les causes de décès de chaque Français doivent absolument être tenues secrètes. Les statistiques que publient l'INSERM sont anonymes, et la Commission informatique et libertés s'oppose à la divulgation de ce type d'informations. Souhaitons que, dans ce cas, cette Commission fasse une exception. Si le CEA le souhaite vraiment, il est suffisamment puissant pour obtenir, s'il le désire, une dérogation. En principe les résultats seront connus d'ici deux ans. Affaire à suivre.

**Françoise HARROIS-MONIN ■**

anencéphalies, 5 pieds-bots, 9 dysplasies de la hanche, 5 cas de paralysie infantile cérébrale et 4 cas d'épilepsie. De même en 1973, sur 762 naissances on enregistra 18 malformations graves (6 hydrocéphalies, 5 becs-de-lièvre et 7 dysplasies de la hanche).

« Ces chiffres, m'a déclaré le Dr Shields, n'ont pas encore été comparés à la moyenne nationale, mais simplement avec les années postérieures à 1975 » où, pour différentes raisons citées plus loin, les choses semblent rentrer dans l'ordre. En 1976, par exemple, on ne compte pas un seul bec-de-



# Première usine orbitale dans 10 ans : la France y sera

***Américains, Japonais et Européens se sont mis d'accord pour le lancement d'une station spatiale permanente et habitée : ce sera la première banlieue industrielle en apesanteur. On y mettra beaucoup d'argent, mais on en attend encore bien plus. Date : années 90.***

■ Dans une dizaine d'années, les ateliers de la technologie de pointe fonctionneront dans le ciel. Et on y verra, entre autres, des Français. Une signature du président Reagan a fait, en janvier dernier, passer le projet de la spéculation à la réalisation. Un budget de 8 milliards de dollars a été consenti pour la construction d'une station spatiale permanente, industrielle et habitée. Le Japon, la France, qui est bien en place dans ce domaine, et plusieurs pays occidentaux participeront à l'entreprise. Nous sommes allés écouter NASA, grandes banques et industries privées en débattre à New-York en mai, sous l'égide de l'American Association for the Advancement of Science, en présence de l'élite scientifique internationale.

Le P<sup>r</sup> Hubert Curien, directeur du Centre national d'études spatiales, a tiré profit de la réunion pour rappeler les réussites d'Ariane. Puis, au début juin, à Londres, des représentants du gouvernement américain, de la NASA, de la Communauté européenne et du Japon ont signé un accord de principe.

C'est en août que les projets des participants seront soumis à examen (pour le moment, on ne sait presque rien des projets français, par exemple), et c'est le 14 septembre que les coûts seront établis. Mais ce ne sera qu'en janvier 85 que les tâches et les participations financières seront réparties.

La colonisation de l'espace n'est donc plus une vue de l'esprit. Peu avant la fin du siècle, il y aura des "ouvriers célestes", dotés de quar-

quartiers d'habitation et de loisirs, peut-être des potagers interplanétaires, avec une infirmerie, un cinéma, une salle de sports... et en tout cas un vaste atelier de réparation et un petit véhicule de remorquage, l'*Orbital Transfer Vehicle* (dites OTV).

L'infrastructure commerciale se met en place. La NASA cédera des lanceurs à l'industrie privée, une société privée, Astrotech International Corporation, étudie l'achat d'une navette comme s'il s'agissait d'un banal avion de ligne, les industries chimiques, les laboratoires pharmaceutiques, les fabricants d'outillage de précision et de matériaux nouveaux se mettent sur les rangs : quelque 400 sociétés en tout. On le devine aisément : les Japonais ne manqueront pas ce train : Mitsubishi, Kawasaki, Hitachi, Nissan Motors, Ishikawajuma Harina ont fondé un comité pour préparer leur ère spatiale.

"Made in Space", le nouveau label d'origine, figure déjà, d'ailleurs, sur les emballages de microsphères synthétiques d'une parfaite régularité, utilisées pour le calibrage d'instruments de précision et fabriquées à bord de *Spacelab*. Il figurera aussi sur un produit pharmaceutique nouveau qui suivra dans quelques semaines.

L'intérêt technique de l'espace réside dans l'apesanteur. L'apesanteur n'est pas la gravité zéro, la station en orbite étant freinée par des particules atmosphériques résiduelles, par les effets des manœuvres de contrôle d'altitude et par ceux des mouvements de l'équipage. Si, dans un petit vaisseau spatial, l'astronaute fixé sur

son fauteuil tourne la tête à gauche, le vaisseau tend à virer à droite, l'accélération étant évidemment inversement proportionnelle à la masse du vaisseau, donc assez réduite dans le cas d'une station spatiale de quelque envergure. Mais les accélérations ainsi produites n'empêchent pas que la gravité dans une station spatiale soit de 10<sup>e</sup> à 10<sup>e</sup> fois plus faible qu'à la surface terrestre.

C'est suffisant pour aboutir à des résultats précis dans l'exploitation de phénomènes tels que les courants de convection, la sédimentation ou la pression hydrostatique. Les effets parasites sont alors négligeables. On parle d'ailleurs à ce sujet de micropesanteur.

Si la station spatiale est maintenue en rotation, on pourra même choisir le niveau de gravité qui convient le mieux à un procédé déterminé, par exemple 1G à la périphérie de la station, où la force centrifuge sera la plus grande, ou 0G au centre, où elle sera nulle.

Selon le même principe, on pourra séparer les éléments d'une solution par centrifugation. C'est d'ailleurs la solution qui a été adoptée par les astronautes, quand ils ont constaté la présence de bulles d'hydrogène dans leur jus d'orange, bulles pouvant provoquer des flatulences, désagréables dans l'atmosphère d'une cabine spatiale. Philip E. Culbertson, administrateur adjoint à la NASA, rappelle que le comportement des liquides en apesanteur est étudié depuis près de 30 ans, pour la simple raison qu'il fallait mettre au point des systèmes d'alimentation en carburants liquides pour les fusées destinées à manœuvrer les satellites en orbite et pour permettre à des avions à réaction en trajectoire balistique de fonctionner normalement.

D'autres expériences, menées à bord de *Skylab* en 1973-74, et en 1975, lors de la mission américano-soviétique *Apollo-Soyouz*, ont montré qu'on peut réaliser dans l'espace des alliages difficiles ou impossibles à réaliser sur Terre, tout comme il y est impossible de réaliser un mélange stable d'huile et de vinaigre, ce dernier, plus dense, se retrouvant à la longue au fond du récipient. De même, sur Terre, certains métaux fondus ne se solidifient pas de façon uniforme et leurs différences de densité ne permettent pas d'obtenir un alliage homogène. Or, de nouveaux alliages, "Made in Space", pourraient intéresser l'industrie des semi-conducteurs. Par



exemple, un alliage de gallium et d'arsenic, l'arséniure de gallium, largement utilisé dans cette industrie. On se demande aussi depuis longtemps quelles seraient les propriétés d'un alliage de gallium et de bismuth, élément qui se trouve dans la même famille que l'arsenic dans la table périodique des éléments.

Les fabricants d'électronique s'apprêtent déjà, en tous cas, à produire en quantités semi-industrielles un autre semi-conducteur, le séléniure de germanium, obtenu lors d'une mis-

Corporation, filiale de la grande firme Johnson & Johnson, garde le plus grand secret, mais dont on sait néanmoins qu'il a été obtenu par électrophorèse, c'est-à-dire séparation de particules par courant électrique, et qu'il sera prochainement mis à l'essai. Déjà, un ingénieur de la société, qui n'a rien d'un astronaute professionnel, s'embarquera à bord d'une navette pour en parfaire le procédé de fabrication. Par la suite, le produit sera fabriqué automatiquement.

Donc l'espace se banalise. Il est "dérégulé", comme on dit en

parce que les essais déjà réalisés dans la navette ont démontré que l'on réalise facilement la séparation des cellules productrices d'urokinase des autres cellules rénales, toujours par électrophorèse.

Prochain objectif aussi, la séparation des cellules pancréatiques B, celles qui sécrètent l'insuline, et que l'on peut greffer sur des diabétiques pour les guérir. Parmi les autres dossiers à l'étude : la production spatiale de cristaux de protéines géants (mille fois plus grands que ceux obtenus sur Terre). Ce sont donc ces marchés chiffrables par milliards que l'on va étendre et, dans beaucoup de cas, créer.

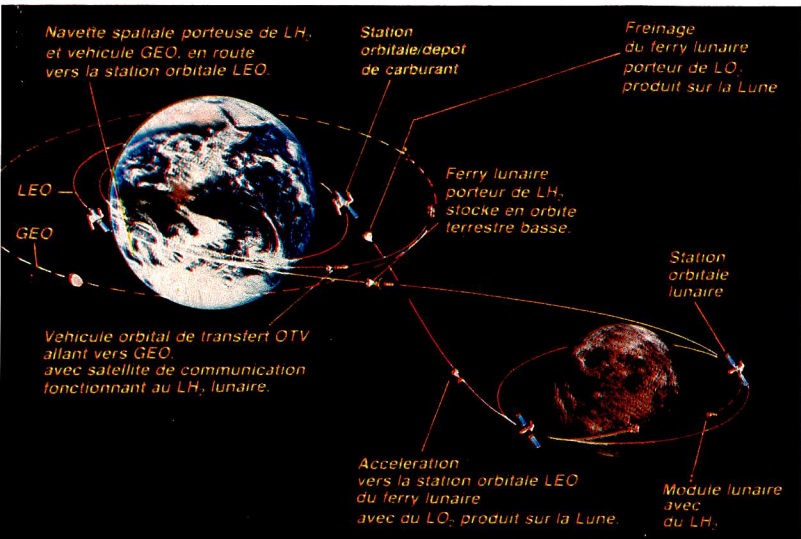
Au programme aussi, des matériaux nouveaux comme les "métaux mousse", incorporant des bulles, mais réparties de façon homogène, ce qui est impossible à réaliser sur Terre, où les bulles tendent à remonter à la surface. L'avantage est évident : réaliser des métaux et des alliages possédant, en plus de leurs qualités habituelles, la légèreté.

La réalisation de la station spatiale remet à l'ordre du jour la production d'électricité gratuite par captation des radiations solaires. Il y a plusieurs années que le Dr Peter Glaser, de la société Arthur D. Little, avait proposé à cet effet un gigantesque capteur (60 km<sup>2</sup>), qui convertirait l'électricité en micro-ondes de 2 450 MHz ; ces micro-ondes seraient dirigées vers la Terre et captées par une antenne terrestre d'une trentaine de km<sup>2</sup>, produisant ainsi quelques 5 milliards de watts d'électricité "à l'œil". Le projet reprend de l'intérêt.

Enfin, astronomes et physiciens bénéficieraient de quelques recombées : observatoires à rayon X et à rayons gamma, supertélescope, essais de production d'antimatière (qui n'a été jusqu'ici produite sur terre que pendant quelques millisecondes), etc. On leur doit certes bien cela ! Plus tard, on entreprendra l'exploitation de la Lune, voire celle des astéroïdes.

L'industrie aura donc fait démarrer le "XXI<sup>e</sup> siècle" cher aux amateurs de fiction, quelques années avant la fin du XX<sup>e</sup>. C'était d'ailleurs pour enrichir la couronne d'Espagne que Colomb partit chercher des terres nouvelles. Mais cette fois-ci, il n'y a pas d'Indiens : c'est une colonisation irréprochable !

Alexandre DOROZYNSKI ■



**L'usine orbitale pourra aussi servir de base d'exploitation de la Lune.** Dans ce projet de la NASA, la Lune aussi a été dotée d'une station orbitale. Trois véhicules, le "ferry" lunaire, le module lunaire et l'OTV (Orbital Transfer Vehicle) feront la navette entre les stations orbitales, la Terre et la Lune, de la manière suivante : le ferry lunaire transporterait à la station lunaire de l'hydrogène liquide, LH<sub>2</sub>, d'origine terrestre à partir de la station orbitale terrestre GEO, et, de là, le module lunaire le transporterait vers la Lune. Le LH<sub>2</sub> servirait de carburant pour alimenter l'usine lunaire d'extraction d'oxygène et sa condensation sous forme liquide LO<sub>2</sub>. Ce LO<sub>2</sub> serait ensuite transporté vers GEO, où il serait utilisé pour entretenir la vie sur la station. Il y aurait de la sorte création d'un réseau autonome d'échanges hydrogène-oxygène.

sion de Skylab, en cristaux plus grands et plus réguliers que sur Terre. Et, dans la foulée des expériences de l'équipe Apollo-Soyouz sur la production de semi-conducteurs par adjonction d'impuretés, la firme Minnesota Mining Manufacturing ou MMM, étudiée avec la NASA un protocole de fabrication en orbite de cristaux organiques. Dans ce domaine aussi, l'apesanteur permet d'obtenir des cristaux plus gros.

Car il est bien évident que l'on ne va pas fabriquer dans l'espace des produits volumineux ou banals, mais seulement la crème de la crème de la technologie. Ainsi d'un produit médicinal sur lequel l'Ortho Pharmaceutical

jargon politique américain. Les chefs de fabrication monteront à quelque quatre cents kilomètres comme ils vont jusqu'ici au laboratoire, à quatre cents kilomètres horizontaux.

Et l'intérêt financier ? Le jeu en vaut-il la chandelle ? L'exemple de l'urokinase indique que c'est, en effet, très largement rentable. Cette substance, fabriquée par un type particulier de cellules du rein, est utilisée dans le traitement des embolies pulmonaires et des maladies des coronaires, pour dissoudre les caillots. En fabrication terrestre, elle est très coûteuse : \$ 1 000 par dose, et il en faut une dizaine par traitement ; "Made in Space", elle coûte dix fois moins,



# MISSILES : LE COUP DE THÉÂTRE DE KWAJALEIN



*Le 10 juin, l'ogive d'un missile intercontinental Minuteman a été interceptée par un autre missile américain. Pour les uns, c'est le début d'une ère nouvelle et l'espoir d'une défense imperméable contre les ogives nucléaires. Pour les autres, c'est la relance de la course aux armements et de la militarisation de l'espace : D'après R. Garwin, spécialiste américain des problèmes de défense, le principal intérêt militaire de ce système tient à ses capacités anti-satellites.*

■ Le 10 juin, un missile balistique intercontinental (ICBM) Minuteman a été mis à feu à la base de Vandenberg (Californie). Dans sa parabole, la fusée a atteint son plafond d'altitude vers 1 000 km hors de l'atmosphère, avant d'entamer sa trajectoire descendante vers une zone située dans le Pacifique.

Lorsqu'elle est passée à 500 km d'altitude, la base américaine de Kwajalein (îles Marshall) a donné l'ordre de tirer un autre missile. Il s'agissait aussi d'un Minuteman, mais celui-ci était équipé d'une tête spéciale et devait intercepter le premier. Les coordonnées d'interception ayant été intégrées dans son calculateur de bord, le deuxième missile s'est dirigé vers sa cible à quelque 6 000 m par seconde. À une centaine de kilomètres du point de rencontre présumé, son système de détection infrarouge s'est mis automatiquement en phase de recherche ; il a capté presque aussitôt la très faible émission de chaleur (1) produite par les systèmes de commande et de contrôle de l'ogive du Minuteman-cible. Quelques secondes plus tard, le missile interceptait l'ogive.

Une étoile d'acier (photo ci-contre) de 5 m de diamètre s'est déployée automatiquement à l'avant du missile assaillant pour augmenter ses chances d'interception. Sur les écrans radar, les

deux échos se sont confondus puis ont disparu.

Pour la première fois, un ICBM avait été intercepté par un missile non nucléaire. Reagan a ainsi démontré que son discours dit de "la guerre des étoiles" reposait sur quelques fondements techniques.

En mars 1983, le président des États-Unis avait en effet annoncé que les USA allaient se doter d'un système de défense anti-missiles basé sur des techniques plus ou moins futuristes (lasers, armes à faisceaux de particules, missiles classiques, etc.). Ce discours avait provoqué des réactions vives, en particulier dans la communauté scientifique américaine qui, dans sa majeure partie, considérait ce projet comme techniquement inefficace et politiquement dangereux. La prouesse qui vient d'être réalisée va relancer le débat et finalement faire s'affronter deux opinions.

● Pour les uns, il s'agit d'un premier pas vers une défense imperméable contre les fusées soviétiques, et cela contribue à éloigner le spectre de la guerre nucléaire. Les rapports des services de renseignements américains indiquent en effet, que les Soviétiques améliorent leurs capacités anti-missiles et anti-satellites. Les partisans de la "guerre des étoiles" ne voient donc pas pourquoi les USA laisseraient les Soviétiques prendre une avance dans ce domaine.

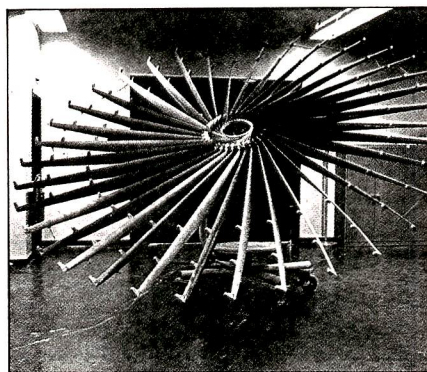
● Pour les autres, au contraire, la guerre nucléaire devient plus probable, car les Soviétiques attaquaient les États-Unis avant que

ceux-ci ne soient complètement équipés du nouveau système de défense, plutôt que de se trouver dans une situation où leurs missiles ne pourraient plus menacer le territoire américain et d'être sous la menace des ICBM US.

Ensuite, ils voient dans l'amélioration des technologies ABM (Anti-Ballistic Missile) une nouvelle activation de la course aux armements. Enfin, ils considèrent qu'il n'y a pas de réels bénéfices à espérer d'une telle compétition dans la mesure où une telle défense ne sera jamais totalement imperméable ; au mieux, disent-ils, si 90 % des missiles soviétiques étaient interceptés, il en resterait assez pour vitrifier une bonne partie de l'Amérique.

**Le problème ainsi posé agite les spécialistes de la Défense** depuis bon nombre d'années. Les recherches dans ce domaine ont pourtant continué. En particulier le programme américain comportait un volet sur l'interception à basse et haute altitude par missiles non nucléaires.

**C'est ce dernier, le Homing Overlay Defence**, qui vient de connaître son premier succès (après trois échecs). La nouveauté de ce système tient d'abord à ce qu'il n'est pas nucléaire. A priori, il est beaucoup plus facile d'intercepter un missile en faisant exploser une charge nucléaire, car il suffit pour cela de rapprocher l'intercepteur à un ou deux kilomètres de sa cible. Cependant, une telle opération a deux inconvénients majeurs : pour faire exploser une charge nucléaire, il faut l'autorisation du président ; l'emploi est donc beaucoup moins souple qu'avec une charge classique. Ensuite, lorsqu'il faut intercepter non pas une, mais plusieurs milliers d'ogives avec des armes nucléaires, cela entraîne autant d'explosions au-dessus du sol américain. Ces explosions, aussi faibles



(1) À 180 km, la densité de l'air est un milliard de fois plus faible qu'au niveau de la mer et il n'y a pas de frottement avec les molécules d'air.



soient-elles, peuvent provoquer une impulsion électromagnétique (voir *Science & Vie* n° 778) et détruire une bonne partie des systèmes de communications et de contrôle.

**Avec des missiles classiques** ces inconvénients disparaissent ; mais cela veut dire qu'un missile classique devra avoir une grande manœuvrabilité. En effet, il doit se diriger sur un objet se déplaçant à 25 000 km/h et doit surtout avoir une précision de l'ordre du mètre. Pour cela, il doit d'abord être équipé d'un guidage terminal ex-

en 5 secondes.

**Reste que le missile américain** a été, certes capable d'intercepter un autre missile, mais que celui-ci était annoncé et prévu. Ce ne serait évidemment pas le cas dans une attaque réelle, où d'ailleurs les quelques milliers d'ogives soviétiques qui se dirigeraient alors vers les USA seraient accompagnées d'autant de leurres, qu'il faudrait être capable de repérer. De plus, il faudrait aussi supposer que, dans les quelques minutes (voir dessin) précédant les impacts, les centres de contrôle américains ou plutôt

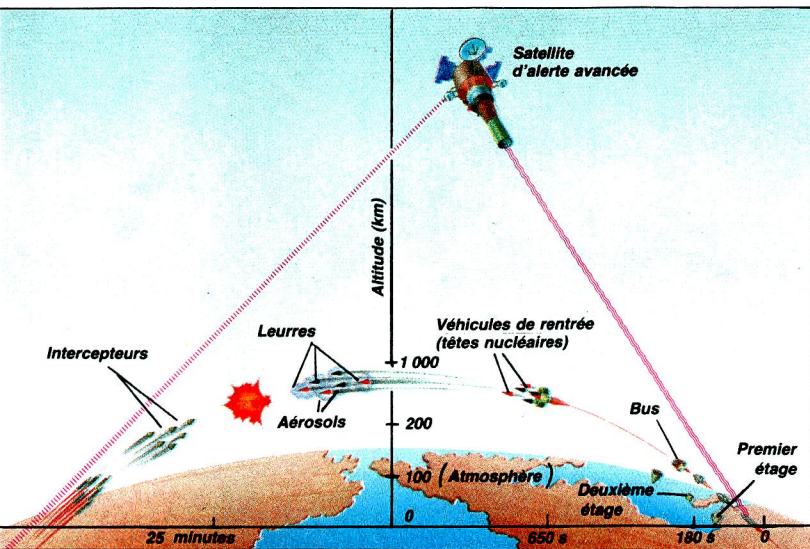
l'importance de l'expérience ne réside pas dans l'interception d'un missile balistique : « Cette possibilité existait déjà avec des intercepteurs nucléaires » (limités à 100 par le traité ABM). L'intérêt du missile testé tient d'abord à ce qu'il sera possible d'en fabriquer beaucoup, puisqu'il n'est pas nucléaire ; il tient ensuite, et surtout, à ses capacités anti-satellites (ASAT), du moins en orbite basse. « L'altitude d'interception de 180 km annoncée par le Pentagone, précise le P<sup>r</sup> Garwin, n'est pas l'altitude exacte. L'interception s'est vraisemblablement passée plus haut, ce que d'ailleurs les Soviétiques ont certainement observé. Mais on ne voulait pas officiellement faire un test de l'ASAT (2). C'était pourtant une très bonne démonstration d'un engin très supérieur aux ASAT soviétiques, mais le problème soulevé est toujours le même : autant les satellites militaires accroissent la sécurité des deux grands, autant les armes anti-satellites relanceraient les courses aux armements et déséquilibreraient un peu plus les relations Est-Ouest. »

Mais, si les Soviétiques n'ont sans doute pas apprécié l'essai réussi par les Américains, il n'a pas non plus déchainé l'enthousiasme des puissances nucléaires moyennes, et en particulier de la France : notre dissuasion repose sur un nombre de missiles relativement modeste, et elle aurait d'autant plus de difficultés à être crédible que les progrès soviétiques en ABM s'accéléraient. On peut en effet supposer que si les Russes se lancent dans cette course, ils ne parviendront ni plus ni moins que les Américains à avoir une défense imperméable l'un par rapport à l'autre. Par contre, ils seraient beaucoup plus susceptibles d'intercepter nos missiles. Dans ce cas notre dissuasion perdrait de son poids car il nous sera difficile de concourir avec eux, non pas techniquement, mais économiquement. Mais pour l'instant, les missiles ont encore, et pour longtemps, de beaux jours devant eux : une attaque, qui peut être imparfaite, a forcément l'avantage sur une défense, qui doit être parfaite.

**Sven ORTOLI ■**

(2) IBM Fellow, spécialiste américain des problèmes de défense, opposé à la militarisation de l'espace.

(3) Le Sénat américain vient de voter l'autorisation de tester des ASAT à condition que le président affirme sa volonté de négocier sur ces armes avec l'URSS.



Quelques secondes après son envoi, un ICBM soviétique serait détecté par les satellites US d'alerte avancée (orbite géostationnaire, 36 000 km) : la chaleur (température de 2 000° K) dégagée pendant la phase de combustion serait aussitôt repérée par les senseurs infrarouges des satellites. Deux minutes plus tard, les informations seraient relayées au National Command Center. Il resterait alors 23 minutes environ au président des États-Unis pour prendre la décision de riposter avec les ICBM américains et de se défendre avec les ABM. Après il serait trop tard, car les missiles russes auraient atteint leurs objectifs. Sur le dessin on voit les principales étapes de vol d'un ICBM russe : phase de combustion du missile, libération du "bus" dirigeant des ogives nucléaires, enfin largage des ogives avec des leurres et autres types d'aides à la pénétration (aérosols, par exemple).

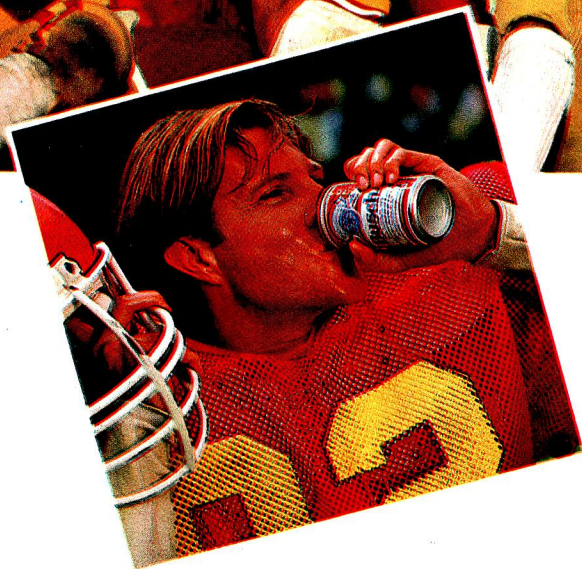
trêmement fiable et donc de détecteurs ultra-sensibles. Les Américains ont à cet effet réalisé un senseur (Designating Optical Tracker) qui détecte des émissions très faibles dans l'infrarouge, suffisamment délicat, précise le Pentagone, pour détecter la chaleur d'un corps humain à 1 600 km de distance... C'est la partie la plus importante du missile, puisque une fois sur sa cible, l'impact de 10 kg évoluant à 5 km/s transporte une énergie de 125 mégajoules, soit l'équivalent de l'énergie dépensée par un laser chimique de 25 MW

leurs ordinateurs, auront le temps d'analyser chaque piste radar, puis de l'assigner à tel ou tel missile. Ce n'est pas infaisable mais c'est un problème difficile et encore non résolu.

Enfin, dès qu'il existe une possibilité de guidage (ici par infrarouge) sur un missile ennemi, il existe aussi la possibilité de brouillage. Il est possible en cette matière que les "contre-mesures" soient plus faciles et moins chères à réaliser. Pour Richard Garwin (2) interrogé par téléphone à son laboratoire de Yorktown (USA),



# Buvez l'Amérique à pleine Busch..



## Busch®

La bière des hommes de l'Ouest

Busch est la bière qui désaltère les hommes d'action. Fine et légère, elle a été créée par Anheuser-Busch, brasseur à Saint-Louis, USA, depuis 1860.



## INDUSTRIE

### TECHNIQUE DE POINTE

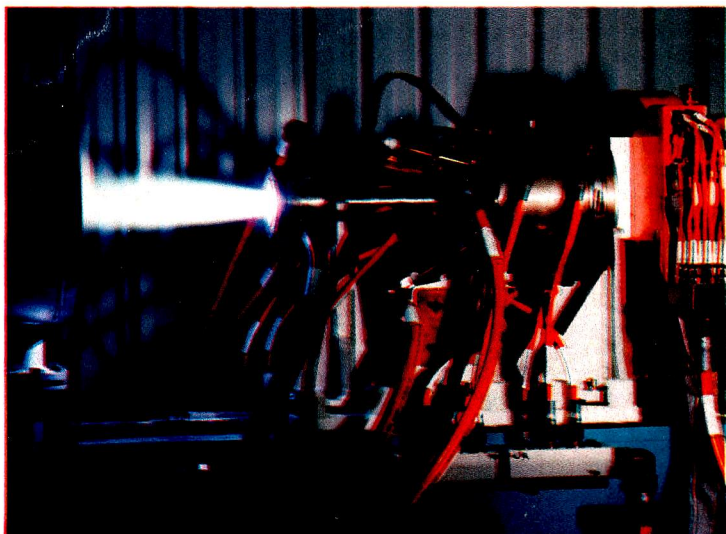
#### *La France relève le défi des plasmas*

■ Les torches à plasma d'arc sont des appareillages qui permettent de faire passer une importante énergie électrique (plusieurs mégawatts) dans un gaz ainsi porté à haute température, de l'ordre de 4 000° K pour les applications industrielles. On injecte pour cela dans la chambre située entre deux électrodes tubulaires, un courant de gaz plasmogène et l'on crée entre ces deux électrodes un arc électrique qui dissocie et ionise partiellement les molécules de gaz.

Depuis quelques années, on savait déjà, en particulier grâce aux travaux effectués par l'Aérospatiale sur une installation de 20 MW, simuler pendant quelques secondes les chocs thermiques que subissent les missiles lors de leur entrée dans l'atmosphère. Tout le problème consistait à transposer ces techniques plasma conçues pour fonctionner quelques secondes vers des utilisations industrielles qui nécessitent des marches en continu de plusieurs centaines d'heures sans changement des électrodes, ces pièces métalliques étant durement sollicitées par l'arc.

Ce problème est aujourd'hui résolu par une collaboration EDF-Aérospatiale et Jeumont-Schneider, qui viennent d'inaugurer au centre de recherche EDF des Renardières la première torche à plasma française à caractéristiques industrielles.

Cette torche présente une puissance de 2 mégawatts et la durée de vie des électrodes peut être garantie pour un minimum de 400 heures. Les premières applications auxquelles on pense sont les hauts-fourneaux — la sidérurgie, traditionnellement grande utilisatrice d'énergie fossile, a commencé une recherche systématique d'adaptation des plasmas aux processus in-



dustriels — ainsi que la métallurgie des ferro-alliages, la réduction des minerais et les industries de base : linkérisation du ciment concurremment au charbon pulvérisé (bi-énergie permettant l'exploitation économique des tarifs saisonniers EDF), la fusion des réfractaires, l'élaboration du verre, le séchage et la déshydratation de certains demi-produits. Mais on envisage aussi l'exploitation des plasmas en réaction chimique : chimie de synthèse (acétylène, produits nitrés), fixation de l'azote en vue de la production d'engrais, synthèse des carburants à partir de la houille ou de la biomasse, cracking des molécules lourdes en pétrochimie, élimination des déchets nuisibles (dioxine, gaz de combat), ou valorisation de déchets contenant des éléments chers.

D'une manière générale, l'avenir des plasmas d'arc résultera de l'exploitation de leur trois propriétés

principales : être des générateurs calorifiques à haute énergie et faible encombrement, utilisant comme source l'électricité ; délivrer l'énergie à très haute température, c'est-à-dire au-delà de la température de toute flamme ; créer un milieu où toutes les combinaisons moléculaires se détruisent et les liaisons internes atomiques se relâchent.

« Au moment, indique l'EDF, où l'on connaît en France une plus grande disponibilité de l'énergie électrique résultant des effets conjugués d'un accroissement du parc des centrales nucléaires et d'un tassement de la consommation, les plasmas thermiques permettent d'ouvrir à l'électricité le domaine des échanges convectifs à haute densité d'énergie : c'est l'avènement du brûleur électrique. »

Mais d'autres pays peuvent être intéressés. Le chef du département plasmas thermiques de l'Aérospa-



tiale précise : « une optimisation en fonction des ressources énergétiques propres à chaque pays, ou à chaque industrie, conduit à la torche bio-énergie, consommant de l'énergie électrique et de l'énergie fossile. »

Quoi qu'il en soit, au moment où les technologies plasma se développent et commencent à apparaître dans le monde (USA avec Westinghouse, Suède avec SKF), l'expérience de l'Aérospatiale dans le domaine des systèmes torches à hautes performances, jointe à celle d'ensemblier de Jeumont-Schneider dans les équipements électroniques et électriques de grande puissance, font de la torche à plasma d'arc une technologie maîtrisée, utilisable en ambiance industrielle dès aujourd'hui. Des installations fonctionneront avant la fin 1984. Et, estime l'EDF, la France dispose des meilleurs atouts pour devenir l'un des principaux fournisseurs mondiaux de ces systèmes.

Le laboratoire des plasmas d'arc d'EDF sera désormais un catalyseur entre la recherche et les applications industrielles. Se situant en avant des besoins industriels, son rôle sera de démontrer l'intérêt de la technologie plasma et de faciliter son intégration par des expérimentations. Les essais pourront désormais être effectués en étroite collaboration avec les constructeurs de matériel et les utilisateurs des procédés plasma pour réaliser des installations clés en main.

■ ■ **Les frênes poussent beaucoup plus rapidement si on leur inocule un champignon invisible à l'œil nu, prélevé sur une pousse de poireau, a constaté un biologiste québécois. Le phénomène n'est pas expliqué mais toutes les expériences réalisées tant en laboratoire que dans des serres et sur le terrain prouvent que ce champignon est infiniment plus fertilisant que toute autre solution chimique, y compris le phosphate**

■ ■ **Deuxième Forum des jeunes chercheurs en génie biologique et médical à Lille du 26 au 28 septembre sous l'égide du ministère de l'Industrie et de la Recherche et de l'INSERM. Age des orateurs limité à 40 ans. Objectif : mieux identifier les nouvelles équipes — et celles en voie de formation — afin de pouvoir les aider. Pour tout renseignement : Forum GBM 1984, Centre de technologie biomédicale INSERM, esc. 4, 13-17 rue Camille-Guérin, 59800 Lille.**

## INFORMATIQUE

### Un guide de l'entreprise utilisatrice

■ 80 000 entreprises possèdent aujourd'hui un ordinateur. On prévoit qu'elles seront 500 000 dans quelques années. Si l'informatisation se développe à une vitesse foudroyante, elle n'en reste pas moins toujours un pari pour le décideur, quelles que soient les précautions dont il s'entoure.

Pour clarifier l'association française de normalisation (AFNOR), l'Agence de l'informatique (ADI), publient le *Guide des relations contractuelles en informatique*, qui, matériel ou logiciel, doit permettre d'établir un contrat sans ambiguïté, satisfaisant les deux parties, l'acheteur et le fournisseur. Quatre points prioritaires ont été retenus : le cadre des relations contractuelles, l'objet du contrat, les modalités d'exécution, les logiciels.

L'apparition de cet énorme marché que constitue l'informatique, avec ses multiples applications (bureautique, télématique, CFAO, DAO, robotique, etc.) multiplie les occasions de contentieux entre acheteurs et fabricants, utilisateurs et prestataires de services. Le recours à des intermédiaires professionnels (conseil, logiciel, maintenance, façonnier, etc.), de plus en plus nombreux, ne simplifie pas les choses. Il reste alors le recours à la justice, mais le manque d'expérience laisse les hommes de loi perplexes face

aux litiges créés par la venue de technologies nouvelles, peu connues, et aux formes mal définies : dans ces domaines, la jurisprudence française avance en terrain découvert. L'ambition de ce guide de l'utilisateur est de supprimer tous ces litiges et contentieux grâce à des contrats clairs et indiscutables (70 pages. 70 F HT ; AFNOR Tour Europe, 92080 Paris la Défense, et ADI, Tour Fiat, 92080 Paris La Défense).

■ ■ **Festival du logiciel, à la Chartreuse de Villeneuve-les-Avignon du 9 au 29 juillet. Les créateurs individuels pourront ainsi rencontrer à la fois le grand public, à la disposition duquel seront mis plusieurs dizaines de micro-ordinateurs, des éditeurs et les organismes publics. Le public sélectionnera les œuvres les plus marquantes. 40 lauréats suivront des stages de perfectionnement en août pour aboutir à une présentation parfaite de leurs œuvres en septembre, dans le cadre du Carrefour international de la communication, sur le parvis de la Défense, à proximité du SICOB et en coopération avec lui.**

Pour tout renseignement : c/o TEN, 10 rue Mayet, 75006 Paris, tél. (1) 273 27 27 et Circa La Chartreuse, 30400 Villeneuve-les-Avignon, tél. (90) 25 05 46.

## INFORMATIQUE

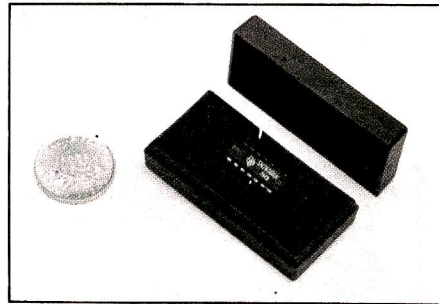
### Mini-cassettes de sécurité pour le transport des circuits sensibles

■ Pour entretenir, réparer, modifier les ordinateurs, micro-ordinateurs et unités logiques, il faut, en permanence, expédier circuits intégrés, mémoires et circuits sensibles.

Jusqu'ici, toujours du fait de l'électricité statique, ces circuits ne pouvaient circuler dans un pli ou un emballage conventionnel. Il fallait les enficher sur une carte, elle-même scellée dans un sac en plastique conducteur, ce qui supposait un nombre important de manipulations, donc un coût unitaire élevé, sans pour autant éviter le risque de destruction lié aux opérations de manipulation et d'emballage.

D'où l'intérêt de la mini-cassette de transport mise au point par SPI-Kager (BP 83, Steinseltz, 67160 Wissembourg), qui neutralise l'électricité statique après la phase de fabrication, pendant la manipulation, le stockage et le transport. Boîtier et

mousse-support sont totalement conducteurs et la mousse est amovible, ce qui évite tout contact avec le circuit lors des manipulations à l'arrivée. La protection contre les chocs est totale et ces mini-cassettes peuvent utiliser les moyens de transports conventionnels : lettres, paquets poste, cartons SNCF.





## Fraudes et erreurs d'ordinateurs : un coût de 30 milliards de francs

■ C'est le montant des pertes annuelles, enregistrées dans le monde, dues à une mauvaise utilisation des ordinateurs. Cette somme, précise le Centre de documentation et d'assurance (CDIA), inclut aussi bien les dégâts subis par le matériel lui-même (incendie, bris de machines, inondations...) que les dommages consécutifs à des actes de malveillance, des erreurs de manipulation, des utilisations frauduleuses... La vulnérabilité des ordinateurs est en effet terriblement élevée. Une erreur provoquée par un ordinateur chargé de contrôler, par exemple, le guidage d'un réseau ferroviaire peut se transformer en catastrophe ; comme un mauvais traitement de la comptabilité d'une entreprise peut exposer celle-ci à de très sérieuses difficultés.

Les fraudes représentent un danger tout aussi redoutable : on se souvient de cette escroquerie qui a coûté, en 6 ans, plus de 2 milliards de dollars à une compagnie d'assurance américaine. Des collaborateurs de l'entreprise avaient introduit dans l'ordinateur 60 000 clients fictifs... Mais la technique la plus employée reste celle du "salami", qui consiste à soustraire des sommes infinitésimales d'un maximum de comptes de clients.

Près d'un million de systèmes informatiques sont en place actuellement dans le monde, dont le quart en Europe de l'Ouest. Aussi, les assureurs ont-ils songé au problème technologique de l'informatique. Ils proposent aujourd'hui des contrats permettant, selon les cas, de protéger non seulement les machines elles-mêmes, mais aussi les conséquences d'un arrêt de l'ordinateur (pertes d'exploitation).

■ ■ **Du lait dans le savon.** Selon l'Office britannique de commercialisation du lait, la surproduction de lait en Europe pourrait trouver sa solution dans la production de... savon. Expériences et recherches sont en cours sur le "savon de lait" : on n'en est encore qu'aux premiers stades de développement, mais les résultats obtenus permettent déjà d'affirmer que le nouveau produit est supérieur à bien des égards aux savons de suif ordinaires.

## Kipmarine contre Swatch



■ Au moment où la montre suisse Swatch commence à apparaître en France, prête à envahir notre marché (400 000 exemplaires de prévision de ventes cette année), comme elle l'a déjà fait en Suisse et dans différents pays étrangers (voir notre dernier numéro), un Français, la firme Kiplé, qui tient environ 10 % du marché, ose relever le défi en lançant la Kipmarine.

La Kipmarine est une montre analogique (à aiguilles) à quartz (variation inférieure à 1 minute par an), étanche (25 à 50 m selon son verre, hésalite ou minéral), antichoc, passe-partout, conçue « pour plaire aussi bien au laveur de voitures qu'au cadre supérieur », unisexe, solide et résistante pour le sport, élégante pour la ville, présentée en 110 versions (ronde, carrée ou rectangulaire, boîtier chromé, plaqué ou émaillé, de toutes les couleurs, avec ou sans dateur et aiguille des secondes), bon marché (de 210 à 440 F).

Montre 100 % française (« un produit technique qui est à la fois de pointe et français », souligne son fabricant), la Kipmarine est commercialisée dans les grands magasins, hyper et supermarchés, magasins populaires, bureaux de tabacs, librairies et papeteries. Impossible de s'y tromper : partout elle est présentée immergée, dans un bocal ou dans un aquarium.

Elle a été testée par le Centre technique horloger de Besançon et bénéficie d'une garantie totale d'un an (pièces garanties 2 ans, à l'exclusion de l'habillage, seule la main d'œuvre restant à la charge de l'utilisateur ; puis garantie, les 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> années, pour une remise en état avec les pièces d'origine, au tarif de fabrication).

Car, c'est l'une de ses grandes différences avec la Swatch, la Kipmarine, qui se veut première et non seconde montre, est réparable.

Ce qui signifie que sa technique de fabrication maintient la tradition horlogère, à l'inverse de la technologie radicalement nouvelle mise en œuvre pour la Swatch. Les boîtiers sont en deux parties : d'une part un contenant en plastique dur armé de fibre de verre, dont la conception a été réalisée avec l'assistance d'un ordinateur (CAO) ; d'autre part, un habillage en métal injecté plaqué, chromé ou laqué au four dans les différents coloris. L'étanchéité est obtenue par un joint spécial en caoutchouc épousant la forme du verre.

Seconde différence et gros avantage par rapport à la Swatch, la Kipmarine est totalement silencieuse, son moteur ne ronfle pas, alors que la Swatch produit à chaque seconde un "tic" qui ne laisse jamais oublier l'écoulement du temps.

Kiplé compte sur ces deux particularités pour vendre 200 000 Kipmarine sur le marché français cette année. En attendant l'exportation.

■ ■ **Des éléments préfabriqués en béton cellulaire de 7,50 m** sont désormais commercialisés auprès des architectes et promoteurs qui devaient jusqu'à présent se contenter d'éléments (poutres, panneaux) dont la portée n'accédait pas 6 m. Avantages : économies dues à un montage plus rapide et plus souple et aussi à une mise en œuvre limitée de colonnes, de fondations et de poutres. (Sobatel, 23 avenue Marceau, 75116 Paris).



### L'effort se concentre sur les transports

■ En absorbant 36,5 millions de tonnes d'équivalent pétrole — constitués de pétrole à 96 % — le secteur des transports représente à lui seul 48 % de la consommation pétrolière de la France : presque la moitié, alors qu'il n'en représentait que le tiers il y a dix ans.

La moitié de cette moitié (48 %) est consommée par les automobiles, 30 % par les utilitaires, les cars et les autobus, 6 % par la SNCF et la RATP, 17 % par les transports aériens, maritimes et fluviaux.

Les seuls déplacements urbains absorbent 8 millions de tep avec une écrasante domination des voitures particulières (7,2 millions de tep) face aux transports collectifs (0,64 million de tep) et aux 2 roues (0,16 million de tep).

Cette situation est coûteuse pour deux raisons : les transports, et l'automobile en particulier, ne se prêtent pas dans un futur immédiat à l'utilisation d'énergies de substitution ; par ailleurs, ils font appel à des produits légers (essence, gazole, carburateurs) modifiant les équilibres traditionnels du raffinage.

Or, l'automobiliste français n'est pas enclin aux économies : un sondage effectué pour le compte de l'Agence française pour la maîtrise de l'énergie (AFME) montre que l'effort se porte en priorité sur le logement (chauffage, isolation, éclairage, appareils ménagers), tandis que 67 % des personnes interrogées estiment leurs dépenses pour l'automobile normales, compte tenu des services rendus par cette dernière. En choisissant mieux son mode de transport en fonction de ses besoins, en adoptant une conduite plus adaptée, en étant davantage attentif à l'entretien de sa voiture, l'automobiliste pourrait épargner 10 % du pétrole qu'il consomme chaque année. Cet effort collectif aboutirait à une économie de 2,2 milliards de litres d'essence et de 4,3 milliards de francs.

L'AFME va entreprendre une vaste campagne d'incitation en ce sens, mettant notamment en place avec les garagistes une procédure de contrôle et de réglage des moteurs (carburateur et allumage) ; inaugurant un centre mobile visitant 23 villes jusqu'à fin mars 85 ; prodiguant conseils et contrôle technique gratuits ; réalisant la promotion d'appareils économiseurs. Car il serait dommage que les efforts effectués par les constructeurs (consommation moyenne diminuée de 18 % en dix ans, engagement sur une

réduction supplémentaire de 12 % d'ici à 1988, objectif 3 l/100 km pour les voitures de bas de gamme) ne soient pas prolongés par une meilleure conscience des usagers.

Le programme d'économie d'énergie dans le secteur des transports pour le 9<sup>e</sup> plan s'est fixé un objectif de réduction de 1 million de tep par an : 500 000 tep par des actions sur les véhicules (recherche amont, production de véhicules neufs plus performants, diffusion de matériels et d'équipements permettant une réduction des consumma-

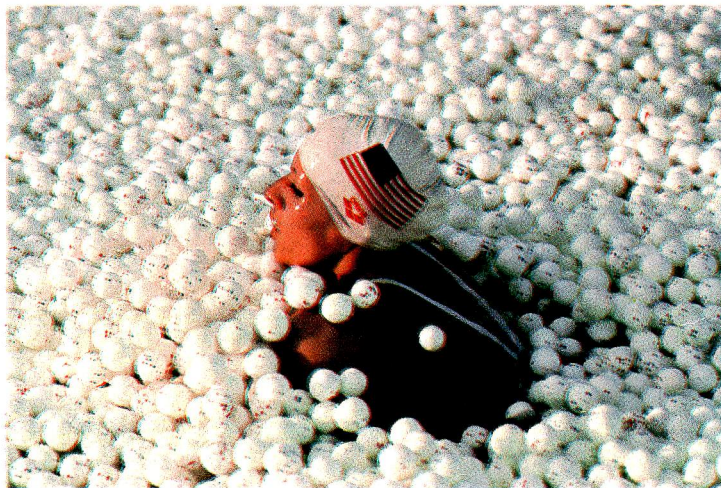
tions) ; 250 000 tep par des actions sur les comportements (conduite, entretien, gestion des carburants, utilisation optimisée des flottes) ; 250 000 tep par des actions sur l'organisation générale des transports (parkings de dissuasion, développement du transport de fret mixte (rail-route etc...)).

Programme ambitieux mais réaliste : si 2 % seulement du trafic automobile urbain se portaient vers les transports collectifs, les deux roues, ou la marche à pieds, 150 000 tep seraient économisées chaque année !

En 1984, 250 millions de francs, le quart du budget de l'AFME, seront consacrés à ce programme.

## ÉNERGIE

### Des milliers de boules de polystyrène qui conservent les calories



■ Spectacle peu usuel que ce bassin de piscine rempli de boules de polystyrène dans lequel plongent et évoluent les nageurs. La piscine est celle d'Antibes et toutes ces boules ont une utilité, puisqu'elles servent à économiser de l'énergie. La déperdition de chaleur d'une piscine se fait en effet aux 2/3 par la surface, ce qui représente une perte de chaleur de 5 à 6° par période de 12 heures.

Avec ses 2 000 m<sup>3</sup> d'eau, la piscine d'Antibes perdait ainsi quelque 10 millions de calories par 24 heures. Pour pallier ce gaspillage, au moment où l'on tente d'économiser l'énergie, la société française Cotech (52 rue La Bruyère, 75009 Paris) a mis au point pendant plusieurs années un procédé qui atteint aujourd'hui sa maturité avec l'installation du stade Dugommier à Antibes.

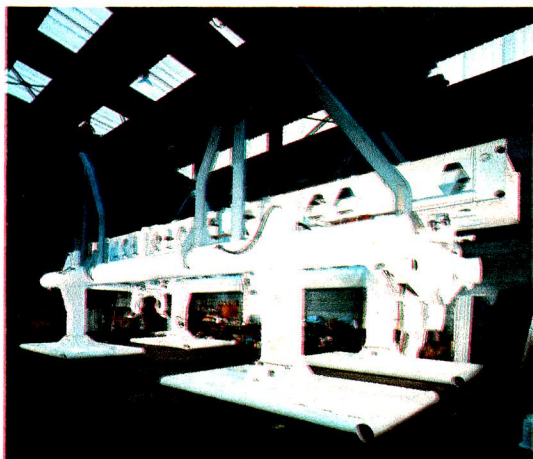
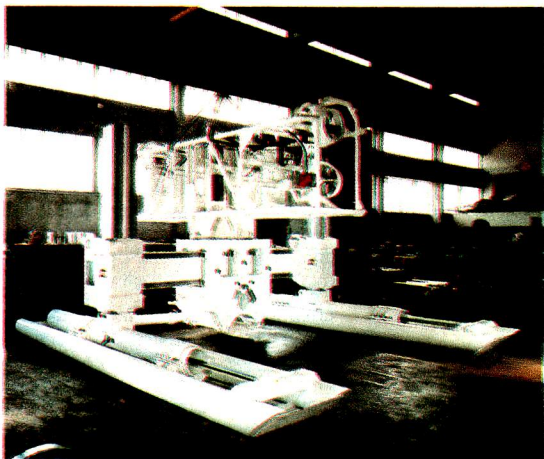
Dans une cuve attenante au bassin, sont déversées 1 million de boules de polystyrène expansé. Pour les faire passer dans le bassin, il suffit d'utiliser un système d'écluse : un jeu de vannes automatisé augmentant le niveau d'eau de la cuve, les boules se trouvent soulevées et franchissent des clapets hydrauliques qui relient la cuve au bassin. Elles se répandent alors uniformément sur le plan d'eau, pour former un véritable bouclier thermique. L'opération dure 20 minutes.

Pour libérer le bassin, on vide l'eau de la cuve, que les boules réintègrent immédiatement.

Autre avantage de ce bouclier, il protège l'eau de la pollution : les produits oxydants d'entretien peuvent être utilisés à faible dose. Dernière précision, dans ce milieu aquatique plus pur, les champions augmenteraient leurs performances...



## Un robot français pour la réparation des canalisations en mer profonde



■ Le transport des produits pétroliers par canalisations sous-marines en grande profondeur suppose une maîtrise parfaite non seulement de la pose des canalisations, mais aussi des techniques de réparation.

Des canalisations posées en grande profondeur existent déjà dans plusieurs parties du globe, notamment le gazoduc Algérie-Italie, à 600 m de profondeur dans le détroit de Sicile. En mer du Nord, au large de la Norvège, une canalisation atteint une profondeur de 300 m.

Les techniques actuelles de réparation se limitent aux profondeurs accessibles par l'homme. Il est certes possible d'employer ces techniques plus profond, toutefois, elles deviennent alors très onéreuses, du fait principalement des outils hydrauliques, maniés par des plongeurs, pour la préparation des extrémités des canalisations, ainsi que des

soudures hyperbares ou des connecteurs mécaniques. D'où l'intérêt du projet "RMP" (réparation des canalisations en mer profonde), développé par l'association ACB, COMEX, ELF et TOTAL, dont les équipements font actuellement l'objet de tests.

"RMP" est un système modulaire de réparation de canalisations sous-marines entièrement télécommandé de la surface et conçu pour des profondeurs pouvant atteindre 1 000 mètres.

Le robot prototype actuellement testé a été construit pour une profondeur d'eau de 300 mètres et pour être utilisé sur un pipeline d'un diamètre de 24 pouces. Il se compose d'un ensemble d'intervention principal (table de travail et sous-ensemble palonnier, poutre, modules d'usinage), ainsi que d'un souleveur destiné à maintenir en

hauteur la canalisation ainsi dégagée au fond de la mer. Les essais à terre qui préfigurent des essais en mer consistent notamment en diverses opérations de préparation indispensables, préalables à la connexion : brossage extérieur de la canalisation, coupe, puis brossage intérieur des extrémités. L'ensemble de ces opérations est piloté, tout comme le seront les essais en mer, à partir de la cabine de contrôle en surface.

Les tests et essais sont actuellement menés à terre et à faible profondeur depuis le quai d'un port.

Tout l'équipement et les procédures opérationnelles feront ultérieurement l'objet d'essais à une profondeur de 300 m, qui correspond non pas à une opération complète de réparation de pipelines, mais seulement à la préparation des extrémités de conduite.

## INFORMATIQUE

### Une imprimante qui est aussi un poste d'impression

■ Cette nouvelle imprimante thermique, la "8 625", présentée par la société Intermec (64-66 Bd de Stalingrad, 94400 Vitry-sur-Seine) est dotée de formats d'impression programmables par l'utilisateur. Ces formats d'impression peuvent être conservés en permanence dans la mémoire de l'imprimante et appelés à la demande par l'utilisateur.

L'imprimante 8 625 imprime des codes à barres (tous les codes à barres peuvent être générés automatiquement), des caractères alphanumériques de toutes tailles,

des lignes continues, des logos sur des étiquettes de dimensions atteignant 8 x 25 cm. Les étiquettes peuvent être automatiquement réenroulées ou décollées du support silicone.

L'Intermec 8 625 peut être utilisée soit en ligne sur un ordinateur, soit en poste autonome d'impression. Dans ce dernier mode, l'opérateur peut définir et stocker 7 formats en mode conversationnel, puis les appeler pour les exploiter en ne rentrant alors que les données variables.

L'opérateur est guidé, aussi bien pour la programmation des formats que pour l'entrée des données d'exploitation, par des messages apparaissant sur l'écran de manière claire.

La 8 625 est fiable en raison du faible nombre de pièces en mouvement et de la technologie utilisée, et elle est silencieuse. La suppression de tous rubans encres permet un fonctionnement propre et élimine radicalement la variation de contraste due à l'usure du ruban. Prix : de 34 700 F à 38 200 F.



## DES MARCHÉS À SAISIR

Les innovations et les techniques et procédés nouveaux présentés dans cette rubrique ne sont pas encore exploités sur le marché français. Il s'agit d'opportunités d'affaires, qui semblent "bonnes à saisir" pour les entreprises industrielles et commerciales françaises. Comme l'ensemble des articles de Science & Vie, les informations que nous sélectionnons ici sont évidemment libres de toute publicité. Les sociétés intéressées sont priées d'écrire à "Des marchés à saisir" c/o Science & Vie, 5 rue de la Baume, 75008 Paris, qui transmettra aux firmes, organismes ou inventeurs concernés. Aucun appel téléphonique ne pourra être pris en considération.

### BORNE ACTIVE DÉTECTRICE DE MAUVAIS CONTACTS

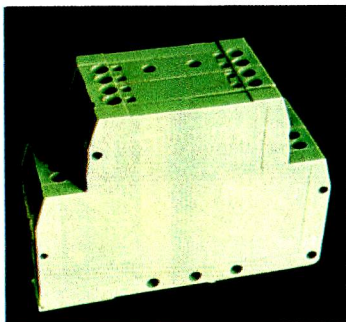
#### Quoi

Un dispositif à caractère préventif qui permet la détection dès le début de l'évolution vers un mauvais contact, bien avant tout échauffement dangereux, susceptible de déclencher un incendie.

#### Comment

Les techniques actuelles permettent d'assurer la protection des circuits électriques contre les risques divers résultant de conditions de fonctionnement anormales : échauffement dû aux surcharges et aux courts-circuits ; manque de tension ; surtensions ; défauts d'isolement ; contacts indirects, etc.

Néanmoins, un risque important demeure et ne peut faire l'objet d'aucune mesure de protection, à savoir le risque d'échauffement dû



aux mauvais contacts dans les canalisations ou dans l'appareillage et plus particulièrement les mauvais serrages aux bornes des appareils électriques.

L'appareil proposé a pour but de surveiller ces mauvais contacts, soit dans les bornes de connexion, soit à

l'intérieur même des appareillages (exemple : pôles d'un disjoncteur endommagés par un court-circuit) et de déclencher une alarme (1<sup>er</sup> seuil) ou de couper le circuit (2<sup>e</sup> seuil).

Le principe de fonctionnement est fondé sur la mesure de l'évolution de la chute de tension en millivolts due aux résistances de contact, au moyen d'un détecteur à fenêtre multiplexé surveillant la continuité de plusieurs dizaines de départs dans les armoires de distribution de puissance.

Les seuils d'alarme et de déclenchement sont taxés en pourcentage de la tension nominale d'alimentation (exemple : 1/1 000<sup>e</sup> pour le 2<sup>e</sup> seuil), ce qui conduit à l'utilisation d'une électronique commune pour tous les départs quel que soit leur calibre nominal.

### SERRURE ÉLECTRONIQUE

#### Quoi

Cette serrure électronique se substitue simplement à une serrure ordinaire : inviolable, elle ne peut être forcée que par des moyens brutaux. Elle permet d'envisager la suppression du trousseau de clefs : la même clef peut être reconnue par les serrures électroniques qui savent apprendre, et ouvrir ainsi l'appartement, la maison de campagne, l'automobile, le coffre-fort ou la maison du voisin, pour la surveiller pendant ses vacances.

#### Comment

Il n'y a ni contact électrique, ni pile, ni batterie, ni secteur à brancher. Dans la serrure électronique, la serrure elle-même et la clef ont l'une et l'autre un organe de calcul et une mémoire de stockage d'informations permanentes. La serrure comporte un circuit actif

qui est couplé par induction à un circuit passif porté par la clef lorsque celle-ci est introduite dans la serrure. Le circuit passif de la clef est associé au circuit actif par transmission inductive : il reçoit ainsi l'énergie nécessaire au fonctionnement de son organe de calcul ainsi que les données d'entrée en provenance de l'organe de calcul de la serrure et transmet en retour les propres informations de la clé vers la serrure.

La mémoire de stockage de la serrure comporte un catalogue d'interrogations et des moyens permettant de sélectionner de façon aléatoire une des interrogations en réponse à l'insertion de la clé dans la serrure, la mémoire de la clef comportant de son côté des moyens de reconnaissance de chaque interrogation et d'envoi en retour d'une réponse de validation.

Tous les contacts en série dans chacun des conducteurs de chaque départ, font l'objet d'une surveillance globale et d'un seuil unique d'alarme plus un seuil de déclenchement.

Après alarme, la recherche du contact en défaut dans le conducteur incriminé doit faire l'objet d'une recherche manuelle.

### BEURRIER ANTIDÉRAPANT

Si "la confiture ça dégouline", le beurre, souvent, ça glisse. Ce beurrier nouveau genre permet de racler le beurre même froid sans que ce dernier glisse de son support. Sa base est en effet constituée d'une plaque munie de petites pointes sans têtes, soudées verticalement suivant un quadrillage régulier et dépassant légèrement d'une autre plaque percée de trous, dans lesquels s'emboîtent les pointes de la plaque de base. La faible hauteur des pointes permet de racler ou de couper le beurre aussi facilement que sur tout beurrier classique. Pour récupérer le beurre restant, il suffit de soulever la partie intermédiaire, celle à travers laquelle passent les pointes, et de retirer la plaque portant ces dernières.

**Comment passer dans cette rubrique.** Si vous avez conçu une innovation ou un produit nouveau, adressez à « Des marchés à saisir » un descriptif de votre invention le plus clair possible, en vous inspirant de la présentation que nous avons adoptée pour cette rubrique. Joignez-y une copie de votre brevet et une photo ou un schéma de votre prototype. Enfin faites preuve de patience et de tolérance : nous ne pouvons présenter toutes les inventions, et celles que nous publions doivent être d'abord étudiées par notre service technique.



## Hauts de Seine : lancement de l'année de l'exportation

■ Rassembler les exportateurs afin d'aborder en commun leurs problèmes par échanges d'informations, d'expériences et dialogue avec les services du commerce extérieur publics ou privés ; leur assurer ainsi des contacts privilégiés pour la conquête des marchés étrangers ; organiser tables rondes, conférences, voyages d'études et prospection ; participer à des foires et expositions : telle est la vocation du Club des exportateurs, animé par 1 500 décideurs, répartis en 35 sections dans toute la France.

Aujourd'hui, ce Club lance, sur l'initiative de sa section des Hauts-de-Seine, en collaboration avec l'Union patronale locale, la délégation de la Chambre de commerce et d'industrie de Paris et sous le patronage du Conseil général, "l'Année de l'exportation Hauts-de-Seine".

Pendant un an, tout un département va se mobiliser pour soutenir les entreprises exportatrices et aider celles qui souhaitent le devenir.

Deux bonnes raisons, au moins, de mentionner cette opération : d'une part, le département des Hauts-de-Seine occupe une position privilégiée dans l'économie nationale et joue un rôle de leader dans le commerce extérieur de la France ; d'autre part, il s'agit d'un programme concret et ambitieux, à l'attention de toutes les entreprises, quelles que soient leur taille et leur activité. Le plus petit département français (après Paris) accumule en effet les performances :

- 6,5 % de l'économie nationale, soit la moitié du produit national brut de l'Autriche, l'équivalent de celui de la Grèce, deux fois celui du Maroc.

- Une main d'œuvre qualifiée avec un pourcentage de cadres supérieur à la moyenne nationale (6 fois plus d'ingénieurs).

- Les salaires moyens les plus élevés.

- 27 500 entreprises (industrielles, commerciales et de services) dont 2 500 qui exportent régulièrement.

- Le premier département exportateur français avec la plus forte valeur ajoutée à l'exportation et de très nombreux Oscars à l'exportation ; parmi les 50 premières entreprises exportatrices françaises, 46 % se trouvent dans le département.

Lancée fin mai, l'année de l'Exportation Hauts-de-Seine se poursuivra en juin par une journée Banques et assurance à l'exportation, en octobre par le lancement du *Livre blanc de l'exportation*, un ouvrage de référence réalisé à partir d'un sondage auprès de 1 500 entre-

prises exportatrices et par une rencontre avec des conseillers commerciaux en poste à l'étranger ; en novembre par une mission professionnelle aux Etats-Unis ; en janvier 85 par des journées Banques de données à l'exportation ; en février par une mission professionnelle dans le Sud-Est asiatique ; en avril, enfin, se tiendra la journée de clôture avec remise de prix aux entreprises ayant réalisé les performances les plus intéressantes à l'exportation.

La journée de lancement de cette "Année de l'exportation Hauts-de-Seine" a permis aux chefs d'entreprises de mettre en évidence les principaux facteurs de succès comme d'échec des entreprises françaises à l'exportation :

Réussir à l'étranger exige :

- Une capacité de recherche-développement et d'innovation.

- La mise au point de produits de qualité, à des prix compétitifs assortis d'un service après-vente, trop souvent négligé par les entreprises françaises.

- Une bonne connaissance du terrain (autre lacune chez les industriels français) afin de se familiariser avec l'administration étrangère et de bien comprendre la mentalité du pays et ses besoins.

Pour ne citer qu'un exemple : une entreprise de 25 salariés seulement a réussi à conquérir le marché américain en vendant des coupe-frites,

un produit répondant certes à une demande mais surtout conçu en fonction de la taille des pommes de terre américaines.

- La prospection par des actions spécialisées (salons, publicité).

- Une bonne connaissance de l'anglais (technique et commercial) ou mieux de la langue du pays : le dialogue, les rapports humains prennent dans la conclusion des contrats.

- Des délais de réponses rapides aux offres étrangères (1 à 2 mois maximum).

- A partir d'un certain développement, la mise en place de filiales à l'étranger, petites unités plus souples.

Cependant, la conquête des marchés étrangers est un parcours semé d'obstacles. Les industriels mettent surtout en cause les administrations françaises : mauvais fonctionnement des postes, du téléphone, du télex, difficultés avec les douanes, etc.

Des griefs partagés par tant de participants que "Les problèmes des relations entre l'administration et ses administrés" feront l'objet d'une rencontre supplémentaire. Un effort certain pour faire déboucher une réflexion commune sur des actions concrètes.

Pour tout renseignement : Club des exportateurs des Hauts-de-Seine, 3 avenue de Verdun, 92250, Garenne, Tél. 782 48 40.

### EXPORTATION

## Les atouts de "Science & Vie" dans votre jeu

■ Quelle que soit la taille de votre entreprise, les "Exportunités", conçues par l'équipe de *Science & Vie* vous offrent l'opportunité d'exporter simplement, sans intermédiaire, à faible coût et à moindre risque.

Les Exportunités sont des fiches complètes, directement utilisables par les importateurs étrangers, présentant vos produits, leurs avantages techniques et commerciaux, leurs marchés, etc. Imprimées sur du papier spécial et illustrées de photos couleurs, encartées exclusivement dans les 85 000 exemplaires de *Science & Vie* qui chaque mois sont vendus à l'étranger (soit plus de 800 000 lecteurs dans le monde entier), elles sont placées immédiatement en tête de la revue : impossible de ne pas

les voir.

Touchant prescripteurs et décideurs, les Exportunités rendent service non seulement à l'exportateur français, mais aussi à l'importateur étranger demandeur de technologies. Elles bénéficient de l'impact, du crédit et du capital confiance accordés à *Science & Vie* par ses lecteurs, qui constituent votre meilleur passeport pour le monde entier. Le coût des Exportunités est modéré (8 500 F HT) et elles évitent toute démarche fastidieuse. Plus de frais de clichés ni de composition : ce travail technique est effectué par l'équipe de *Science & Vie* qui connaît parfaitement ses lecteurs. Pour tous renseignements : *Science & Vie* - Exportunités, 5 rue de la Baume, 75008 Paris. Tél. (1) 563-01-02, Poste 290. ■





# LA VOITURE ÉLECTRIQUE EST PRÊTE

*Il ne s'agit plus d'un "utilitaire" avec un poids prohibitif de batteries ni d'une voiturette à l'habitabilité limitée mais d'une "vraie" Peugeot 205 ne se distinguant des autres que par l'absence de bouchon de réservoir, de tuyau d'échappement, de levier de changement de vitesses et de pédale d'embrayage.*

► Le volume de l'habitacle et du coffre sont intégralement préservés. Poids : 850 kg ; vitesse maximale : 100 km/h ; rayon d'action : 140 km. Deux chiffres de nature à tempérer l'enthousiasme mais marquant un progrès spectaculaire par rapport aux réalisations précédentes, qui ne revendiquaient qu'une vitesse maximale de 80 km/h pour une autonomie de 80 km. Et un bilan énergétique méritant réflexion : 7 F (TTC) aux 100 km contre 35 F pour le modèle animé d'un moteur thermique utilisé dans les mêmes conditions.

Cette réalisation est l'aboutissement de 16 ans de travaux sur la propulsion électrique, dont l'actif Peugeot a été mis à disposition du groupe PSA tout entier à partir de 1981, sous la responsabilité de la Direction des recherches et affaires scientifiques, dont le département "électrique" figure parmi sept autres.

L'évocation de ce cadre est explicite : il s'agit d'un prototype de recherche, réaliste, certes, mais relevant pour l'heure du laboratoire. Le cofinancement a été assuré par l'Agence française pour la maîtrise de l'énergie, l'orientation a été définie par un conseil interministériel en 1982, confiant à PSA l'étude des petits véhicules et à Renault celle des utilitaires de plus fort tonnage.

Vu les incertitudes du marché, faute de débouchés garantis, il importait de limiter les investissements et de séparer les paramètres. C'est pourquoi PSA s'est attaché à la reconversion d'une 205,

produit phare de sa gamme et correspondant à sa vocation de constructeur de grande série. De plus, la 205 imposait un challenge technique : la propulsion électrique engendrant inéluctablement un surcroît de poids et de volume pour intégrer la source énergétique, il était plus élégant de la mener à bien sur une petite voiture.

Or, il se trouve que la 205 a été conçue pour recevoir une gamme étendue de propulseurs thermiques : celui qu'elle a hérité de la 104 mais aussi celui qui anime la 305. En conséquence, elle offre un volume sous capot relativement important pour son gabarit. Prélevée sur chaîne, la structure n'est pas modifiée. Le "bloc avant" est seulement doté de quatre traverses en tôle soudée et pliée destinées à servir de nacelle pour les batteries et d'armature d'accrochage pour le propulseur. Le jeu d'accumulateurs est le résultat d'études menées conjointement avec SAFT (Société d'accumulateurs fixes de traction), filiale de la CGE, depuis 1978. Il s'agit de 12 monoblocs nickel-fer de 6 volts chacun montés en série, de 230 ampères heures de capacité nominale, pesant au total 300 kg. Chaque monobloc se compose de 5 éléments de 1,2 volt. L'énergie est donc délivrée sous une tension de 72 volts. La remise à niveau de l'électrolyte est automatique.

L'énergie massique atteint 60 Wh par kg ; compte tenu des pertes, on peut compter sur 54 Wh/kg utiles sur le véhicule : le double de celle des batteries au plomb sous

un volume et une masse identiques.

Le moteur Leroy Sommer à courant continu et excitation indépendante, accouplé à un réducteur simple qui confère une démultiplication de transmission de 18,29 km/h pour 1 000 t/mn moteur, développe une puissance moyenne de 8 kW avec des crêtes de 17,5 kW et délivre son couple maximal de 11,5 mkg au démarrage. L'ensemble moteur-réducteur pèse 50 kg.

L'organe de commande, qui exprime le besoin de puissance, n'est pas un rhéostat gaspilleur d'énergie par échauffement, comme dans les montages conventionnels, mais un hacheur de courant par thyristors. Il revendique un excellent rendement avec un courant principal de 300 A pour un courant d'excitation de 10 A. Il pèse 11 kg auxquels il convient d'ajouter 3 kg pour un dispositif de refroidissement par liquide.

Ce même contrôle électronique du courant transforme le moteur en générateur lors des phases de frein moteur. 15 à 20 % de l'énergie sont ainsi récupérés lors d'un usage en configuration urbaine et c'est avec cet appoint que l'autonomie est portée à 140 km environ (110 km à 80 km/h de vitesse stabilisée, sans récupération). Avec une prise de courant normale de 16 A, la recharge complète dure 8 à 10 heures : l'usager aura dépensé 107 Wh par kilomètre mais les pertes lors de la recharge l'obligeront à "racheter" 200 Wh. L'ensemble d'accumulateurs nickel-fer est capable de supporter jusqu'à 1 800 cycles de charges et décharges, assurant donc un service de 200 000 kilomètres.

C'est à ce stade que peut intervenir le coût énergétique : le kilowatt/heure (et un kWh permet de parcourir 5 km) est vendu 0,65 F (TTC) par EDF de jour et 0,35 F la nuit. Pour les sociétés consommatrices de courant, il est vendu 0,102 F la nuit et 0,400 F le jour ; on arrive bien à un coût énergétique au kilomètre parcouru cinq fois moindre, si ce n'est davantage, que celui du moteur thermique, toutes choses égales par ailleurs (même cycle urbain et même état de charge, avec 150 kg de passagers et marchandises, soit la moitié de la charge utile).

Avec un silence de fonctionnement total, une pollution nulle,



des démarrages à froid sans difficulté, une conduite aisée (pas de changement de vitesses, deux pédales, un inverseur pour la marche arrière) et une bonne insérabilité dans le trafic : le couple maximal délivré au démarrage assure une bonne accélération jusqu'à 50 km/h (11,6 secondes) qui se dégrade toutefois au delà (27 secondes aux 400 mètres contre 21,7 pour l'homologue à essence) en raison de la vitesse de pointe modeste.

Les équipements (avertisseur, essuie-glaces, projecteurs etc...) puisent leur énergie dans une bat-

terrie auxiliaire de 12 V, rechargée non pas par un alternateur mais par un convertisseur à transistors de 400 W avec un rendement de 75 % à partir de l'accumulateur de propulsion de 72 V.

donc d'ores et déjà prématuré de se livrer à la moindre analyse sérieuse de coûts. Les batteries nickel-fer sont pour l'instant fabriquées en laboratoire chez SAFT ; le moteur Leroy Sommer n'est pas un moteur spécifiquement destiné à un usage automobile, il est simplement adapté ; le dispositif électronique de contrôle a été fabriqué pièce par pièce par PSA et l'ensemble prototype n'est qu'une synthèse approchée dont le mérite essentiel est de témoigner du possible. L'éventualité de l'industrialisation imposerait l'élabora-

ventions. EDF est intéressée et pourrait constituer un excellent promoteur. En Grande-Bretagne par exemple, l'Etat accorde une subvention de 4 000 livres par véhicule électrique vendu ; c'est ainsi que 140 exemplaires ont été mis en circulation en 1983. Après ce coup de pouce, les constructeurs pourraient espérer toucher la clientèle grand public dans le créneau de la "deuxième voiture" destinée à un usage spécifiquement urbain.

Après tout, les immeubles neufs offrent des emplacements de parkings qui pourraient être dotés de prises de courant pour la recharge nocturne et pourquoi ne pas imaginer des bornes d'alimentation pour un "goutte à goutte" plus fréquent au pied des parkings ou sur les aires de stationnement des entreprises, durant les heures ouvrables, avec des moyens de paiement codés ?

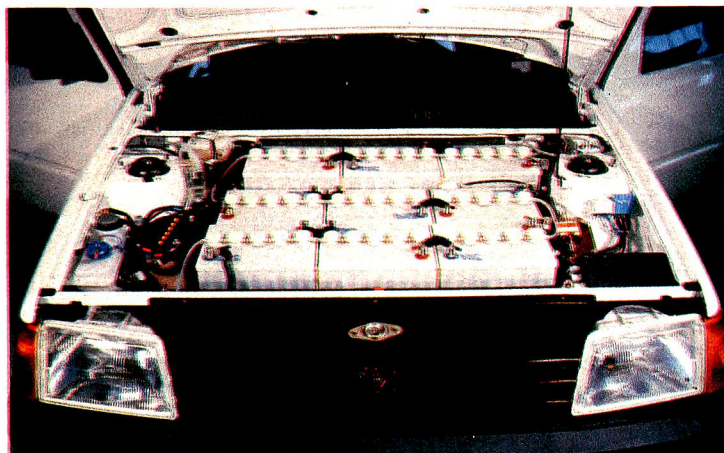
L'évolution technique ne risque-t-elle pas de précipiter l'obsolescence des premiers modèles, dans le domaine des accumulateurs notamment ?

Claude Peyrière, directeur de ce programme électrique, s'en défend : « Inutile de songer aux piles à combustibles ou accumulateurs à haute température pour l'automobile. Resterait en concurrence les batteries nickel-fer et nickel-zinc. Pour l'heure, les secondes souffrent d'une durée de vie insuffisante, ne supportant pas le même nombre de cycles charge-décharge que les premières, bien qu'elles soient susceptibles, à volume et poids égal, de ménager une autonomie supérieure. Même si leurs défauts étaient gommés, la conversion du nickel-fer au nickel-zinc serait facile, l'acquis serait conservé. »

M. Peyrière est tout aussi rassurant quant à la disponibilité d'énergie : « En admettant que 10 % du parc français, 2 millions de voitures, soient convertis à la traction électrique, ce qui serait énorme, la consommation d'électricité ne serait augmentée que de 2 % : une valeur qui inscrit la voiture électrique dans la simple épaisseur du trait des graphiques de livraison d'EDF ! »

Albert Grosseau, directeur de la recherche chez PSA, ne dissimule pas son impatience : « Il devient impératif que les pouvoirs publics se déterminent afin d'engager la suite du programme. »

**Luc AUGIER ■**



300 KG D'ACCUMULATEURS NICKEL-FER, 110 KM A 80 KM/H.

terrie auxiliaire de 12 V, rechargée non pas par un alternateur mais par un convertisseur à transistors de 400 W avec un rendement de 75 % à partir de l'accumulateur de propulsion de 72 V.

Le chauffage et le désembuage sont, au stade expérimental, alimentés par un brûleur de gas oil, solution peu élégante à laquelle devront être substitués de nouveaux procédés. Mais un prélèvement d'énergie électrique se ferait au détriment de l'autonomie et étant donné son excellent rendement, la chaîne de propulsion n'est pas une bonne pourvoyeuse de chaleur ! Toutefois, il est plus facile de soigner l'étanchéité d'un véhicule électrique que celle de son homologue animé d'un moteur thermique.

Un tel projet peut-il franchir le pas de l'industrialisation ? Chacun des partenaires — PSA, Leroy Sommer et SAFT — devrait alors se livrer à l'étude des moyens de production, quelle que soit la longueur des séries, quitte à modifier légèrement le produit pour assurer la faisabilité et la fiabilité. Il est

tion d'un cahier des charges par PSA à destination de ses fournisseurs qui, pour l'heure, ne "pensent" pas automobile.

Le produit lui-même serait alors plus spécifiquement adapté à la traction électrique : l'habitacle, très dépouillé dans la version prototype, devrait être regarni, les freins, très peu sollicités étant donné l'efficacité du frein moteur, pourraient être allégés, etc... Mais l'industrialisation ne pourrait naturellement démarrer qu'avec quelque garantie de marché. L'étude marketing avancée révèle quatre segments possibles : la clientèle des particuliers qui est la plus importante à terme, celle des artisans, des sociétés et des administrations.

Cette dernière est la plus attrayante dans une phase de démarrage, bien que ne représentant qu'un potentiel de quelques centaines de 26. de ce type par an, car elle est de nature à sensibiliser les pouvoirs publics.

Leur aide est indispensable pour alléger les coûts, sous forme d'abattements fiscaux ou de sub-



# LES HORMONES VÉGÉTALES ET LE SEXE DES ANGES

*La toute puissance des hormones végétales (naturelles ou de synthèse) ne cesse de se manifester : germination, naissance de racines, de feuilles, de fleurs ou de fruits, nanification ou croissance peuvent être obtenues aujourd'hui à volonté. Pourtant, alors que dans la pratique leurs vertus — ou leurs vices — ne sont plus à prouver, certains se demandent encore si, théoriquement, elles existent.*

► Plus d'un homme serait surpris si un individu affirmait que la Terre n'est pas la Terre, sous prétexte que ce terme désignait jadis une planète que l'on croyait plane, et qu'il qualifie aujourd'hui un monde que l'on sait sphérique. C'est pourtant ainsi que l'on pourrait résumer le débat lancé par notre confrère britannique *New Scientist*, rapportant les travaux de Tony Trewavas, botaniste de l'université d'Édimbourg. Un titre polémique ("Les plantes ont-elles réellement des hormones ?") et une couverture consacrée au sujet suffissent pour que le lecteur s'imagine que le problème est d'actualité. En fait, la discussion n'est pas nouvelle.

La thèse de Trewavas est la suivante. Le terme d'"hormone" a été utilisé pour la première fois au début du siècle par Starling et Bayliss pour désigner chez les animaux une substance organique, produite par un groupe de cellules ou un organe et exerçant une action spécifique sur un autre tissu cellulaire ou un autre organe. Le sang est bien entendu le "moyen de transport" de cette substance. Or, comme chacun sait, les végétaux ne fabriquent pas de sang : celui-ci est remplacé par la sève qui circule dans deux types de vaisseaux conducteurs, dénommés "xylème" ou "phloème". Et synthèse, transport et action des substances sont beaucoup plus difficiles à déceler que chez l'animal. Conclusion : rien ne nous autorise à parler d'"hormones" pour les plantes.

C'est pousser le bouchon un peu loin. Car, quel que soit le nom qu'on leur donne, il est aujourd'hui dé-

montré que ces substances, à faible concentration, agissent de manière spécifique sur le développement des végétaux : naissance ou croissance des racines, ramification, nanification des organes aériens, floraison, maturation des fruits, germination des graines, etc.

La question soulevée par Trewavas est donc plus un débat d'école qu'un obstacle que la science doit surmonter pour progresser. Les chercheurs ont d'ailleurs étudié depuis longtemps la difficulté — théorique, répétons-le — en préférant à "hormones" l'appellation de "substances de croissance" ou, mieux, de "régulateurs de croissance". Mais là encore notre botaniste pourrait objecter, à juste titre d'ailleurs, que le mot "croissance" n'est pas approprié non plus, puisqu'il s'agit autant de développement, c'est-à-dire de la genèse de nouveaux organes dans la plante (racines, fleurs, fruits). On n'en sort pas. Mais est-ce vraiment le problème ?

Des dizaines de molécules, naturelles ou synthétiques, agissant comme des substances de croissance sont aujourd'hui expérimentées et utilisées en agriculture et en horticulture. La plupart d'entre elles, répertoriées sous la mention "herbicide" ou "substance de croissance" dans l'*Index phytosanitaire*, peuvent être classées en quatre grands groupes :

- Les auxines, apparentées chimiquement à l'acide 3-indole-acétique (AIA), principale hormone végétale naturelle, couramment appelée "auxine". Elles favorisent le grossissement et la multiplication des cel-

lules. Elles sont aussi employées sur des boutures ou dans des cultures de tissus in vitro pour leur aptitude à stimuler l'apparition de racines. Mais elles sont parfois détournées de leur fonction première, tuant la plante sur laquelle elles agissent ; ainsi certaines auxines de synthèse servent au desherbage chimique (défoliants à base de 2-4-D et 2-4-5-T).

- Les cytokinines, substances naturelles ou de synthèse chimiquement proches de l'adénine. Elles permettent la division cellulaire et favorisent la ramification des pousses, la néoformation de bourgeons, la cicatrization de blessures et le développement des fruits et tubercules. (Elles ralentiraient aussi le vieillissement des organes).

- Les gibérellines, diterpénoïdes qui ont pour principaux effets d'accroître la taille des plantes, de lever la dormance des graines ou des bourgeons et de provoquer la floraison chez certaines plantes.

- Les inhibiteurs de croissance, substances très diverses qui ont une action opposée à celle des précédents régulateurs. En effet, ils sont souvent associés à la sénescence, la maturation et la chute des organes. Les plus connus sont l'acide abscissique, l'éthylène et les anti-auxines (anti-cytokinines et anti-gibérellines).

Dans un premier temps, les substances de croissance de synthèse étaient employées afin de protéger les végétaux (desherbage, anti-verme). Actuellement, elles sont utilisées pour améliorer la production. Ainsi, après avoir tué les mauvaises herbes et raccourci les céréales avec les phytohormones (à savoir nos "hormones végétales"), l'apprenti sorcier qu'est devenu l'homme du XX<sup>e</sup> siècle compose maintenant des chrysanthèmes nains, crée un rosier à partir de quelques cellules, empêche les graines ou les pommes de terre de germer, retarde le flétrissement des fleurs, fait fleurir les ananas à volonté, fait naître les bananes sans fécondation et les fait mûrir au moment voulu, éclaircit les arbres fruitiers ou au contraire lutte contre la chute précoce de leurs fruits, etc. Bref, pratiquement, on ne peut nier l'existence chez les végétaux de substances spécifiques qui ont des effets "comparables" à ceux des hormones chez les animaux.

Alors, pourquoi s'interdire de parler d'"hormones végétales" ? Certes d'un point de vue théorique, personne n'a jamais prétendu connaître le mécanisme d'action des "hormones végétales". Expliquer la complexité du phénomène reviendrait d'ailleurs à éclaircir le mystère



de la création. Un mystère bien épais encore... qui nous vaut de la part de Trewavas un développement très intéressant sur les moyens fondamentalement différents qu'ont l'animal — individu mobile — et la plante — individu rive à sa place — pour s'adapter aux variations de leur environnement (<sup>1</sup>). Le chercheur explique notamment comment la plante peut parer aux aléas du milieu en régénérant une partie d'elle-même grâce à ses nombreux méristèmes (tissus embryonnaires qui, tels des volcans éteints, sont prêts à se réveiller dès qu'il le faut).



**Si l'hormone végétale n'existait pas, ne faudrait-il pas l'inventer ? Notamment pour désigner ces substances magiques, en l'occurrence une auxine et une cytokinine, qui ont aidé la naissance de cette fleur de tabac à partir d'un minuscule fragment de rameau floral (quelques dizaines de cellules).**

Trewavas en déduit donc que les plantes n'ont pas "besoin" d'hormones et que leur développement vers telle ou telle silhouette n'est que la résultante de l'activité de ses méristèmes, en compétition pour les ressources (lumière, eau, chaleur, nutriments). En bref, il est

contre cette "philosophie" qui veut que les phytohormones portent un message, délivré par un changement de leur concentration au site d'action. Selon lui, les hormones ne seraient que des catalyseurs permettant d'expliciter la réponse de la plante aux facteurs externes. Mais c'est chasser une théorie pour une autre, qui n'explique pas mieux pourquoi les hormones se montrent si efficaces dans la pratique. Et c'est oublier qu'une hormone peut remplacer un facteur externe : un bourgeon dormant d'un rameau de vigne va éclore s'il est soumis au froid (facteur externe) ou à l'acide gibérelle (hormone).

Cela n'empêche pas Trewavas de pousser encore plus loin son raisonnement et de vouloir signer la fin d'un dogme en mettant en doute le phénomène de phototropisme, qui est à la base de la découverte de l'AIA (auxine) par F.W. Went en 1928 : lorsque la lumière frappe le sommet du coléoptile (gaine protectrice qui coiffe la tige de la plantule des graminées au moment de la germination), la tige pousse en direction de la source lumineuse. Cette réaction du coléoptile est attribuée à une substance diffusible partant du sommet de la plante (l'apex) et allant se concentrer dans la partie non éclairée, provoquant ainsi son élongation, donc la courbure vers la lumière. Cette substance n'est autre que l'AIA synthétisée dans les jeunes feuilles et les méristèmes apicaux des tiges. L'AIA descend donc dans la tige et diffuse vers les sites où elle exerce son action : élongation, prolifération ou différenciation cellulaire selon sa concentration et le caractère des cellules réceptrices. Le véritable mécanisme est plus complexe et bien loin d'avoir été élucidé. Mais ce n'est pas là une raison suffisante pour remettre en question l'ensemble de la théorie. D'autant que deux découvertes très récentes, dont l'article du *New Scientist* ne fait pas état, semblent plutôt aller dans le sens des conclusions anciennes de Went.

La première, rapportée par l'*European Journal of Biochemistry* (janvier 84), confirme l'action de l'AIA. Et ce en étudiant les plasmides de la bactérie *Agrobacterium tumefaciens* dont une partie (la région T) est transférée aux cellules de la plante parasitée et y fait naître une tumeur (voir *Science & Vie* N° 784, janvier 83, p. 38). L'équipe allemande de Gudrun Schöder vient en effet de montrer que la protéine codée par l'un des gènes de la région T est l'enzyme amidohydrolase. Or

celle-ci produit de l'auxine (AIA) à partir d'indole-3-acétamide. Elle fonctionne dans les bactéries et dans les cellules de la tumeur, ce qui explique que les cellules cancéreuses peuvent se diviser sans apport extérieur d'auxine.

La seconde, moins récente, a été publiée dans la revue *What's New in Plant Physiology* (mai 83). On peut y lire, n'en déplaise à Trewavas qui se montre sceptique sur l'existence du transport des phytohormones, comment les transporteurs d'auxine ont pu être habilement localisés par fluorescence, grâce à la technique des anticorps monoclonaux, méthode particulièrement efficace pour caractériser une protéine. Ainsi Mark Jacobs et son équipe de Swarthmore (États-Unis) vérifiaient l'hypothèse de Went selon laquelle l'auxine se diffuse du haut vers le bas dans le coléoptile et certaines cellules de la tige.

Ces résultats ouvrent donc une nouvelle voie, plutôt favorable aux hormones. Or, l'article du *New Scientist*, non seulement ignore ces expériences, mais encore souligne la difficulté d'identifier les hormones végétales et se contente de citer quelques méthodes pour cette délicate entreprise. L'une d'entre elles, la chromatographie à haute performance en phase (HPLC) y est particulièrement à l'honneur, ainsi que deux chercheurs, Alan Crozier et David Reeve qui s'en font les ardents promoteurs. Cette technique moderne permet en un temps très court, l'extraction et la purification d'un grand nombre de molécules contenues dans l'échantillon à analyser. Utilisée depuis vingt ans par les chimistes, elle est aujourd'hui accaparée par les biotechnologistes. Que ceux-ci prétendent que les autres analystes n'ont décelé que des artéfacts et ont induit les physiologistes des plantes en erreur, c'est faire preuve d'un pessimisme exagéré.

Apparemment les hormones végétales ont encore de belles années à vivre avant d'être clouées au pilori. D'ailleurs, paradoxalement, l'article du *New Scientist* en est la meilleure preuve. Car, en essayant — en vain — de dénoncer l'usurpation d'un terme réservé au règne animal qui aurait, selon l'auteur, conduit la physiologie végétale dans une impasse, on ne cesse de nous faire valoir tous les services qu'ont déjà rendus les hormones végétales dans de multiples domaines, du desherbage à la gestion des récoltes, en passant par la création de nouvelles plantes.

**Marie-Laure MOINET ■**

(<sup>1</sup>) le Pr Y. Demarly signale à ce propos une donnée très intéressante : 80 % des gènes sont sous forme répétée dans l'ADN végétal, contre 40 % dans l'ADN animal. Ainsi, par sa construction génétique même, plus souple et plus adaptative, la plante fait face à son environnement.



# ROBOTS D'ARROSAGE POUR JARDINIERS EN VACANCES

*Pour votre jardin, il importe peu aujourd'hui que vous partiez en vacances durant plus d'un mois ou n'alliez dans votre maison de campagne que toutes les deux ou trois semaines : l'arrosage automatique est une technique maintenant fiable. Elle peut être adaptée au jardin familial à un coût modéré.*

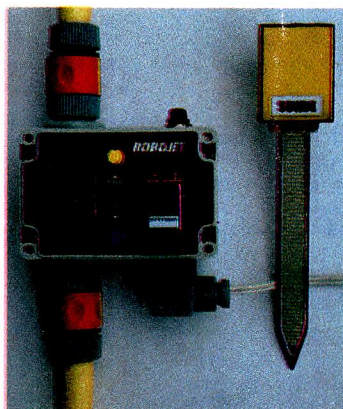
► Pour les jardiniers, l'absence a toujours été le pire des maux. Les vacances, les voyages, la vie professionnelle qui éloignent de la maison de campagne une semaine ou plus, sont autant de risques pour le jardin. Des semaines de soins vigilants peuvent en effet être anéantis par une période de sécheresse imprévisible comme par des apports d'eau irréguliers ou intempestifs d'amis complaisants mais pas toujours au fait des besoins de chaque plante. Et puis, même sans absence, il faut bien reconnaître que l'arrosage est une corvée guère plaisante.

Si l'on trouve normal, à la maison, de tourner le robinet pour obtenir l'eau au débit souhaité, il semble bien qu'au jardin l'on continue toujours de vivre à l'époque où les multiples trajets vers le puits ou la fontaine alourdissaient terriblement les tâches ménagères. Pourtant, le rêve d'un automatisme parfait qui permettrait de distribuer l'eau selon les besoins et aux moments les plus favorables aux végétaux est devenu une réalité à la portée de tous. L'arrosage automatique, dans ses diverses variantes, du kit relativement simplifié aux systèmes totalement programmés et adaptés à chaque jardin, ne relève plus du luxe inaccessible ou de l'utopie.

Au cours de ces dernières années, les progrès ont été considérables tant pour le fonctionnement d'une technique beaucoup plus complexe qu'il n'y paraît, que dans la qualité des matériels et services proposés au grand public. Parallèlement les meilleurs spécialistes ont eu le souci d'élaborer un véritable code de déontologie professionnelle pour définir des prescriptions minimales bien nécessaires dans un secteur commercial en expansion rapide et où le pire risquait très vite de côtoyer le meilleur, tout ça au détriment du consommateur. Celui-ci éprouve d'ailleurs quelques difficultés à s'y retrouver dans les matériels car les formules publicitaires et les prospectus ne sont pas très

rigoureux, ne serait-ce que sur le sens du mot "automatique". Il s'agit tantôt "d'arrosage automatique", "d'arrosage automatique à déclenchement manuel", ou encore "d'arrosage automatique programmé"... Disons que les diverses formes d'arrosage automatique groupent des systèmes permettant d'effectuer l'arrosage ou l'irrigation d'une surface de terrain avec un minimum d'interventions. À partir de cette définition de base, on pourra rencontrer dans les notices descriptives des fabricants, de nombreuses variantes dont les appellations recouvrent des dispositifs bien définis comme :

- L'arrosage intégré, expression qui désigne une incorporation au jardin. Sa qualité essentielle est de ne pas nuire à l'esthétique du site. Une dénomination qui comporte tout de même un certain flou !
- L'arrosage enterré qui est constitué d'un réseau de canalisations installées sous terre de manière définitive avec des arroseurs escamotables.



**Le programmeur automatique Robotjet, peu onéreux, facile à mettre en place, comporte une électro-vanne et peut être associé à une sonde (à droite sur la photo) qui empêche l'arrosage en cas de pluie**





*Les dispositifs Wolf pour pelouse : l'arroseur rotatif-canon escamotable (premier plan) et la buse avec gicleur (arrière-plan).*

- L'arrosage manuel non programmé, qui exige une intervention du jardinier pour la mise en marche et l'arrêt, éventuellement secteur par secteur.

- L'arrosage automatique à déclenchement manuel qui exige l'intervention du jardinier pour sa mise en route dans chaque secteur. Après quoi chaque cycle complet d'arrosage se déroule de lui-même. Chaque secteur est piloté par un programmeur hydraulique ou électrique.

- L'arrosage automatique programmé avec lequel les différents cycles sont déclenchés automatiquement par des dispositifs à mémoire et commande, sans la moindre intervention manuelle pour la mise en fonctionnement et l'arrêt.

- L'arrosage souterrain qui est composé principalement d'un réseau de tuyaux poreux qui diffuse l'eau au niveau des racines.

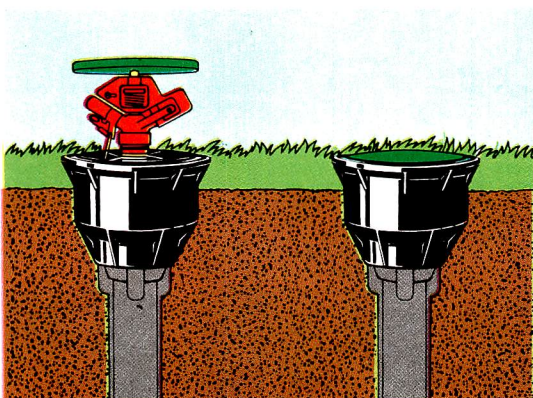
Sur ces différents systèmes viendront s'adapter selon les surfaces à arroser et les besoins des plantes, des asperseurs escamotables à jets rotatifs,

des mini asperseurs, des goutteurs assurant une irrigation localisée, ou encore des tuyères équipées d'un jet fixe, réglable, qui émerge du sol sous la pression de l'eau et se rétracte à l'arrêt. Ce dernier dispositif est idéal pour les gazons car les arroseurs n'entravent pas le passage d'une tondeuse puisqu'ils sont escamotables.

L'arrosage automatique repose avant tout sur l'existence d'une programmation de l'ouverture du robinet, du débit de l'eau et du temps de fonctionnement. Les techniques les plus anciennes et qui ont fait largement leurs preuves reposaient sur l'utilisation de vannes électriques. On a tendance aujourd'hui, pour des raisons d'efficacité, à raisonner l'arrosage non plus en séquences de temps, mais en volume d'eau, d'où l'emploi de vannes volumétriques. Cela à partir de travaux fondamentaux sur les besoins réels en eau des végétaux, entrepris depuis plusieurs années en Israël et qui ont abouti à d'énormes économies.

Au lieu de calculer en temps d'arrosage, on détermine au préalable la surface à arroser, puis la hauteur d'eau nécessaire (ainsi un beau gazon demande selon la région de 6 à 10 mm d'eau). On en déduit le volume et donc le débit.

Dans tous les cas, le déclenchement automatique se fera par l'intermédiaire d'un programmeur, appareil comportant une mémoire et un dispositif de commande, composé généralement d'une horloge à affichage numérique. Pour parfaire le système, divers appareils peuvent lui être asservis comme un pluviomètre qui mesure la quantité d'eau de pluie (mesure de l'humidité du sol), un tensiomètre (mesure de l'humidité et des contraintes du sol), un anémomètre (mesure de la vitesse du vent) ou encore un évaporomètre (mesure de la perte d'humidité). Tous ces instruments interdiront le déclenchement des programmes d'arrosage en cas de pluie, de trop forte



*Le canon Wolf en arrosage (gauche) et en retrait dans le sol.*



## POUR RÉALISER VOTRE ARROSAGE AUTOMATIQUE

TYPE	MATÉRIEL	DESTINATION	SYSTÈMES D'ARROSAGE	PRIX MOYENS	FOURNISSEURS
• Installation à la carte, sur étude préalable effectuée par des spécialistes.	• Fourni par l'installateur (programmeur, électrovannes, tuyauterie, arroseurs). Installation apparente ou enterrée.	• Jardins d'agrément, potagers, petites cultures, serres.	• Tous systèmes possibles (irrigation, aspersion, brumatisation, goutte à goutte). Eau provenant du réseau urbain ou d'un bassin, d'un puits, d'un forage.	• Pour 800 à 1 200 m <sup>2</sup> : environ 7 F du m <sup>2</sup> équipé (prix sur devis).	• Edil France, 145 av. du Bouchet, 74130 Bonneville. Tél. (50) 97 20 74. Étude gratuite et installations dans toute la France. Un spécialiste des vannes volumétriques. • Rain-Jet - Cogéfrance, 14 rue Commines, 75003 Paris. Tél. (42) 278 10 58. Étude préalable 250 F et installations dans toute la France. • Rain-Bird Europe SARL, BP 72, 13762 Les Milles. Tél. (42) 26 54 61. Conseils sur le choix du matériel. • Toro-Sadimato PB 29, 06410 Blot. Tél. (93) 74 79 82. Conseils sur le choix du matériel. • Et pour vous guider vers un spécialiste de votre région. Syndicat national de l'arrosage automatique (SYNAA), 15 rue Beaujon, 75008 Paris. Tél. 227 02 76.
• Équipement modulaire à installer soi-même.	• Éléments pouvant être acquis séparément : programmeurs, vannes, tuyauteries, raccord, buses, arroseurs (canon tournant, escamotable, goutteurs, jets). Installation apparente ou enterrée.	• Jardins d'agrément, potagers, serres, balcons, vérandas.	• Tous systèmes possibles (comme ci-dessus).	• Selon l'importance de l'installation.	• En vente dans les jardineries et magasins de bricolage. Procédé à retenir : Gardena, 194 rue de l'Ambassadeur, 96610 Eragry-sur-Oise.
• Les kits à installer soi-même.	• Éléments conditionnés ensemble pour réaliser une petite installation (apparente ou enterrée). • Wolf : 2 arroseurs rotatifs canon escamotables ; 5 buses d'arrosage fixe escamotables à gicleurs interchangeables ; 1 raccord de dérivation, embouts et colliers de serrage. (Automatisation possible.) • Kit goutte à goutte SIB. Adaptateurs permettant de brancher de 2 à 5 tuyaux, 10 m de tuyau 7/5, goutteurs, supports de goutteurs, embouts et dispositifs de jonction. (Automatisation possible.)	• Petits jardins ou parties de jardins, serres, rocailles. • Wolf : pour 700 m <sup>2</sup> de terrain avec une pression normale de 3 kg/cm <sup>2</sup> . • SIB : pour 4 ou 5 plantes dans un jardin et pour pots dans une serre, une véranda ou sur un balcon.	• Tous systèmes (selon la marque), mais le nombre de dispositifs dans chaque kit est limité.	• Kit Wolf : 1 500 F sans automatisation. • Kit SIB : 250 F.	• Disponibles dans les jardineries et centres de bricolage. • Wolf : 67160 Wissembourg. Tél. (88) 94 14 99. • SIB : 85290 Mortagne-Sèvre. Tél. (51) 67 62 71.

## QUELQUES PROGRAMMATEURS D'ARROSAGE

MARQUE	ALIMENTATION	NOMBRE D'ÉLECTRO-VANNES RACCOR-DABLES	DÉMARRAGE DES PROGRAMMES	TEMPO-RISATION DES ARROSAGES	AUTRES CARACTÉRISTIQUES	PRIX MOYEN	FOURNISSEUR
SERTA	• 220 V (24 V pour les électrovannes).	• Deux modèles : 24 et 40.	• Par horloge de 24 h ou manuellement.	• 1 seconde à 99 minutes.	• Permet le groupage d'électrovannes. Télécommande pour pompe. Convient à tous arrosages.	• 8 400 F le modèle 24 et 9 500 F le modèle 40.	• SERTA, 76 rue Henri - Barbusse, 95100 Argenteuil.
TORO-IC	• Secteur.	• 4, 8 ou 12 selon le modèle.	• 24 heures (répétitif durant 14 jours).	• 3 plages d'arrosage par jour.		• 1 455 F (HT) pour le modèle 4	• SADIMATO. Tél. (93) 74 79 82.
EDIL	• Piles ou accumulateurs (2 de 1,5 V pour l'horloge et 8 de 1,5 V pour l'électronique).	• Une ou plusieurs groupées.	• 1 ou 2 arrosages à la fréquence de 1 fois par jour à 1 fois par 9 jours.	• 1 minute à 24 heures par affichage des heures et minutes de début et de fin d'arrosage.	• Peut recevoir un évaporomètre interdisant l'arrosage en cas de pluie. Les piles assurent une autonomie de 6 mois. À mettre sous abri (non-étanche).	• 1 500 F.	• EDIL-FRANCE, 145 av. du Bouchet, 74130 Bonneville. Tél. (50) 97 20 74.
ROBOJET	• 24 volts (avec transformateur autonome).	• Une (incorporée au programmeur).	• De 4 fois par jour à 1 fois tous les 4 jours.	• De 8 minutes à 2 heures et infini (pilote par sonde dans ce dernier cas).	• 2 modèles (choix selon la pression de l'eau du réseau). Un bouton permet d'obtenir un arrosage sans modifier le programme.	• 750 F.	• Sté OKAPI, 11 rue Torricelli, 75017 Paris.



humidité du sol ou d'évaporation insuffisante. Il est ainsi possible de régler avec une grande précision les apports d'eau pendant plusieurs semaines avec les rythmes et aux heures les mieux adaptées aux cultures ou à la saison.

Sur les tuyauteries pourront être installées diverses vannes dont la plus élaborée est la vanne volumétrique à réarmement automatique. Équipée d'une minuterie ou d'un compteur d'eau, elle délivre sur un secteur la quantité d'eau préalablement affichée sur le cadran, puis transmet l'ordre, hydrauliquement, à la vanne suivante sans réarmage à la fin du cycle d'arrosage. Elle permet un déclenchement totalement automatique, la commande de l'arrosage se faisant à heures fixes. La seule intervention consiste à déterminer à l'avance le programme d'arrosage que l'on souhaite voir se déclencher.

Le bon fonctionnement d'une installation réellement automatique et son efficacité dépendent surtout de la qualité de l'étude préalable des conditions de l'arrosage. Cette efficacité consiste à éviter toute perte d'eau, que ce soit en surface (ruissellement) ou en profondeur (percolation). Pour cela deux conditions doivent être réunies : une bonne uniformité de la répartition de l'eau en évitant les excès comme les déficits, et des apports proportionnés aux besoins réels des plantes ainsi qu'à la capacité de rétention des sols.

Pour répondre avec succès aux exigences imposées, on comprend qu'une étude complète et sérieuse soit entreprise. De nombreux éléments seront réunis à partir desquels, seuls des professionnels bien spécialisés dans les techniques d'arrosage automatique pourront déterminer avec précision la gamme de matériels à mettre en œuvre et leurs implantations.

Il faudra établir à cette intention un plan détaillé du jardin : surface du terrain, contours, voisinage, emplacement des constructions, position des divers éléments végétaux et indication de leur nature (pelouse, massifs, haies, buissons, potager, plantes particulières comme les cactées...), importance et sens des pentes, nivellement du sol, réservations, réseaux divers, etc.

Des analyses granulométriques qui permettent de classer en pourcentage et selon leur grosseur les principaux éléments d'un sol sont plus que souhaitables. Elles contribuent à déterminer des paramètres d'irrigation tenant compte de la texture (lourde, moyenne ou légère variant avec la teneur en éléments fins : argile et limon).

On évaluera ainsi les différentes capacités utiles de rétention des surfaces à arroser dans chacun des postes, compte tenu des profondeurs d'enracinement des espèces végétales.

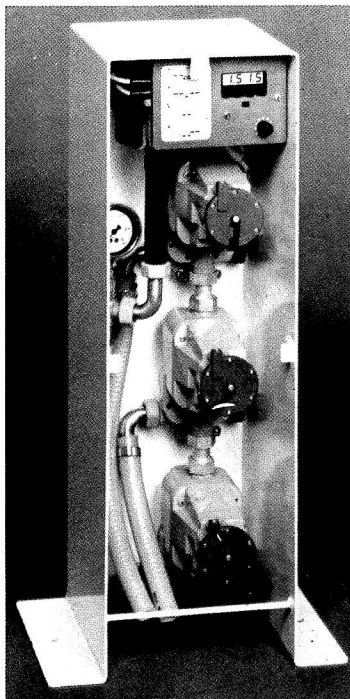
Pour éviter tout gaspillage d'eau, deux règles sont à respecter :

- Contre les pertes par percolation, la dose d'arrosage apportée sur un poste ne devra dépasser ni les besoins théoriques résultant du climat, ni la plus faible des capacités utiles de rétention de ce poste.

- Contre les pertes par ruissellement, la pluviométrie horaire moyenne apportée sur un poste devra tenir compte de la perméabilité qui est fonction de la texture du sol. En conséquence, elle ne devra pas dépasser 5 mm/h pour les sols à texture moyenne et ne pas être supérieure à 15 mm/h pour des sols à texture légère.

Il faudra d'autant plus respecter ces données que les doses d'arrosage seront plus élevées (et donc les arrosages espacés). De plus il sera nécessaire d'appliquer des coefficients de réduction selon la pente du terrain. Pour l'installation proprement dite, le positionnement des arroseurs exige bien des connaissances et du savoir faire si l'on veut obtenir une uniformité de la distribution. Plus l'on s'éloigne de l'arroseur et plus la quantité d'eau distribuée par les jets rotatifs décroît. Il y aura nécessité de corriger cette pluviométrie décroissante par des recoupements de jets de plusieurs arroseurs. Un travail beaucoup moins aisé qu'il n'y paraît car suivant la marque et le type de l'asperseur, le diamètre des buses et la pression de fonctionnement, la courbe pluviométrique s'avèrera différente. En plus il faudra tenir compte de l'influence du vent qui déforme cette courbe en l'allongeant. Pour compenser la mauvaise distribution, il faudra encore resserrer les espacements et arroser la nuit lorsque les vents sont généralement plus faibles. Cet arrosage de nuit est d'autant plus simple à prévoir qu'une installation est entièrement automatisée.

Des calculs très précis permettent de choisir les dispositions les mieux adaptées : en carré, en triangle, en rectangle, en quinconce, mais la présence d'obstacles divers, courbes, recoins, arbres, complice très vite les calculs pour un non spécialiste (voir schéma et encadré).



*A l'abri dans une armoire métallique, le programmeur EDIL doté de 3 électrovannes avec leurs 3 départs de tuyauterie.*





*Un goutte à goutte EDIL qui comporte un vibreur pour éliminer le risque d'obturation par dépôt de saletés.*

Ces quelques éléments de base viennent rappeler la nécessité d'une étude bien conduite avant toute installation automatique digne de ce nom. Il apparaît vain et inutile d'investir dans un matériel parfaitement au point et performant en l'absence de l'élément fondamental que constitue l'étude d'implantation. Sans l'aide de spécialistes et quelle que soit la surface à traiter les chances d'une réussite de qualité demeurent très aléatoires. On ne redira jamais assez combien l'arrosage automatique propre à satisfaire les besoins des plus exigeants reste très élaboré dans sa conception.

À côté de cette perfection calculée, automatique et programmée, le jardinier dispose aussi de quelques systèmes qui viendront grandement simplifier ses travaux avec des résultats très satisfaisants.

- L'arrosage intégré modulable de Gardena. C'est un ensemble formé d'éléments (pièces de tuyauterie et accessoires) achetés selon les besoins et assemblés avec une grande facilité en n'importe quelle période de l'année. Il permet l'implantation d'un réseau aérien ou enterré, le second cas étant surtout réservé aux pelouses aménagées avec des asperseurs escamotables. Un plan simple et un peu d'astuce vous permettront de couvrir convenablement une surface de jardin à l'aide d'asperseurs arrosant sur 90°, 180° ou 360°. Une telle installation revient environ à 4 francs du mètre carré arrosé. Avantage par rapport aux kits (décrits plus loin) : la souplesse de ce système parfaitement modulable et pouvant s'adapter à des configurations de terrains complexes. Une minuterie peut être raccordée sur le robinet d'alimentation.

- L'arrosage enterré à monter soi-même, de Wolf. C'est un kit composé de 2 arroseurs rotatifs-

canon escamotables réglables par secteur, 5 buses d'arrosage fixe escamotables à gicleurs interchangeables (1/4, 1/2 et cercle complet) et de différents raccords, embouts et colliers de serrage. Si la qualité du produit est excellente, les possibilités d'adaptation à chaque terrain sont évidemment limitées (prix environ 1 500 F).

- Les micro-asperseurs et goutte-à-goutte. Ils permettent une diffusion lente et ponctuelle de l'eau et ont été mis au point pour la culture des vergers, des potagers et pour l'irrigation des potées dans les serres. L'eau est distribuée au pied même de la plante par de minuscules jets, par des tubes percés de trous ou par des mèches. À l'extérieur et par rapport à l'aspersion traditionnelle, l'utilisation des mini-arroseurs ou des goutteurs évite la perte d'eau sur les feuillages, la pousse des mauvaises herbes et une mauvaise répartition autour des racines.

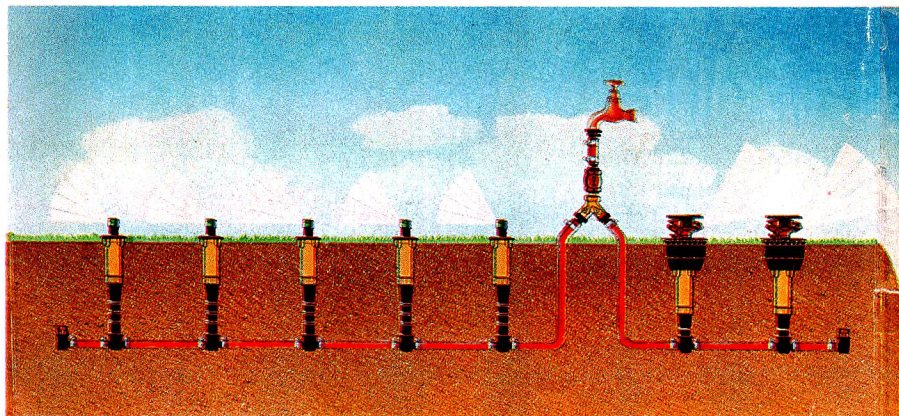
Ces techniques ont en effet plusieurs avantages :

- utilisation possible de réseaux à faibles débits et pressions ce qui diminuera le coût des investissements ;
- possibilité de mélanger des produits fertilisants à l'eau ;
- limitation maximale des pertes par évaporation puisque l'eau et les sels minéraux dont le végétal a besoin sont apportés au pied ;
- adaptation possible à la structure du sol en utilisant selon les cas les goutteurs ou les mini-arroseurs (sols de structure grossière, sols en pente, sol argileux, sol sablonneux...).

Enfin, le terrain restant sec autour des végétaux arrosés, tous les travaux restent possibles.

Le montage de ces systèmes demeure extrêmement simple et à la portée de l'amateur qui souhaite équiper son jardin ou arroser sans soucis un ensemble de pots ou de jardinières dans une serre, sur une terrasse ou sur un balcon. L'accessoire de base est un plongeur qu'on fixe sur un tuyau à l'aide d'un emporte-pièce et qu'on pique dans le sol au pied de la plante. C'est la pression à l'intérieur du tuyau qui assurera l'étanchéité.

(suite du texte page 108)



*Le kit Wolf d'arrosage enterré avec 2 dispositifs rotatifs et 5 buses avec gicleurs.*



Séance le 14 juin 1984

## Devoir de Calcul

### Problème :

Monsieur Dupont possède un jardin constitué d'une pelouse centrale de 12 m x 8 m bordée par une plate-bande fleurie. Il ignore la pression de l'eau à la sortie du robinet. Comment estimera-t-il ses besoins en équipement sachant qu'un arroseur de 360° a la possibilité d'arrosage de 2 arroseurs de 180° ou de 4 arroseurs de 90°

### Solution :

1) Pour déterminer le nombre d'arroseurs qu'il peut installer dans son jardin, Monsieur Dupont doit :

- Calculer la pression de l'eau du robinet.  
Une bonne approximation est obtenue en ouvrant

le robinet le plus rapidement possible et en chronométrant le temps nécessaire pour remplir un seau de 10 litres. Faisons ce temps à 10 secondes.

- Utiliser l'équation suivante :

$60/10s = \text{nombre d'arroseurs de } 360^\circ, \text{ maximum} = 6$   
Pour un fonctionnement correct du système, ce nombre ne devra pas être dépassé.

2) Pour disposer ses arroseurs, Monsieur Dupont ;

- tiendra compte des équivalences d'arrosage :  
1 arroseur de 360° = 2 arroseurs de 180° = 4 arroseurs de 90°

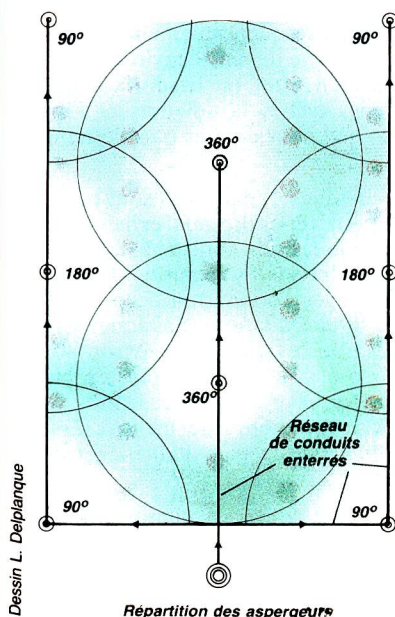
- et des surfaces couvertes par chaque type d'arroseur soit :

arroseur 360° = cercle de 6/7 m. de  $\phi$

arroseur 180° =  $\frac{1}{2}$  cercle de 6/7 m. de  $\phi$

arroseur 90° =  $\frac{1}{4}$  cercle de 3/35 m. de rayon

- déterminera sur un plan avec des cercles à l'échelle, les emplacements des arroseurs de 360° puis équipera les surfaces non couvertes avec des arroseurs de 180° et 90°.

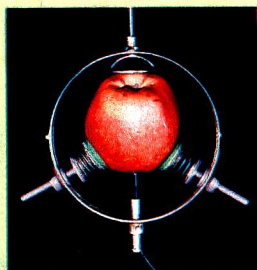


Dans le cas présent, Monsieur Dupont utilisera 2 arroseurs de 360°, 2 arroseurs de 180°, et 4 arroseurs de 90° (voir schéma). Soit un équivalent total de 4 arroseurs de 360° ce qui est possible puisque sa pression d'eau lui autorise un maximum de 6.

En se conformant au plan, il disposera les différents composants du système, réalisera un montage provisoire pour vérifier et régler les directions des jets et le débit des arroseurs. Ensuite, il pourra procéder à la mise en place définitive des circuits enterrés.



## LE POMMIER QUI DIT « J'AI SOIF »



« J'ai soif » dit le pommier. Cette commande enregistrée par un capteur placé autour du fruit et relié à un appareil de télévision, apparaît sur l'écran. La plante est alors servie grâce à un système d'arrosage automatique qui lui délivre une juste quantité d'eau dont elle a besoin. Et si la plante manifeste le désir d'une seconde tournée, elle le dit et l'eau rejaillit. Ce système d'arrosage automatique mis au point par Jean Gérard Huguet, directeur de la station INRA de Montfavet en Avignon, vient de faire l'objet d'un brevet. Il permettra de réaliser une grande économie d'eau et d'obtenir une meilleure qualité des plantes cultivées. En conséquence il sera utile aux agriculteurs de nos régions normalement arrosées mais où l'eau coûte cher, et à plus forte raison aux pays du Tiers-Monde où l'eau est rare.

Le procédé pourra être appliqué à tous les arbres et plantes à fruits (pommes, poires, oranges, citrons, tomates, raisins) mais aussi aux céréales comme le maïs, le capteur étant ici placé sur la tige. Pour les plantes maraîchères comme salades, radis, carottes on recherche un capteur capable de s'adapter aux feuilles. C'est en mesurant très finement les variations journalières de dimensions des fruits ou des tiges d'une plante, que le capteur transmet à un enregistreur, préalablement programmé, l'ordre au moment où il est nécessaire d'irriguer. Ces variations de dimensions, de quelques microns, sont le signe de la vie de la plante dans son environnement. Quand elles sont faibles, cela signifie que la plante est « bien dans sa peau », mais quand elles dépassent un certain seuil, cela indique que la plante a soif.

Le principe de la méthode est donc simple. Le plus

difficile fut de savoir que ces variations de dimensions existaient. Normalement la plante puise par ses racines l'eau dont elle a besoin et l'envoie par ses capillaires dans les fruits et dans les feuilles où a lieu la photosynthèse. Là, les molécules d'eau sont cassées par l'énergie du Soleil et combinées avec le gaz carbonique de l'air pour fabriquer les sucres nécessaires à la croissance de la plante. Si le Soleil est trop fort, la plante n'a pas assez de l'eau puisée dans le sol et doit faire appel aux réserves d'eau contenues dans les fruits et dans les tiges. D'où la diminution de volume observée dans ces organes. Sur un graphique on observe donc, sur 24 heures, un tracé ascendant correspondant au grossissement du fruit ou de la tige. Mais sur ce tracé irrégulier, deux phases apparaissent : l'une nocturne, correspondant à la croissance régulière du fruit ou de la tige, l'autre diurne, généralement décroissante indiquant la perte d'eau consécutive au processus de photosynthèse.

Normalement pour une plantation au sol homogène, il suffit de 2 à 4 capteurs placés sur des plants représentatifs. Ces capteurs, conçus pour résister aux conditions extérieures, sont faits d'un métal qui ne se dilate pas avec la température. D'où sa sensibilité extrême. En jouant avec l'enregistreur-programmateur, il sera aussi possible de déterminer un « seuil de soif » qui donne une meilleure qualité aux plantes cultivées.

Le coût d'un capteur s'élèvera à 1 500 F. Mais on compte le baisser en mettant au point des capteurs plus simples. Ces appareils pourraient être bientôt disponibles sur le marché.

Avec des aménagements, le principe de cet appareil pourra aussi être appliqué à l'autre besoin absolu de la plante : l'azote. Jean Gérard Huguet s'attache à rechercher un critère pour mesurer ce besoin. Il espère bientôt y parvenir. Dès lors ce serait une économie d'eau et d'engrais qui serait réalisée par les agriculteurs, qui ont toujours tendance à surévaluer les doses nécessaires.

(suite de la page 106)

Les mini-arroseurs comportent une tête de sortie d'eau surmontée d'un déflecteur. Ils s'utilisent sous une pression comprise entre 1 et 4 bars qui soulève leur tête et provoque la formation d'un jet circulaire rasant constitué de fines gouttelettes ne tassant pas le sol. La vibration du déflecteur pendant le fonctionnement assure un nettoyage permanent de la buse et une pluviométrie bien régulière.

Les gouteurs qui débitent de 4 à 8 litres/heure sont d'un principe identique, avec à l'intérieur une lentille vibrante qui contrôle le débit si la pression varie, et élimine les risques de dépôts. Cette dernière caractéristique est essentielle si l'on veut fertiliser tout en arrosant, en mélangeant eau et engrais au départ de la tuyauterie.

Chaque mini-arroseur ou gouteur peut être fixé directement sur le tuyau par l'intermédiaire du plongeur ou lui être relié via un prolongateur mâle-femelle. Ce dernier système se montre particulièrement indispensable pour l'arrosage des pots, autorisant jusqu'à 6 sorties sur un seul plongeur.

Ces techniques initialement développées pour l'horticulture et l'agriculture, se sont peu à peu élargies et adaptées aux besoins du grand public. Il faut bien dire que le marché de l'amateur apparaît

encore à ses tout débuts mais que son expansion est rapide. On le comprend car l'automatisme, qui simplifie ou supprime presque totalement soucis et corvées, fait un peu partie de notre environnement quotidien. Il existe en effet un besoin croissant d'automatisation des tâches fastidieuses et répétitives ne serait-ce que pour donner plus de temps vraiment « libre ».

Par ailleurs, techniques et matériels sont parfaitement au point pour répondre aux exigences et aux compétences limitées des non-spécialistes. Le prix de telles installations, y compris les plus élaborées, diminue avec l'apparition de procédés nouveaux. Ainsi, les installations classiques avec vannes électriques, qui reviennent à environ 40 F du mètre carré arrosé, font place de plus en plus aux vannes volumétriques ramenant ces coûts aux alentours de 7 F, ce qui constitue un investissement somme toute modeste dans l'aménagement d'un jardin ou d'une terrasse.

Compte tenu du prix de ces installations et des nombreux paramètres existants, on peut estimer que le meilleur rapport qualité/prix s'obtient actuellement pour l'équipement d'un jardin entre 800 et 1 200 m<sup>2</sup>.

Jean-Claude LAMONTAGNE ■



# LES FAUSSES DENTS SONT RADIOACTIVES

*À la suite de notre article sur la radioactivité (1), de nombreux lecteurs nous ont écrit. Deux questions semblent les avoir tout particulièrement préoccupés : la présence d'uranium dans les prothèses dentaires et les moyens de se procurer des appareils de détection de la radioactivité. Pour leur répondre, nous avons effectué une double enquête.*

► Pour ce qui est des prothèses dentaires, il ressort du courrier reçu que bien des dentistes même ignoraient la présence de produits radioactifs dans les dents artificielles qu'ils posaient. C'est pourtant une étude de la Commission scientifique des Nations unies datant de 1977 qui nous avait alerté sur ce problème. On y lisait en effet que « la pratique qui consiste à incorporer de l'uranium aux porcelaines employées pour les soins et les prothèses dentaires peut elle aussi présenter des risques ».

C'est pour conférer aux dents artificielles une fluorescence équivalente à celle des dents naturelles, que l'on incorpore un mélange de composés d'uranium et de cérium « à la majorité » (précisait ce même rapport) des porcelaines dentaires. Sans cette adjonction, ces dents pourraient avoir de vagues reflets noirâtres, bruns ou verdâtres sous la lumière artificielle. Certes, les porcelaines sont peu utilisées pour la fabrication de prothèses mobiles ("adjointes" diraient les spécialistes). Par contre, pour les prothèses fixes ("conjointes"), elles sont préférées dans 40 % des cas aux résines artificielles. Car ces dernières coûtent beaucoup moins cher, mais vieillissent mal : en s'usant, leur teinte change et elles deviennent légèrement poreuses, ce qui constitue un facteur de développement pour les bactéries et limite la durée de vie de la prothèse (5 à 7 ans). Les porcelaines, elles, peuvent se conserver une quinzaine d'années. Et si au terme de ce délai il est nécessaire de les renouveler, c'est moins du fait de la détérioration du matériau, que de la déformation des gencives. Certains patients les conservent d'ailleurs plus longtemps.

Bien qu'il n'existe pas de statistiques officielles sur le nombre de patients français possédant des dents de porcelaine, on peut estimer toutefois qu'un adulte sur dix environ en est doté. Au Royaume-Uni, il y en aurait 1 sur 9 et aux Etats-Unis, où l'on retire volontiers les dents irrégulières, la proportion serait beaucoup plus élevée encore. Sachant que la plupart des modèles utilisés contiennent ou contenaient de l'uranium, ces chiffres sont pour le moins inquiétants.

Lorsqu'un prothésiste fabrique une dent, il commence par recouvrir, à l'aide d'un pinceau, une armature métallique d'une ou deux couches de céramique (l'"opaque"), qui servent de couches d'apprêt. Après une première cuisson (une minute environ à 960 ou 980 °C dans un four sous vide), il modèle la dent proprement dite à partir d'une autre céramique, faite d'une poudre spéciale mélangée à de l'eau (la "dentine"). Puis, il recouvre cette même dent d'une nouvelle couche de céramique très fine (l'"émail") et cuit le tout une seconde fois.

À ce moment-là, la dent n'a pas encore son apparence brillante, c'est encore un "biscuit". Après un essayage sur le patient et d'éventuelles retouches, on la recuit donc une troisième fois pour obtenir l'éclat définitif (le glaçage).

Actuellement une dizaine de marques, principalement allemandes et américaines (et dans une moindre proportion japonaises), se disputent le marché mondial des poudres de céramique dentaire. En France, celle qui semble la plus utilisée est fabriquée en Allemagne fédérale par la société Vita. Viennent ensuite différentes marques, parmi lesquelles : Ceramco (USA), Excelco (USA), Shofu (Japon), Biodent (USA), Ivoclar (Liechtenstein), etc. En RFA et aux Etats-Unis, la

(1) Voir *Science & Vie* n° 800, mai 1984, p. 25 : « Des curies et des hommes, ou la menace de l'overdose. »



# TRENTE-NEUF APPAREILS POUR MESURER LA RADIOACTIVITÉ









# TRENTÉ-NEUF APPAREILS POUR MESURER LA RADIOACTIVITÉ (suite)

MODÈLE (et numéro sur la photo page 110)	FABRICANT	RAYON- NEMENTS DÉTECTÉS	PRIX H.T.	COMMENTAIRES
BIPSTYL 1	BEFIC	$\gamma$ et X	1 250 F	Ce débitmètre d'alarme, très robuste et de petite taille, fonctionne en permanence avec une pile qui dure un an et demi. Il émet des "bip" sonores dont la fréquence augmente avec l'intensité du rayonnement.
604 910 2	ANDREX	$\gamma$ , X et $\beta$ dur	1 480 F	Ce débitmètre de poche fonctionne en permanence à l'aide d'une pile qui dure de 3 à 6 mois. Il produit un "bip" sonore dont la fréquence augmente avec l'intensité du rayonnement. Dans les conditions naturelles, la radioactivité ambiante déclenche le "bip" à des intervalles de 5 à 15 minutes.
ACCU-CHIRI 416-A 3	XETEX	$\gamma$ et X	1 650 F	Ce débitmètre, qui dispose d'un bouton d'arrêt, fonctionne avec une pile qui dure un an. Lui aussi avertit par des "bip" sonores plus ou moins espacés du niveau de radioactivité. Il peut être réglé pour fournir un signal sonore lorsque l'appareil a accumulé 1 millirad ou bien 0,025 millirad.
305-A-2 4	XETEX	$\gamma$ , X et $\beta$	7 000 F	Ce débitmètre mesure la dose de rayonnement en millirads/heure, de 0,1 à 99 900 millirads/heure, qu'il affiche sous forme numérique lumineuse. Il fonctionne grâce à 4 piles qui durent 6 mois. Pour mesurer le rayonnement $\beta$ , il faut ouvrir une petite fenêtre sur le côté de l'appareil.
RAD-21 5	LAB- INSTRU- MENTS	$\gamma$ et X	3 919 F	Ce petit dosimètre permet de mesurer la dose de rayonnement cumulée. Il suffit d'appuyer sur un bouton pour voir apparaître sur un écran lumineux les chiffres correspondants, de 0,1 à 999,9 millirems. Il fonctionne grâce à 3 piles d'une durée de 400 heures. De plus, il possède une alarme sonore, fonctionnant à partir d'un débit de dose de 1 millirem/heure, mais réglable sur des niveaux plus élevés.
SEQ 8 6	BEFIC	$\gamma$ et X	1 895 F (+ chargeur 630 F)	Ce stylo dosimètre qui mesure en permanence la dose absorbée dans les tissus mous de l'organisme, possède une très haute sensibilité. Il enregistre les doses cumulées jusqu'à 20 millirads. Pour connaître la dose "encaissée" en un laps de temps donné, il suffit de regarder au travers du stylo placé vers une source de lumière. Au fil des jours vous verrez votre dose augmenter. Pour le remettre à zéro, un chargeur est nécessaire ; lors de cette opération il faut faire très attention à ne pas appuyer trop fort pour ne pas endommager l'appareil.
Stylo noir : 0 à 50 rads 7 Stylo jaune : 0 à 1 rad 8 Stylo orange 0 à 200 mrd 9 Stylo bleu : 0 à 500 rads 10	NARDEUX	$\gamma$ et X	850 à 980 F (+ chargeur 1 300 F)	Ces stylos dosimètres, dont certains sont utilisés dans les centrales nucléaires ou les centrales de recherche nucléaire, couvrent différentes gammes. Seul celui de 0 à 200 millirads, dose atteinte en un an en Bretagne, comporte un intérêt pour les particuliers. Là encore, le chargeur est indispensable pour remettre le niveau à zéro, mais tous les chargeurs sont valables pour n'importe quel stylo ; un seul chargeur suffisant bien sûr pour plusieurs stylos.
SEQ-5 11	BEFIC	$\gamma$ et X	1 141 F (+ chargeur 630 F)	Le stylo dosimètre existe en différents calibres, de 0 à 100 millirads jusqu'à 0 à 200 rads.
STYLO STEPHEN 12	NUMELEC	$\gamma$ et X	500 F (+ chargeur 650 F)	Ce stylo dosimètre, de fabrication anglaise, qui présente les mêmes avantages que ceux présentés ci-dessus, a le mérite d'avoir un prix très abordable. Il existe en plusieurs gammes dont deux sont susceptibles d'intéresser les particuliers : de 0 à 200 millirads et de 0 à 500 millirads.
409-A-2 13	XETEX	$\gamma$ et X	3 750 F	Ce dosimètre qui fonctionne sur pile, d'une durée de 300 heures, s'adresse davantage à des personnes exposées aux rayonnements. Il affiche sur commande la dose intégrée sous forme numérique, de 0,01 millirad à 99,99 millirads, et dispose d'une alarme sonore dès que le seuil fixé est atteint.
415-A 14	XETEX	$\gamma$ et X	3 850 F	Ce dosimètre se rapproche de celui décrit ci-dessus ; il mesure de 1 à 9 999 millirads.
DOT-30 15	SAPHYMO- STEL	$\gamma$ et X	3 400 F (+ chargeur 1 780 F)	Ce dosimètre, utilisé essentiellement dans les centrales nucléaires d'EDF, est conçu pour les travailleurs qui interviennent en zone "surveillée". Il a été fabriqué à quelque 120 000 exemplaires. L'affichage de 1 à 9 999 millirems se fait sur un tableau lumineux, tandis qu'une petite lampe clignote tous les 0,1 millirem.
MINI-GARD SYSTEM 16	XETEX	$\gamma$ et X	2 400 F (+ lecteur indispensable 4 850 F)	Ce dosimètre qui mesure des doses de 1 à 4 096 millirads, s'adresse à des professionnels, le système de lecture (le gros appareil blanc) s'avérant rentable pour plusieurs dosimètres.

(suite de la page 109)

concentration en poids d'uranium est limitée (elle ne doit pas dépasser 0,1 % dans le premier pays et 0,05 % dans le second). Mais ces limites ont-elles un sens ? Et sont-elles seulement respectées ? Voyons pour cela les rares études existant actuellement sur le problème.

En 1974, des chercheurs britanniques de l'Office national de protection radiologique ont analysé 20 poudres de porcelaine commercialisées sous cinq marques différentes. Sur l'ensemble, quinze contenaient en moyenne 0,041 % (ou 410 ppm) d'uranium et deux, 0,1 % environ (soit 1 000 ppm). Il

## POUR LES CURIEUX DU NUCLÉAIRE

Vous avez été nombreux à nous demander les coordonnées du Groupement des scientifiques pour l'information sur l'énergie nucléaire (GSIEN), cette association qui regroupe de nombreux chercheurs, dont la plupart travaillent dans le domaine nucléaire au Commissariat à l'énergie atomique. Soucieux d'alerter le public sur la réalité du nucléaire, ces scientifiques éditent un petit journal, « La Gazette Nucléaire », particulièrement bien documenté, qui a besoin d'abonnés pour vivre (abonnement annuel 70 F). Voici leur adresse : GSIEN, 2 rue François-Villon, 91400 Orsay.



MODÈLE (et numéro sur la photo page 110)	FABRICANT	RAYON- NEMENTS DÉTECTÉS	PRIX H.T.	COMMENTAIRES
GAMIN E.836 17	NARDEUX	$\gamma$ et X	2 250 F	Ce débitmètre mesure le débit de dose de 0,05 à 500 millirads/heure sur un cadran muni d'une aiguille. Il fonctionne avec 4 piles d'une autonomie de 1 200 heures. De plus, on peut le régler sur 8 seuils d'alarme sonore différents, le plus faible étant de 0,5 millirad/heure.
6122 18	BEFIC	$\gamma$ et X	4 060 F	Ce débitmètre qui fonctionne avec une pile d'une durée de 30 heures, mesure le débit de dose de 0 à 15 rads/heure.
MONITEUR 4 19	NUMELEC	$\gamma$ , $\beta$ et X	1 750 F	Ce débitmètre de poche, qui fonctionne avec une pile d'une durée de 2 000 heures, mesure le débit de dose de 0 à 50 millirads/heure. Cet appareil détecte une partie du rayonnement alpha, la fenêtre du détecteur étant constituée d'une mince feuille de mica (à condition toutefois de le placer à moins de 1/2 cm de l'échantillon à mesurer). Il est doté d'une alerte sonore proportionnelle au débit de dose.
SMP 5 20	SAPHYMO- STEL	$\gamma$ et X	10 985 F	Ce débitmètre doté d'un petit scintillomètre permet de faire de la prospection d'uranium. Il détecte le niveau de rayonnement gamma naturel. Son cadran est facile à lire et il couvre une gamme de 0 à 50 000 chocs/seconde. Son signal sonore renseigne en permanence sur le niveau du rayonnement. La sonde peut être immergée dans le lit d'une rivière. Il fonctionne avec 4 piles d'une autonomie de 40 heures.
SPP2-NF 21	SAPHYMO- STEL	$\gamma$ et X	21 400 F	Ce débitmètre vendu partout dans le monde, est l'outil par excellence des prospecteurs d'uranium. Il mesure le niveau de radioactivité de 0 à 15 000 chocs/seconde. Très facile à utiliser et d'une sensibilité remarquable, cet appareil est aussi très robuste. Il fonctionne avec 3 piles d'une durée de 80 heures. Dans le Bassin parisien, il indique 30 chocs/seconde, 60 chocs dans la région de Palmpol (Côtes-du-Nord), 100 chocs sur les rochers de Bréhat (Côtes-du-Nord), 300 chocs près de certains murs de granit bréhatins.
RA-73 22	SAPHYMO- STEL	$\gamma$ et X	4 200 F	Ce débitmètre qui mesure le débit de dose de 1 à 1 000 000 de millirems/heure a été conçu spécialement pour l'armée suisse, puisque cet appareil est surtout utilisé en temps de guerre. 5 à 10 000 de ces petits engins sont prêts à fonctionner de l'autre côté de la frontière helvétique.
RS-63 23	SAPHYMO- STEL	$\gamma$ et X	4 100 F	Version "temps de paix" de l'appareil précédent. Il mesure de 0,1 à 300 millirads/heure. Il est doté d'un signal d'alerte sonore réglable entre 1 et 30 millirads/heure. Il fonctionne, tout comme l'appareil précédent, avec une pile d'une durée de 50 heures.
302 B 24	XETEX	$\gamma$ et X	16 150 F	Ce débitmètre télescopique qui ressemble à une canne à pêche permet de mesurer à distance de très forts débits de 0,01 à 1 000 rads/heure. Il se dépile jusqu'à 3,66 mètres. Il est destiné aux travailleurs qui opèrent près du cœur des réacteurs nucléaires.
6112-B 25	BEFIC	$\gamma$ , $\beta$ et X	19 184 F	Ce débitmètre qui se dépile jusqu'à 4 mètres, affiche clairement le débit de dose enregistré de 0,1 millirad à 1 000 rads/heure. Pour détecter une partie du rayonnement bêta, il suffit d'enlever l'embout protecteur. Il équipe presque toutes les centrales nucléaires et les casernes de pompiers.
IF-103 26	BEFIC	$\gamma$ et X	15 000 F (+ sonde 4 000 F)	Ce débitmètre n'est pas transportable puisqu'il fonctionne sur secteur. Il peut mesurer le débit de dose, de 0,1 millirad à 1 000 rads/heure, à distance ; il est en effet muni d'un câble de 50 mètres. Relié à l'intérieur d'un abri anti-atomique, il pourrait ainsi renseigner sur la radioactivité extérieure. Chaque centrale nucléaire française possède plusieurs de ces appareils, dont les sondes étanches sont souvent utilisées pour mesurer la radioactivité en piscine.
MIP-10 27	NARDEUX	$\gamma$ , $\beta$ , $\alpha$ et X	5 150 F (+ sondes de 2 700 à 5 000 F)	Ce débitmètre qui a obligatoirement besoin d'une sonde pour fonctionner, est plus particulièrement destiné à la mesure de surfaces contaminées ou de vêtements. Certaines centrales nucléaires possèdent une centaine de ces appareils. Il fonctionne avec 8 piles d'une autonomie de 40 heures. Cet appareil fait partie de la panoplie de centaines de casernes de pompiers. La sonde représentée sur la photo (SMIB 7311, 4 680 F) permet de détecter les rayonnements gamma.
CB-1C 28	NARDEUX	$\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ et X	2 500 F	Ce débitmètre est surtout destiné à repérer la contamination due à des rayonnements bêta. Il alerte par un signal sonore proportionnel au niveau de la contamination. Il est très facile à manipuler.

en ressort donc qu'aucune teneur n'était supérieure aux doses autorisées. Pourtant, pour le rayonnement bêta (<sup>2</sup>), la dose absorbée était de l'ordre de 2,8 rems par an (<sup>3</sup>). Et pour les particules alpha, elle était de 589 rems par an à la superficie de la muqueuse (jusqu'à 32 microns de profondeur). Cela est suffisant pour détruire les cellules superficielles qui, fort heureusement, se re-

noùellent constamment. Forts de cet enseignement, les chercheurs anglais recommandent donc aux fabricants, de ne plus utiliser l'uranium.

En 1975, un chercheur du ministère américain de la Santé, de l'Education et de la Qualité de la vie, D.L. Thompson, constate que bon nombre des porcelaines dentaires utilisées aux USA contiennent plus de 0,05 % d'uranium (500 ppm), soit plus que la limite autorisée par la loi. Bien que, selon lui, la couche de salive et la plaque dentaire (tartre) se déposant à la surface des dents puisse jouer un rôle d'écran pour les particules alpha,

(2) L'uranium, dont tous les isotopes sont radioactifs, émet des rayons alpha et bêta, qui sont des particules très ionisantes.

(3) La norme est de 500 millirems/an.



## TRENTE-NEUF APPAREILS POUR MESURER LA RADIOACTIVITÉ (suite)

MODÈLE (et numéro sur la photo page 110)	FABRICANT	RAYON- NEMENTS DÉTECTÉS	PRIX H.T.	COMMENTAIRES
MCB-1 29	NARDEUX	$\alpha, \beta, \gamma$ et X	3 200 F	Même type d'appareil que le précédent, mais il est muni d'un cadran qui indique le débit de dose de 1 à 1 000 chocs/seconde. Cet appareil permettrait de détecter le radium des montres et le thorium contenu dans les manchons de Camping-Gaz.
BABYLINE 81 30	NARDEUX	$\beta, \gamma$ et X	10 800 F	Ce débitmètre qui mesure le débit correspondant à la dose absorbée par les tissus de l'organisme en millirads ou rads/heure, est un classique du genre. Il y en a des milliers en France, et tous les organismes qui effectuent des contrôles de radioactivité en possèdent. Les 22 centres mobiles d'intervention radiologique en sont dotés ainsi que de nombreux corps de sapeurs-pompiers. Il fonctionne avec 4 piles d'une durée de 170 heures. Pour mesurer le rayonnement $\beta$ , il suffit d'enlever le gros embout noir ; l'appareil est alors très fragile et doit être manipulé avec précaution. Signalons qu'il est muni d'une petite source radioactive de 8 microcuries, logée sous l'appareil, qui permet de vérifier son bon fonctionnement mais qu'il ne convient pas de laisser trainer.
TROUSSE MILITAIRE 31	BEFIC	$\gamma$ et X	5 500 F	C'est la panoplie du petit soldat en cas de guerre nucléaire. La trousse peut contenir 8 stylos dosimètres et leur chargeur. Ces stylos intègrent des doses de 50 et 100 rads. La protection civile suisse a acheté quelque 12 000 stylos de ce type il y a plus d'un an. Et la protection civile de la République fédérale d'Allemagne vient d'en acheter 18 000 au cours des derniers mois et continue de s'approvisionner. L'armée française, moins alarmiste, en possède quelque 3 000 exemplaires.
ARA E 477 32	NARDEUX	$\gamma$ et X	7 650 F (avec câble de 10 m et sonde)	Ce débitmètre installé depuis une dizaine d'années dans un nombre de gendarmeries françaises est destiné à donner l'alerte au cas où la radioactivité ambiante dépasserait un seuil, fixé à l'avance et réglable à partir de 0,5 millirad/heure. Il clignote et sonne l'alarme mais n'indique aucun chiffre. Il fonctionne sur batterie avec une autonomie de 72 heures, ou sur secteur.
DOK-803 33	SAPHIMO- STEL	$\gamma$ et X	6 460 F	Ce débitmètre qui peut-être soit fixé au mur, soit portable, est plutôt destiné aux militaires ou à la protection civile. Il y en a environ 5 000 dans les gendarmerie, les préfectures et divers locaux du ministère de l'Intérieur. Il indique sous forme numérique le débit de dose de rayonnement et donne l'alerte lorsque le niveau atteint 10 millirads/heure en temps de paix et 10 rads/heure en temps de guerre.
501-A 34	XETEX- STEL	$\gamma$ et X	11 000 F	Ce débitmètre affiche le débit de dose ambiant et existe en trois versions : de 0,01 à 99,9 millirads/heure ; 1 à 999 millirads/heure ; 0,01 à 9,99 rads/heure. Il fonctionne sur batterie et possède un système d'alarme lumineux et sonore.
6150-1001 35	BEFIC	$\alpha, \beta, \gamma$ et X	17 500 F (dont débitmètre seul 6 700 F)	Cette luxueuse mallette représente l'attirail idéal pour la radio-protection. Vendu à la Protection civile en République fédérale d'Allemagne, il permet de mesurer les débits de dose sur deux échelles : à partir de 0,3 millirad/heure ou de 0,5 choc/seconde. Le petit débitmètre sur lequel sont branchées les différentes sondes est alimenté par une pile d'une autonomie de 40 heures. Parmi les accessoires, un verre-sonde, d'une contenance de 100 cm <sup>3</sup> qui permet de mesurer la contamination $\gamma$ et $\beta$ dans les liquides.
MINALARM TYPE 7-10 36	NUMELEC	$\beta, \gamma$ et X	2 300 F (+ sonde 3 800 F)	Ce débitmètre importé de Grande-Bretagne est surtout destiné à mesurer la contamination $\beta$ et $\gamma$ . Il est doté d'un système d'alerte.
PCM-5 37	NUMELEC	$\alpha, \beta, \gamma$ et X	15 200 F	Cet débitmètre portable possède l'avantage de mesurer simultanément les contaminations $\alpha, \beta$ et $\gamma$ à l'aide d'un seul détecteur. Il couvre une gamme de 0 à 5 000 chocs/seconde.
BM-101-C1 38	BEFIC	$\gamma$ et X	14 300 F	Cette balise d'alarme, vendue dans toutes les centrales nucléaires françaises, est portable et se met à clignoter et à émettre un signal sonore dès le dépassement d'un seuil réglé à l'avance. Elle fonctionne sur batterie. On peut l'utiliser sur chantier.
DYP-80 39	SAPHIMO- STEL	$\gamma$ et X	22 800 F	Ce débitmètre portable peut s'utiliser en plongée jusqu'à 40 mètres. C'est le seul appareil de ce type. Il couvre une gamme de 0,1 millirad/heure à 1 000 rads/heure. Conçu spécialement pour le CEA, lors des essais dans le Pacifique, on le vend aussi aux centrales nucléaires ou au centres de retraitement qui doivent parfois employer des plongeurs pour aller récupérer des outils dans les piscines. L'armée s'intéresse de près à cet appareil.

Principaux fabricants : ANDREX (rue Claude-Bernard, BP 67, 78314 Maurepas-Cedex) ; BEFIC (93 rue des Alpes, 94623 Rungis Cedex) ; LAB-INSTRUMENTS (6-8 rue de Penthievre, 77170 Brire-Comte-Robert) ; NARDEUX (avenue d'Islande, Z.A. de Courtabœuf, 94940 Les Ulis) ; SAPHIMO-STEL (Département radiamétrie, 29 avenue Carnot, 91302 Massy) ; XETEX (Matériel américain distribué par EG et G Instruments, 4 place de la Balance, 94583 Rungis Cedex).

D.L. Thompson recommande toutefois de rechercher d'autres solutions pour rendre les dents fluorescentes. Ces solutions, l'usage de terres rares, existent mais coûtent plus cher et son plus difficiles à mettre en œuvre.

En 1978, des chercheurs japonais ont étudié 25 échantillons de porcelaines vendues au Japon sous quatre marques différentes (3 japonaises et 1 américaine). Voici les résultats :

- Shofu Real (Japon) : de 0,69 à 81 ppm (soit 0,000069 % à 0,0081 %)
- G.C. Livdent (Japon) : de 2,5 à 14 ppm (soit

0,00025 % à 0,0014 %).

- Trubyte-Biolent (USA) : de 11 à 205 ppm (soit 0,0011 % à 0,020 %).

- Shofu Ace (Japon) : de 0,33 à 10 ppm (soit 0,00033 % à 0,001 % d'uranium).

En conséquence, les doses reçues à la surface de la muqueuse sont en moyenne et respectivement de 14 ; 7,6 ; 66 et 2,9 rems par an. Ce qui, là encore, amène les spécialistes à conclure que l'adjonction d'uranium dans les porcelaines est néfaste.

Qu'en est-il de la France ? À ce jour, nous



## PROTHÈSES DENTAIRES RADIOACTIVES

MARQUE	MODÈLE	PAYS D'ORIGINE	% D'URANIUM en ppm (partie par million)	DOSE ANNUELLE ABSORBÉE
BIDENT-U	Céramique pour métal DU-39	RDA	Non décelable	
CERAMCO	Vacuum porcelain gingival	USA	55 ppm	44 rem
CERAMCO	Vacuum porcelain-G Paint-O-Pake C2	USA	N'a pu être mis en solution	
CERAMI-CAST	Jacket porcelain 2 100 °F n° 69 (ancien modèle)	USA	300 ppm	240 rem
FLUOR-DENS	Vacuum Keramik 1 160 -80 °C n° 89 (ancien modèle)	RDA	150 ppm	120 rem
IVOCLAR	Vivodent glaçage universel	LIECHTEN-STEIN	Non décelable	
SHOFU	Crystar translucent PN 5266	JAPON	Non décelable	
VF	Porcelaine anatofom 1 290 °C Email n° 2 (ancien modèle)	USA	55 ppm	44 rem
VF	Porcelaine anatofom 1 290 °C Collet 50 (ancien modèle)	USA	250 ppm	200 rem
VITA	VMK 68	RDA	Non décelable	
VITA	Vita dur-N	RDA	Non décelable	
VITA	Keramik 960 °C - n° 18 (ancien modèle)	RDA	3 100 ppm	2 480 rem
VITA	Vacuum Keramik 1 130 °C - n° 66 (ancien modèle)	RDA	550 ppm	440 rem
WILLIAMS	Willi-ceram porcelain 960 °C	USA	Non décelable	
W.M.	Verodens 1 000 °C - no 80 (ancien modèle)	RDA	Non décelable	

Nous n'avons pu faire analyser toutes les porcelaines dentaires actuellement sur le marché français. Nous en avons sélectionné une quinzaine parmi les plus courantes, actuellement ou par le passé. Ces échantillons ont été analysés par spectrométrie. Aujourd'hui, le pourcentage d'uranium, semble moins important qu'autrefois. Mais certains patients ont encore des prothèses qui datent de 10 ans, 15 ans ou plus. La dose d'irradiation résultant de dents contenant de l'uranium est due en majeure partie à des particules bêta, mais surtout alpha, très ionisantes. Ce qui explique les doses considérables que peuvent encaisser les tissus superficiels. La norme pour l'organisme entier est de 0,5 rem par an.

n'avons trouvé aucune étude sur le sujet qui puisse être comparée aux précédentes. Seul un dentiste parisien, M. Rabette, s'est inquiété du problème et a cherché à vérifier si les porcelaines qu'il utilisait pour ses patients présentaient quelque danger. Ayant fait réaliser, en 1983, des analyses pour son compte personnel, il a pu constater que les 4 échantillons qu'il avait soumis au laboratoire contenaient tous de l'uranium, mais dans des proportions différentes : Ceramco (USA) : 80 ppm ; Excelco (USA) : 33 ppm ; Vita (RFA) : 10 ppm pour le nouveau modèle et 340 ppm pour l'ancien modèle.

De telles données sont toutefois trop limitées pour que l'on puisse tirer des conclusions sérieuses. C'est pourquoi nous avons effectué notre propre enquête en faisant analyser une quinzaine de poudres utilisées pour les porcelaines dentaires (voir tableau).

Pour la détection et la mesure de la radioactivité, il existe de nombreux appareils. Grosso modo, on peut en distinguer deux types.

- Les débitmètres mesurent, comme leur nom l'indique, le débit de dose de rayonnement instantané, en chocs par seconde, en millirads ou en rads par heure.

- Les dosimètres enregistrent les débits de dose cumulés sur une période de temps donnée, permettant de savoir quelle dose un individu aura "encaissé" en six mois ou en un an.

Le principe de tous ces appareils consiste à mettre en évidence l'ionisation qu'ils produisent en traversant la matière. Pour cela, ils utilisent soit un compteur Geiger-Muller, soit un scintillateur muni d'un photomultiplicateur, soit une chambre d'ionisation. Leurs fonctions et leurs prix peuvent varier considérablement d'un appareil à l'autre, certains étant conçus à l'usage de tous, d'autres étant davantage destinés à des utilisations professionnelles.

Voilà pourquoi nous avons voulu dresser ici une liste la plus complète possible, chacun pouvant ensuite choisir selon ses besoins (voir tableau ci-contre et dans les pages précédentes). Ainsi, avec un simple stylo-dosimètre, certains pourront constater que la dose d'irradiations reçues en Bretagne est environ le double de celle reçues en Bassin-Parisien. D'autres verront qu'un voyage en avion assène quelques millirads supplémentaires (4).

Les habitants qui demeurent au voisinage d'une centrale nucléaire, d'un centre de retraitement de combustibles irradiés ou d'un centre de recherche nucléaire, pourront contrôler eux-mêmes le niveau de la radioactivité. Et chaque patient pourra contrôler et noter la dose qu'il reçoit lorsqu'il passe une radiographie, etc.

Puisque la France a décidé de développer plus que les autres pays son énergie électronucléaire, il n'y a aucune raison pour que la radioactivité demeure le jardin secret de quelques spécialistes.

**Jacqueline DENIS-LEMPEREUR ■**

(4) La dose moyenne due à la radioactivité naturelle en France est de 100 millirads par an.



116



fixer le type de justification que l'on désire en cliquant sur l'un des quatre rectangles situés à droite de la règle, chacun désignant un genre de présentation : alignement à gauche, à droite, au centre ou disposition en "bloc" (Figures 3, 4, 5 et 6). On agit de même pour appeler les divers "menus": Fichier, Edition, Caractères, Format et Style. Par exemple, pour reproduire

ET ARTICLE N'A PAS ÉTÉ IMPRIMÉ. L'EFFET, UTILISÉ PAR "SCIENCE & VIE", EN TIENT PAR LA FIRME APPLE. LE TEXTE TEL QU'IL A ÉTÉ CONÇU PAR NOTRE COLLABORATEUR P. COURBIER LORS DE SON ESSAI.



Le matériel utilisé par Candide : l'unité centrale avec son lecteur intégré et le clavier (à gauche). Sous l'imprimante ImageWriter, la souris (à droite). Une boîte de micro-disquettes MEMOREH (au centre).

trois fois le texte extrait de "Une vue de Descartes" de Paul Valéry, je me suis contenté, après l'avoir tapé, de le "noircir" (3) en passant le curseur par dessus. Puis, j'ai validé l'option "copier" (4) du menu d'édition, et l'ai "collé" (5) trois fois à trois empla-

cements marqués par le curseur. Par l'ordre "copier", j'ai envoyé ce texte s'inscrire dans le "presse-papier" (un espace mémoire prévu pour cela) qui me le restituera chaque fois que je demanderai de "coller". Mais, ces manœuvres se sont effectuées à mon insu, sans avoir besoin de toucher au clavier. Le simple fait de les décrire les complique, car l'emploi de la souris est d'une simplicité enfantine. Puisque toutes les commandes sont constamment accessibles en clair au moindre appel, je n'ai donc eu à faire aucun effort

(3) Si l'on "passe" le curseur sur le texte tout en "cliquant", il se transforme en négatif. De noir sur blanc, il devient blanc sur noir. Ainsi sont délimitées et visualisées les plages qui doivent subir une modification.

(4) Copier, c'est mettre en mémoire ce qui a été délimité par le "noircissement".

(5) Coller, c'est rappeler ce qui a été copié. La plage copiée est affichée à partir de l'endroit désigné par le curseur.

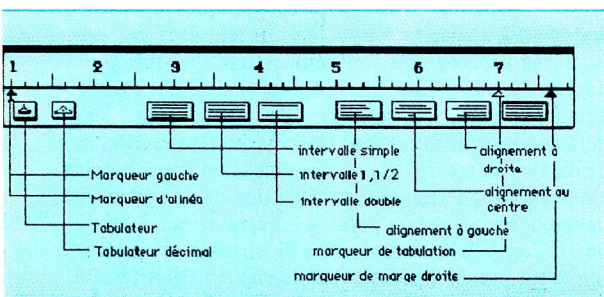


Fig.2 Les règles graduées qui permettent le choix des justifications, des indentations et des tabulations.



DESCARTES et sa grandeur se résument pour moi en deux points.

Il a fait son affaire personnelle de ce qui, jusqu'à lui, avait été traité en forme dogmatique, dominée par la tradition. Il a décidé qu'il n'y avait point d'autorité qui pût prévaloir contre le sentiment qu'elle pouvait donner de la vanité de ses enseignements : il ne veut que l'évidence ou de l'observation soigneusement vérifiée. C'était refuser d'attacher au langage une valeur qui ne lui vienne que des personnes ou des livres. Il jette donc son être même dans l'un des plateaux d'une balance, dont l'autre était chargé de toute la philosophie qu'on avait faite jusqu'à lui. Il trouve que son Moi l'emporte....

**Fig.3 Alignement à gauche**

DESCARTES et sa grandeur se résument pour moi en deux points.

Il a fait son affaire personnelle de ce qui, jusqu'à lui, avait été traité en forme dogmatique, dominée par la tradition. Il a décidé qu'il n'y avait point d'autorité qui pût prévaloir contre le sentiment qu'elle pouvait donner de la vanité de ses enseignements : il ne veut que l'évidence ou de l'observation soigneusement vérifiée. C'était refuser d'attacher au langage une valeur qui ne lui vienne que des personnes ou des livres. Il jette donc son être même dans l'un des plateaux d'une balance, dont l'autre était chargé de toute la philosophie qu'on avait faite jusqu'à lui. Il trouve que son Moi l'emporte....

**Fig.4 Alignement à droite**

DESCARTES et sa grandeur se résument pour moi en deux points.

Il a fait son affaire personnelle de ce qui, jusqu'à lui, avait été traité en forme dogmatique, dominée par la tradition. Il a décidé qu'il n'y avait point d'autorité qui pût prévaloir contre le sentiment qu'elle pouvait donner de la vanité de ses enseignements : il ne veut que l'évidence ou de l'observation soigneusement vérifiée. C'était refuser d'attacher au langage une valeur qui ne lui vienne que des personnes ou des livres. Il jette donc son être même dans l'un des plateaux d'une balance, dont l'autre était chargé de toute la philosophie qu'on avait faite jusqu'à lui. Il trouve que son Moi l'emporte....

**Fig.5 Lignes centrées**

DESCARTES et sa grandeur se résument pour moi en deux points.

Il a fait son affaire personnelle de ce qui, jusqu'à lui, avait été traité en forme dogmatique, dominée par la tradition. Il a décidé qu'il n'y avait point d'autorité qui pût prévaloir contre le sentiment qu'elle pouvait donner de la vanité de ses enseignements : il ne veut que l'évidence ou de l'observation soigneusement vérifiée. C'était refuser d'attacher au langage une valeur qui ne lui vienne que des personnes ou des livres. Il jette donc son être même dans l'un des plateaux d'une balance, dont l'autre était chargé de toute la philosophie qu'on avait faite jusqu'à lui. Il trouve que son Moi l'emporte....

**Fig.6 Disposition "en bloc"**

pour retenir une dizaine de mots de code avec leur exigeante syntaxe. Alors qu'avec presque tous les autres traitements de textes, il m'aurait fallu les connaître et les rentrer au clavier un par un.

Quant à la fenêtre active, celle où se visualise le texte, elle laisse apparaître 19 lignes de 70 à 80 caractères ou espaces (en corps 12). Et malgré la relative petitesse de l'écran (225 mm de diagonale), la lisibilité est parfaite. Si l'on veut se déplacer dans cette fenêtre, pour relire ou pour corriger, on dispose de deux moyens commandés bien entendu par la souris. Le premier est un "ascenseur" très rapide, le second est symbolisé par deux flèches qui permettent de faire défiler le texte ligne par ligne vers le haut ou vers le bas. Dans les deux cas, tout se passe comme si une longue bande de papier imprimé se déroulait derrière l'écran. Ainsi, à tous moments, il est possible d'insérer une phrase, de l'effacer ou de la déplacer toujours avec la même facilité. Mais on peut aussi modifier le type de caractères, la taille et le style (les typographes disent le "corps" et la "graisse"). En outre, ces diverses commandes sont mixables (Figure 1). C'est dire que MacWrite est plus qu'un traitement de textes : l'ensemble des caractères disponibles le met au rang d'une machine à composer.

Toutefois, cette richesse de moyens manque, à mon avis, d'une commande bien pratique existant sur certains autres traitements de textes (Scripsit de Tandy Radio Shack, par exemple). Il s'agit de la coupure des mots en fin de ligne. Bien que MacWrite soit doué d'une gestion fort habile des espaces, il arrive -- surtout lorsqu'on demande l'alignement en blocs -- que le dernier mot entré soit brusquement rejeté à la ligne suivante. Du coup, la précédente voit ses espaces augmentés proportionnellement et, parfois, cela est gênant à l'œil. On peut certes introduire des traits d'union mais il faut alors le faire à la main. Or, Scripsit comporte une commande semi-automatique qui propose des coupures (que l'on accepte, refuse ou modifie) mais le résultat est à la fois plus souple et plus rapide. Sans aller jusqu'à exiger la vraie coupure automatique qui, étant donnée la complexité de ses règles, prendrait un espace prohibitif en mémoire, on peut espérer que, bientôt, une nouvelle version de MacWrite tienne compte de cette remarque.

Cela dit, d'autres caractéristiques appréciables sont à signaler : les en-têtes et les pieds de page sont des espaces que l'on peut définir une fois pour toutes et qui seront ensuite reproduits sur chaque feuillet. MacWrite autorise non seulement leur numérotation automatique, mais encore l'inscription de la date et même de l'heure. Par ailleurs si l'on a besoin de retrouver un mot dans un long texte, une option du menu de recherche ira poser le curseur au bon endroit. Mieux, ce même menu permet de changer ce mot par un autre préalablement entré au clavier. Cette facilité est un moyen excellent pour traquer les répétitions injustifiées. Enfin, le "mobilier du bureau" (6) intégré à Macintosh peut être appelé en permanence. Un clic sur

(suite du texte page 152)





# POSSO



**NOUVEAU!**

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



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

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

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



POSSO SA, 121, avenue d'Italie, BP 304,  
75 624 Paris Cedex 13.  
Belgique: Etablissement Ortmans, rue de Limbourg 43,  
4800 Verviers. Tél. 087/33 11 60. Tx 49 506 corta b.



**POSSO**

Une dimension créative.

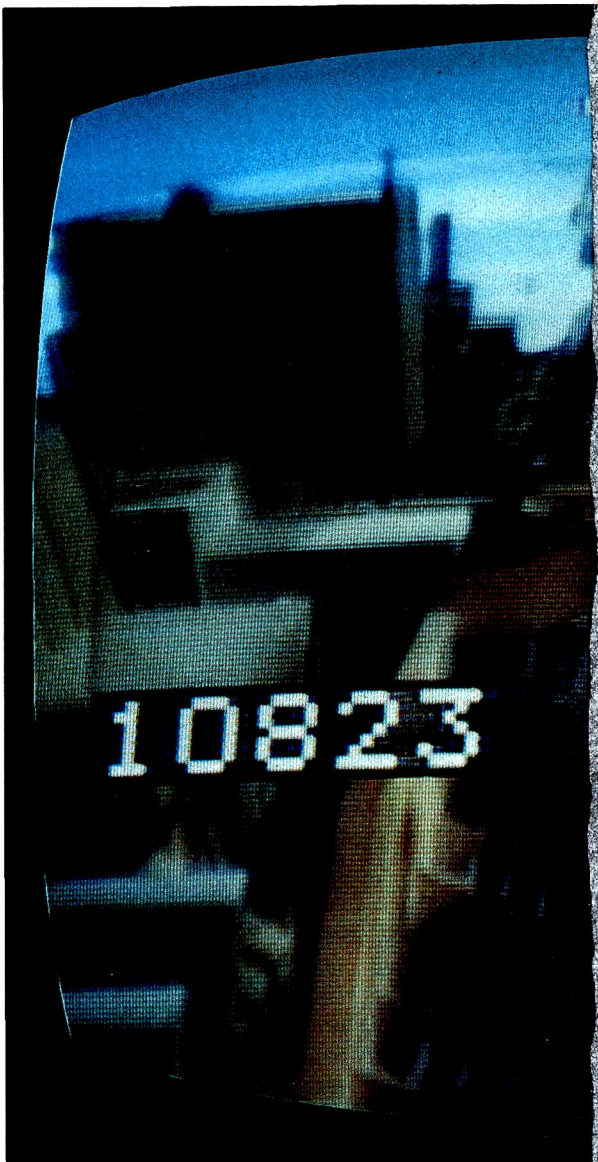


# JEUX VIDÉO : LA TROISIÈME GÉNÉRATION

*En 1977 nous titrions : « Les jeux vidéo annoncent l'informatique de masse. » Depuis, cette dernière les a largement doublés en ce qui concerne le grand public, grâce à l'arrivée des micro-ordinateurs domestiques. Il n'en est pas moins vrai que les jeux vidéo profitent pourtant des derniers raffinements de la technique, du vidéo disque notamment. L'image (ici une scène de "Star Blazer") en acquiert un réalisme digne du cinéma.*

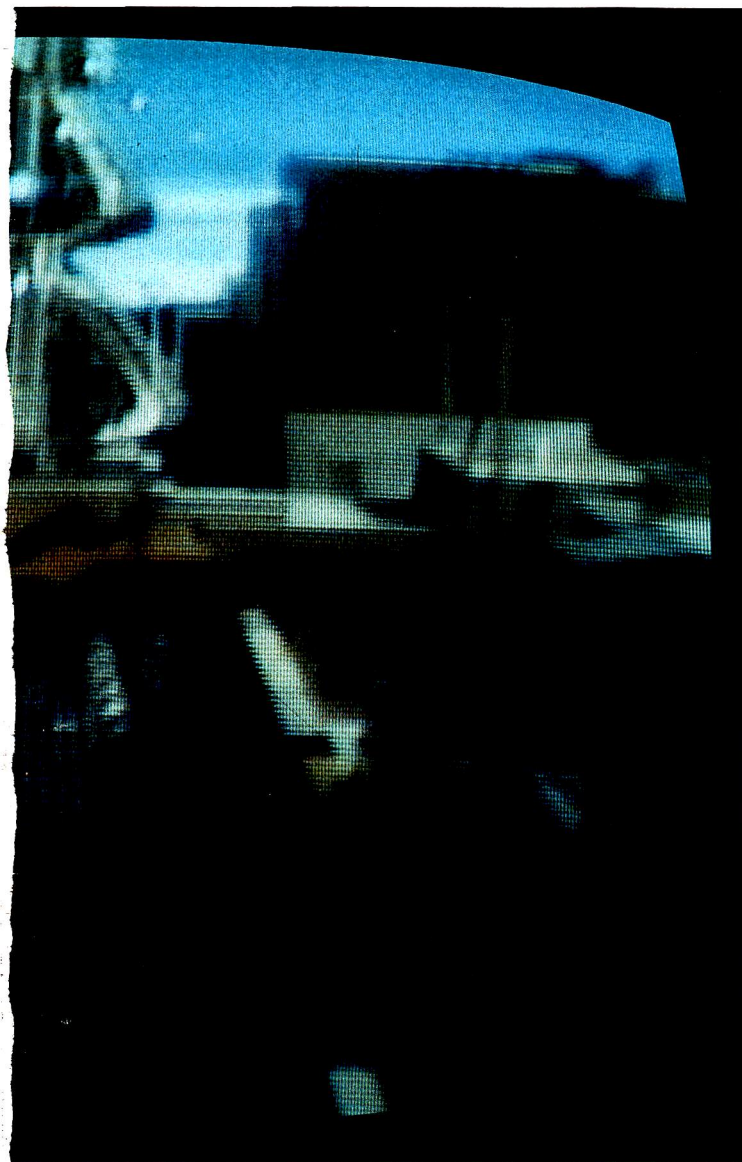
► Depuis le simple court de tennis où la balle et les raquettes étaient symbolisées par des petits rectangles blancs, dont la forme n'avait pas grand-chose à voir avec la réalité, les jeux vidéo ont bien évolué. Le microprocesseur central de ces jeux a peu changé ; cette évolution est essentiellement due aux améliorations technologiques apportées aux circuits périphériques, à savoir processeurs vidéo ou contrôleurs d'écran, unités de synthèse du son et, partout, nouvelles technologies utilisées pour la fabrication des circuits-mémoire.

En effet, sur un jeu vidéo, chaque point de l'écran correspond à une case mémoire et donc prend de la place dans celle-ci. Si la capacité de cette dernière est faible, le nombre de points affichables sur l'écran sera réduit ; et comme il faut de toute façon pouvoir couvrir l'ensemble de sa surface à l'aide des points, cela conduit à un point de base ou "pixel" relativement gros. Il sera

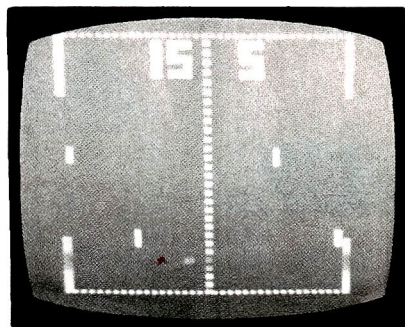


alors impossible de réaliser un graphisme fin. Dans le tennis vidéo, par exemple, les dimensions du point de base correspondaient à celle de la balle. Déjà le passage de jeux ne comportant qu'un graphisme simpliste à la couleur nécessita une augmentation de la mémoire. En effet le microprocesseur central devait non seulement connaître et donc mémoriser la position de chaque point de l'écran, mais il devait en plus se rappeler de sa couleur. C'est pour cette raison que l'apparition des couleurs fut progressive, en nombre du moins. Les premiers jeux ne disposaient que de trois ou quatre couleurs, puis la palette augmenta jusqu'à atteindre un nombre impressionnant de nuances. Parallèlement, la définition, et donc le graphisme, des jeux fut améliorée, grâce à l'augmentation du nombre de points ; le son aussi bénéficia de ce progrès. Par exemple dans le célèbre "Space Invaders", jeu pourtant déjà vieux, le graphisme ainsi





## LES DEUX GRANDES ÉTAPES PRÉCÉDENTES



**1. L'ancestrale partie de tennis :**  
un point qui se déplace sur l'écran.



**2. Les limites de la deuxième génération :**  
la couleur, le mouvement, le bruitage  
sont au point (ici "Pole Position"),  
mais l'image reste "informatique".

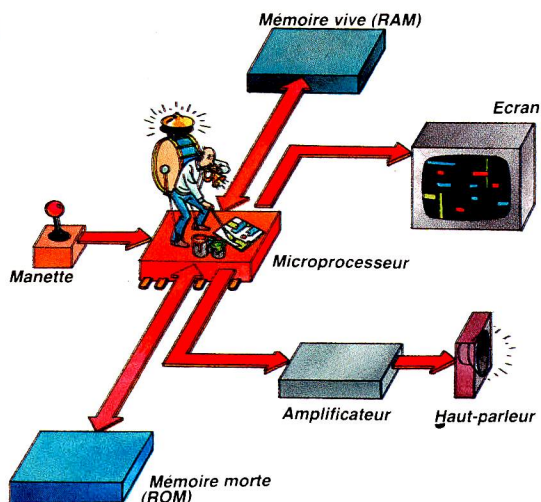
qu' l'animation des extra-terrestres n'avait plus rien à voir avec le simple carré blanc figurant la balle de tennis, de même les bip... bip... avaient été quelque peu habillés et ajoutaient au jeu un certain réalisme. Durant la même période, le non moins célèbre "Pac Man", dont les performances techniques étaient similaires, se taillait une place de choix au hit-parade des jeux vidéo.

Cependant, de tels jeux appartiendront bientôt au passé et ne seront plus que des pièces de musée tout comme l'est aujourd'hui le phonographe, ancêtre du "compact disc". En effet trois nouveautés technologiques permirent à ces jeux de franchir un grand pas : les processeurs vidéo, les synthétiseurs de son et maintenant le vidéo disque. Ce dernier, bien que pratiquement inconnu du public (les films et programmés sur ce type de support sont encore peu nombreux), jouit de caractéristiques particulièrement bien adaptées à ce genre d'application.

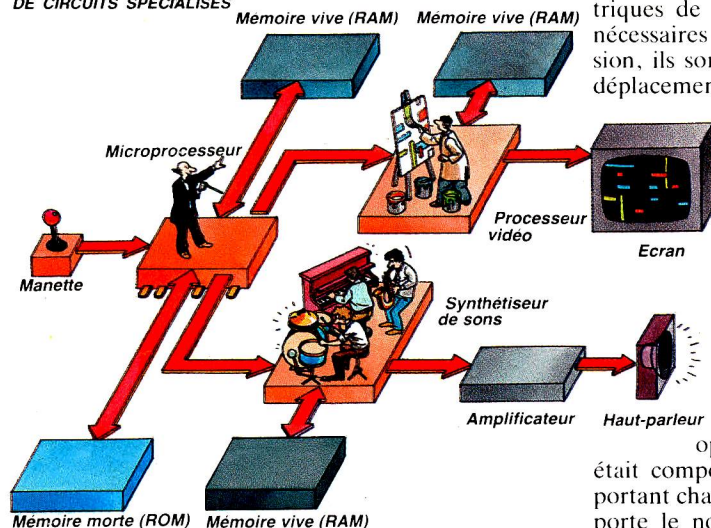
Mais suivons l'ordre chronologique des choses et parlons donc d'abord des circuits périphériques spécialisés. Au départ, l'unité centrale devait se charger de tout ; aussi bien de la présentation de l'image sur l'écran de télévision que du son et des réactions du joueur. Même puissant, un microprocesseur avait bien du mal à jongler de la sorte entre ses différentes fonctions, d'où une certaine lenteur du déroulement du jeu, notamment pour l'animation, sans parler du son qui, dans la plupart des cas, en restait au stade embryonnaire de quelques bruits ponctuant les principales actions ou phases du jeu. L'idée fut donc de séparer les tâches en créant des circuits auxiliaires, généralement appelés périphériques, spécialisés pour un travail bien précis. Le microprocesseur n'a plus alors qu'un rôle de chef d'orchestre, se contentant de contrôler le bon déroulement du jeu et donnant des ordres à ses périphériques. Cette technique



**DANS LES JEUX VIDÉO D'HIER :  
LE MICROPROCESSEUR EST SEUL  
POUR TOUTES LES TÂCHES**



**DANS LES JEUX VIDÉO D'AUJOURD'HUI :  
LE MICROPROCESSEUR EST ASSISTÉ  
DE CIRCUITS SPÉCIALISÉS**



permet d'une part d'obtenir des jeux beaucoup plus rapides, car l'unité centrale se trouve soulagée des tâches routinières et répétitives dont le temps d'exécution est loin d'être négligeable, et d'autre part le partage des fonctions permet d'effectuer chacune d'entre elles avec une qualité bien supérieure à celle d'une gestion unique donc partagées dans le temps.

**Pour le son.** par exemple, lorsqu'un microprocesseur avait à générer une note, son programme devait lui indiquer à chaque instant la valeur que devait avoir la tension à envoyer vers le haut-parleur pour produire le son désiré. Cette opération demandait donc un travail relativement important et interdisait dans bien des cas l'usage de mélodies un tant soit peu recherchées. Avec les synthétiseurs de son tout change ; ces petits circuits, guère plus gros que deux morceaux de sucre

mis bout à bout, sont capables de générer simultanément plusieurs notes pures (généralement trois) ainsi que des bruits. En leur envoyant une salve de nombres, le microprocesseur pourra leur demander de jouer un accord, un rythme ou un bruit dont il restera maître du timbre, de la durée, du formant (évolution du son dans le temps), du volume, etc. Il n'est donc pas étonnant que certains jeux vidéo vous accueillent maintenant sur la *Tocatta* de Bach, sur un air de jazz ou plus simplement sur une musique tout droit sortie du hit-parade, dont l'adaptation musicale est bien souvent de très bonne qualité.

Certains d'entre eux sont même doués de la parole (ils parlent en anglais, il est vrai). Dans "Pole Position" d'Atari, par exemple, course de voitures sur le circuit de son choix, le joueur est accueilli par la voix d'une charmante hôtesses lui disant : « Prepare to qualify ».

**Les processeurs vidéo.** d'apparence similaire à leurs petits cousins mélomanes, sont également doués d'étonnantes possibilités. Hormis le fait qu'ils génèrent directement tous les signaux électriques de synchronisation et de codage couleur nécessaires au fonctionnement de l'écran de télévision, ils sont capables de gérer et de contrôler le déplacement de formes sur cet écran. Par exemple, le microprocesseur peut faire déplacer un dessin d'une position à l'autre, soit d'un mouvement lié soit par bonds, bien sûr tout en restant maître de la vitesse, des positions de départ et d'arrivée, etc. Il est même possible de demander un changement des dimensions du dessin ; de plus, si deux dessins viennent à se croiser ou à se superposer, le processeur vidéo masquera automatiquement celui situé à l'arrière plan par celui du premier plan. Pour cette opération, tout se passe comme si l'écran était composé de plusieurs feuilles transparentes portant chacune un dessin. Chacune de ces feuilles porte le nom de plan graphique, et souvent un processus vidéo peut en gérer jusqu'à 32.

Enfin, dernier né de la technologie, le vidéo disque équipe maintenant certains jeux. De dimensions identiques à celles d'un 33 classique, son principe de fonctionnement est proche de celui du "compact disc". Il s'agit en effet d'un disque à lecture optique par réflexion d'un faisceau laser. Seule différence : la lecture doit être plus fine. Le lecteur est donc équipé d'un tube laser néon au lieu d'une simple diode. Les dimensions et le poids du tube laser ne permettant pas de lui faire suivre facilement les "sillons" du disque, tout le système optique de lecture est fixe. Ici c'est au contraire le disque lui-même qui se déplacera de manière à positionner la piste désirée sous le faisceau de lecture. Chaque tour de disque correspond à deux images et comporte également le son. En ce qui concerne le jeu, le principe de base est totalement différent. En effet toutes les situations possibles auxquelles le joueur peut se trouver

(suite du texte page 153)





## France-Irlande : qui va gagner ? la bière rousse de George Killian, pardi !

**C**HAQUE FOIS qu'il est de retour en France, le gentleman-brasseur George Killian retrouve son ami Jean-Louis au café pour une sacrée partie de bras de fer...

Alors, aussitôt, la bière rousse se met à couler, le vent d'Irlande à souffler, les violons à jouer une gigue endiablée et les copains à chanter tous en chœur... C'est bon l'amitié !



LA GÉOMÉTRIE  
DU SAVON LIQUIDE

► L'une des branches les plus difficiles de l'analyse mathématique, le calcul des variations, a sollicité sans relâche les jours et les nuits de chercheurs assez compétents pour avoir laissé en héritage leur nom à quantité de théorèmes et d'équations ; Lagrange, Bernoulli, Euler, Legendre, Weierstraß et bien d'autres ont couru après les extrémales sans toujours les trouver. Alors qu'une bulle de savon mène directement à la solution.

Cette solution, c'est celle du problème qui consiste à trouver la surface d'aire minimale passant par un contour donné. Cela relève du calcul des variations, qui est certes particulièrement ardu, mais qu'un petit problème, apparemment futile, permet d'aborder sans trop de mal ; tout le monde connaît les abat-jour coniques qu'on met sur les lampes de table ou de chevet : entre deux cercles de métal ayant même axe, on tend un tissu ou un papier. Le problème est alors le suivant : est-il possible sur la même structure de base — les deux cercles métalliques qui forment la carcasse de l'abat-jour — de mettre moins de tissu que la formule habituelle conique ?

Bien entendu, la réponse est oui : le fabricant peut réaliser une surface de tissu joignant les deux cercles qui prendra moins de matière que le cône. Et il fera une économie aussi intéressante que celle qui consiste à remplir légalement à 98 cl les bouteilles de 1 litre. La même chose est valable pour un abat-jour cylindrique, et la solution est semblable : il faut abandonner le cône, ou le cylindre, droit, au profit d'un cône ou d'un cylindre étranglé vers le milieu, ayant ainsi une silhouette en diabolo.

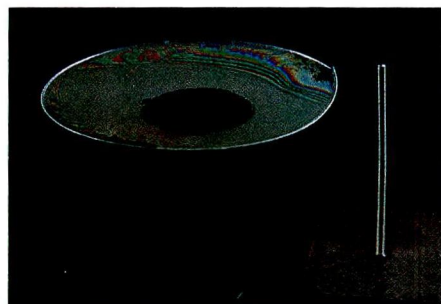
Cette silhouette est celle qui prendra le moins de tissu, et elle constitue donc la surface mathématique passant par deux cercles et ayant

la plus petite aire possible. On peut se poser le même problème avec deux carrés, deux triangles, ou même un cube, une pyramide, une courbe gauche, et d'une manière générale, tout profil fermé quelconque. Sur le papier, la solution exacte est apportée par le calcul des variations, et on appelle extrémale toute solution du problème.

Pour deux cercles, cette extrémale est un cône cintré en son milieu genre taille de guêpe ; on peut le prouver mathématiquement. On peut aussi le prouver par la physique en plongeant la carcasse de l'abat-jour dans l'eau savonneuse et en la retirant doucement : un mince film d'eau va joindre les deux cercles selon un cône étréci au milieu. Par sa nature même, le film liquide va réaliser la surface minimale passant par un contour quelconque.

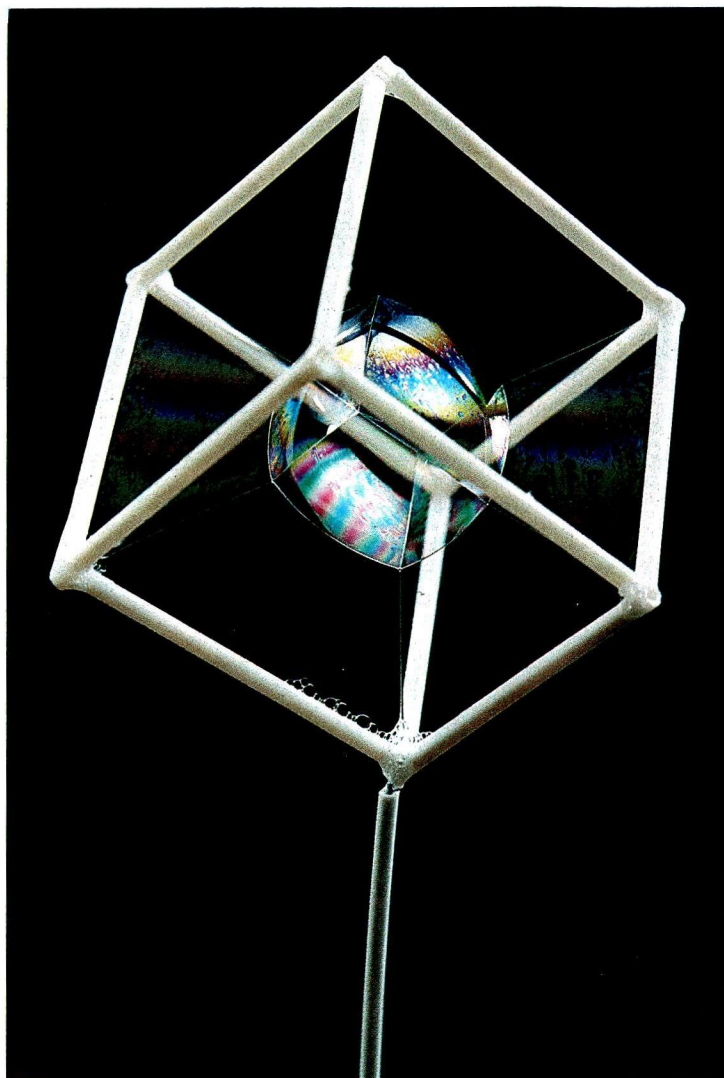
C'est d'ailleurs là un avantage étonnant des membranes savonneuses, et c'est un physicien belge, Joseph Plateau (1801-1883) qui l'a découvert en 1873. En théorie, le problème de la surface passant par un contour donné et ayant la plus petite aire possible peut être mis en équations. L'ennui, c'est qu'il s'agit de trouver le minimum d'une intégrale simple ou double, ce qui mène à des équations aux dérivées partielles dont on ne connaît pas, en général, la solution analytique. Quelques rares cas font exception, comme les deux cercles de l'abat-jour, ou le quadrilatère oblique, pour lesquels on a pu trouver l'équation de la surface minimale.

Dans les autres cas, on doit se contenter d'une solution analogique avec une membrane savonneuse. Il y a d'ailleurs un contraste saisissant entre la formidable complexité du problème et la remarquable simplicité fournie par la physique des membranes liquides.



SCIENCE





Cette propriété qu'ont les films liquides s'appuyant sur un contour donné résulte d'une loi générale de la physique : l'énergie libre d'un système en équilibre thermodynamique est toujours minimale. La chose est évidente pour les systèmes les plus grossiers : si on appuie sur un ressort, il s'écrase, mais dès qu'on relâche la pression il revient à son état initial. De lui-même, il ne reste jamais comprimé, état dans lequel il possède plus d'énergie que détendu. De même, un élastique ne reste pas tendu tout seul, et un crayon ne reste pas en équilibre sur la pointe.

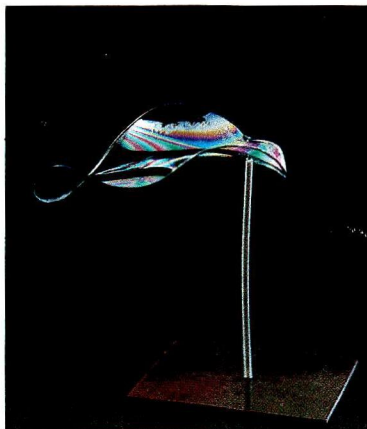
Dans le cas d'une membrane liquide maintenue à température constante, l'énergie libre est tout simplement le produit de la tension superficielle  $A$  par la surface  $S$  ( $E = A.S$ ). Pour une température donnée, la tension superficielle est une constante propre au liquide. La seule variable est la surface, et puisqu'à l'équilibre l'énergie  $E$  est minimale, il en résulte que la surface l'est aussi. La membrane savonneuse résoud donc d'emblée le problème de la surface minimale passant par une courbe fermée quelconque.

L'extrême difficulté mathématique du problème vient de ce que, en général, les surfaces minima ne sont pas partout continues. Comme on pourra le voir par l'expérience, elles sont souvent formées de plusieurs nappes courbes raccordées à angle vif par des lignes également courbes. On vérifiera également, ce que Plateau avait découvert il y a un siècle mais n'a été prouvé mathématiquement que depuis peu, trois propriétés des surfaces minima discontinues :

- Le long d'une ligne, qui peut être droite ou courbe, il y a seulement trois surfaces qui viennent se rejoindre ; en un point de cette ligne, les plans tangents aux trois nappes forment entre eux des angles de  $120^\circ$ .

- Quatre arêtes communes, chacune d'elles formée par l'intersection des trois surfaces, se rencontrent en un point ; en ce point, l'angle formé par deux arêtes quelconques est de  $109^\circ 28'$ .

- Chaque nappe de l'ensemble qui forme la surface minimale peut être représentée par une fonction continue dont les dérivées premières sont également continues.





(suite)

Toutes ces considérations mathématiques se cachent en fait sous l'aspect de membranes irisées et transparentes qu'il est très facile de reproduire soi-même, comme nous allons le faire maintenant avec un matériel des plus réduits, comme on peut en juger ; il faut :

- polystyrène 2 mm d'épaisseur ; directement ou par correspondance chez Adam Montparnasse, 11 bld Edgar Quinet, 75014 Paris.
- Colle cyanocrylate, colle Uhu-plast ou trichloréthylène.
- Glycérine (en pharmacie).
- Fil de laiton 6 à 8 dixièmes de mm.

● Fer à souder et soudure.

● Coton-tiges.

● Liquide à vaisselle.

● Récipient d'une contenance de 2 litres à large ouverture, genre boîte à crème glacée.

Pour fabriquer les structures, on utilisera des hampes de coton-tiges débarrassées de leurs extrémités en coton par extraction entre le pouce et l'index ou, si elles résistent, par grattage avec la lame du cutter. On disposera alors de petits tubes d'un diamètre extérieurs de 25 mm et longs de 80 mm. Les socles qui pourront recevoir les structures sont constitués par des rectangles en polystyrène de 2 mm d'épaisseur mesurant 50 par 65 mm, et percés d'un trou de 2,5 mm dans lequel vient s'engager la partie inférieure de la colonne qui sert de support. Il sera ainsi plus facile d'observer les surfaces engendrées et d'en faire éventuellement quelques clichés.

La figure n°1 montre comment bâtir la première structure. L'anneau ondulé qui la surmonte est constitué par du fil de fer (ou de laiton) dont les extrémités sont torsadées. L'un des brins est ensuite coupé, et l'autre introduit dans l'orifice supérieur du tube, puis immobilisé à l'aide d'une goutte de colle cyanocrylate. La forme donnée au fil de fer peut être aussi bizarre et contournée que possible, car la surface minimale sera, elle aussi, particulièrement tourmentée, et donc démonstrative. Par contre, on évitera toute courbe plane qui ne mènerait qu'à une surface minimale plane, donc sans intérêt. On peut d'ailleurs essayer toutes sortes de boucles festonnées, avec des courbes en tout sens et même des angles vifs.

Les figures 2 et 3 montrent des réalisations identiques dans leur principe, mais on cherchera cette fois à former des cercles ayant 3 à 10 cm de diamètres. On obtient de tels cercles en entourant un objet circulaire avec du fil de fer et en le torsadant avec des pinces aux deux extrémités ; il faut serrer fort pour que la forme soit bien respectée.

Après avoir monté ces structures sur leurs supports comme dans le cas précédent, on s'efforcera de rendre les cercles parallèles. Cette structure double permet de réaliser un "abat-jour" de surface minimale, et se rapporte donc à l'exemple que nous avons cité au début.

La figure 4 montre, sans qu'il soit nécessaire de s'étendre sur les détails, la fabrication d'un rectangle gauche. Précisons seulement que la tige horizontale est fixée sur la colonne par un petit morceau de fil de fer ; le trou sera percé avec une aiguille chauffée.

Les figures 5 et 6 détaillent la construction d'une pyramide formée par trois triangles équilatéraux. On commencera par couper au cutter les extrémités des trois tubes de 60 mm en essayant d'obtenir une coupe à 30°. On collera ensuite ces trois tubes et on laissera sécher en les immobilisant avec des épingles piquées dans une planchette. Il restera à coller les trois autres avec une colle à plastique genre Uhu-Plast. Cela demande un peu de soin et de précision dans les gestes car la colle a tendance à adhérer aux doigts. Lorsque la colle aura séché, donc une ou deux heures après, on remettra une goutte de colle dans les quatre angles internes et on fera sécher à nouveau. La fixation sera obtenue par un petit morceau de fil de fer convenablement coudé après collage avec une cyanocrylate.

Les figures 7, 8 et 9 montrent la fabrication du cube, et on se reportera également à la photo.

L'expérience prouve que le simple collage est insuffisant pour obtenir une structure assez solide. Il faut donc fabriquer des sommets en fil de laiton (ou en cuivre) ce qui n'offre aucune difficulté à condition de savoir pratiquer la soudure à l'étain, style radio et montages électriques. On coudera donc 7 morceaux de fil à 90°, comme indiqué figure 7, et sur chacune on

soudera un troisième brin perpendiculaire aux deux autres. Le huitième sommet comportera une extrémité supplémentaire destinée à s'insérer dans le tube vertical du support — figure 9. Il restera à assembler les 12 arêtes du cube et à immobiliser les points de contact en installant de la colle cyanocrylate (cyanolit, lock-light, Uhu, etc.).

Reste maintenant à préparer la solution savonneuse qui donnera des membranes liquides assez stables et assez durables pour permettre la photo. La simple eau savonneuse qui permet de faire des bulles ne suffit pas, le mélange séchant trop vite : la membrane dure à peine quelques secondes.

On commence par prendre deux litres d'eau et on y ajoute deux à trois cuillers de liquide à vaisselle, et la même quantité de glycérine.

On mélange lentement afin d'éviter la formation de bulles ou pire, de mousse. De toute façon, on laissera reposer pour que toutes les bulles disparaissent. La solution sera alors versée dans un récipient à large ouverture, genre boîte à crème glacée de deux litres.

Pour obtenir les surfaces minimales s'appuyant sur les contours qui ont été construits, il suffit de les tremper dans la solution et de les sortir avec précaution. Le cube donnera parfois une bulle sensiblement cubique retenue au milieu de la structure par des membranes trapézoïdales.

Avec les deux cercles des figures 2 et 3, il est possible de créer un hyperboloïde de révolution en procédant de la façon suivante : après avoir trempé les deux disques dans la solution, on rapproche par en-dessous le petit du grand, jusqu'au contact des deux lames minces. On pose ensuite le socle du petit cercle sur la table, et on voit la membrane liquide s'étirer entre les deux cercles en formant une nappe circulaire étrécie en son milieu. Il faut opérer assez vite car le film liquide n'a qu'une durée de vie assez brève.

En utilisant seulement le grand cercle, il y a une autre expérience curieuse à faire. Avec un morceau de fil à coudre long d'environ 20 cm, on forme une boucle ayant à peu près 7 cm de diamètre. Après



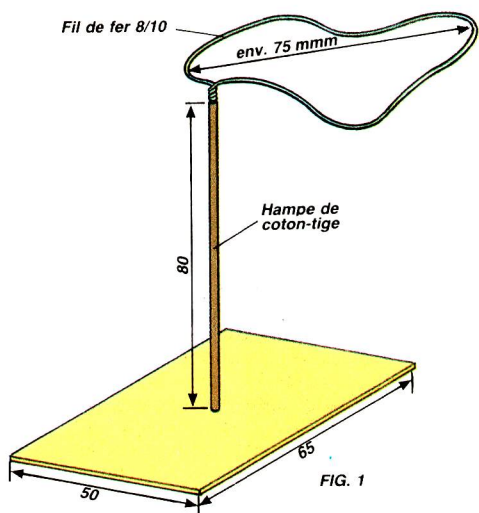


FIG. 1

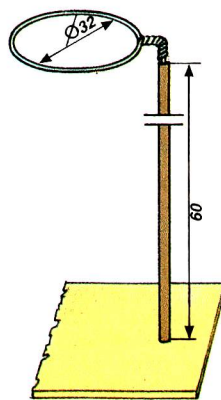


FIG. 2

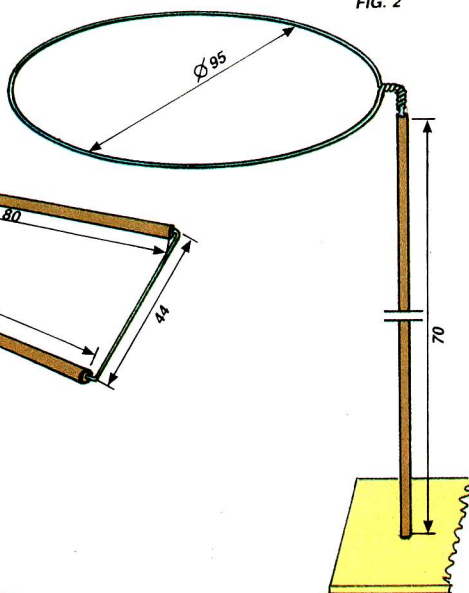


FIG. 3

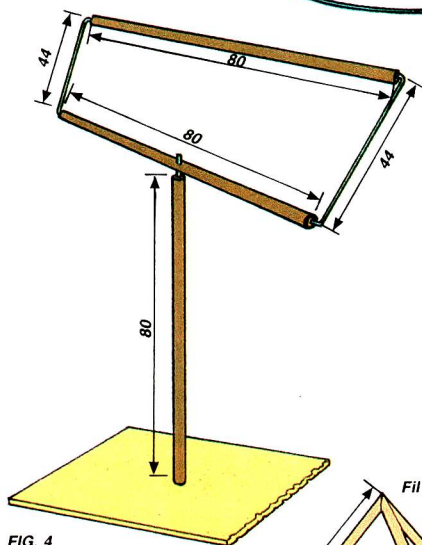


FIG. 4

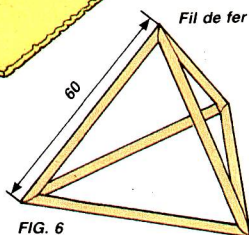


FIG. 6

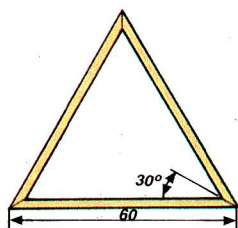


FIG. 5

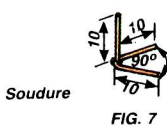


FIG. 7

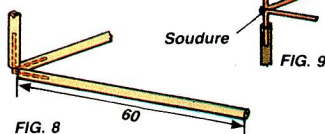


FIG. 8



FIG. 9

avoir créé une membrane liquide sur le grand cercle, on trempe la boucle de fil dans la solution savonneuse et on la dépose avec précaution sur la membrane ; on note qu'elle adopte un contour irrégulier. Ensuite, on perce avec le doigt la partie de la membrane encerclée par la boucle ; le fil prend aussitôt une forme parfaitement circulaire qui dure aussi longtemps que la membrane : on en déduit fort justement que la surface minimale est une couronne, la symétrie circulaire étant due aux effets de la tension superficielle, cette force d'attraction entre molécules qui assure la cohésion des membranes liquides.

Le nombre de surfaces minimales qu'il est ainsi possible de créer à partir de structures à trois dimensions est infini — en deux dimensions, donc à partir d'un contour plan, on n'obtiendra jamais que des plans. On peut d'ailleurs chercher des surfaces encore plus compliquées en imbriquant les structures les unes dans les autres, ou en construisant avec du fil de laiton des contours comportant des courbes, des angles vifs, repassant deux ou trois fois par le même point, et ainsi de suite.

Les cellules hexagonales construites par les abeilles relèvent d'ailleurs du même problème, et il n'est donc pas étonnant que les cloisons du nid se croisent à  $120^\circ$  ; c'est, nous l'avons vu, une des premières propriétés géométriques des surfaces minimales. La nature, fort intelligemment, suit la loi des moindres surfaces, qui est aussi pour les abeilles ouvrières, la loi du moindre effort.

En fait, à tout contour donné correspond au moins une surface minimale. On pourrait, bien sûr, formuler les équations de ce contour et, par le calcul des variations, essayer de trouver les équations de la surface minimale : du strict point de vue analytique, le problème est le plus souvent à peu près insoluble. Même avec un ordinateur travaillant point par point, le programme et son traitement peuvent demander des semaines de travail. Il est alors amusant de comparer l'extrême difficulté du problème du point de vue mathématique, et l'étonnante simplicité de la solution rigoureuse apportée par un bol d'eau savonneuse.

Renaud de La TAILLE □



### UN GÉNÉRATEUR ÉLECTROSTATIQUE

► Nous allons vous proposer, ce mois-ci, d'effectuer des expériences d'électrostatique. Pour cela nous devons réaliser un petit générateur haute tension. À ce propos certaines précautions devront entourer les divers essais car bien que peu dangereux, notre générateur est capable de délivrer une tension de plusieurs milliers de volts. Il est donc conseillé de ne pas laisser les jeunes enfants utiliser ce montage seuls et d'arrêter le générateur avant chaque intervention afin d'éviter de recevoir de fortes décharges.

De plus ce type d'expérience est bien adapté à la saison car, en électrostatique, pour que les essais soient probants il faut travailler dans un air aussi sec que possible.

On comprendra donc que les longues journées pluvieuses de l'hiver ne sont guère propices à ce genre de manipulation. De même il sera conseillé de travailler sur un sup-

port aussi isolant que possible ; table en verre ou en marbre par exemple (le bois est souvent à déconseiller).

Voyons à présent comment nous allons réaliser notre générateur haute tension. Le principe en est simple ; premièrement fabriquer un signal alternatif, ensuite lui faire traverser un transformateur, enfin le redresser.

Nous réaliserons donc en premier lieu un oscillateur à l'aide d'un circuit intégré type NE 555 sur lequel nous ne reviendrons pas tant il nous est maintenant familier. Cependant comme la puissance que peut fournir ce composant n'est pas suffisante pour attaquer directement le transformateur nous appliquerons le signal issu du NE 555 à un transistor, à l'aide d'une résistance de 470 ohm. Ce transistor, capable de supporter sans dommage plusieurs ampères, nous fournira le courant

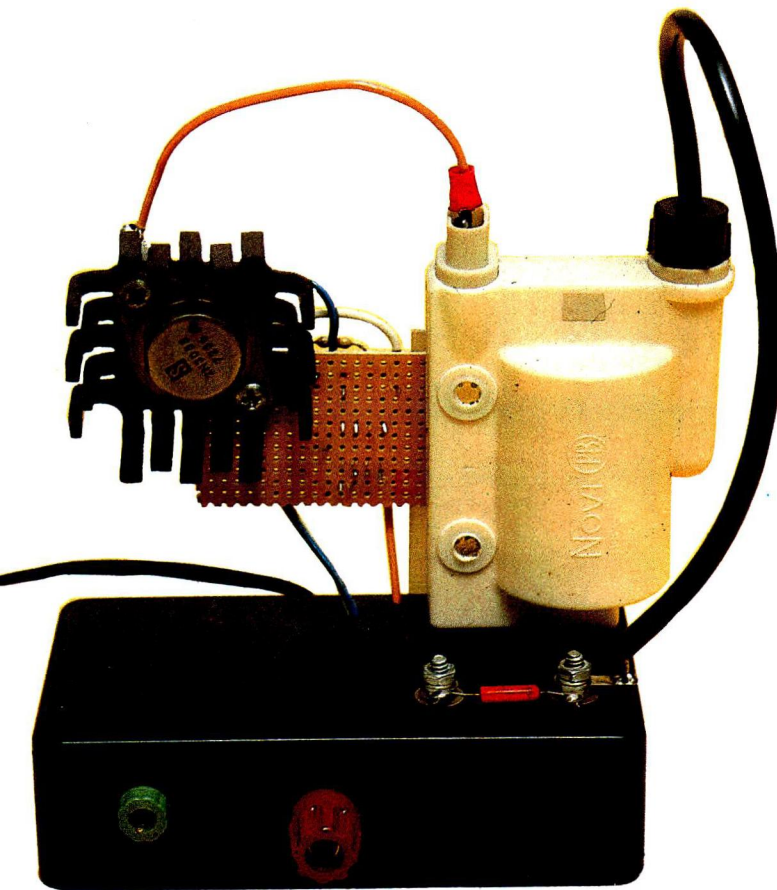
nécessaire pour une alimentation correcte du transformateur.

En ce qui concerne celui-ci, comme il n'est pas toujours facile de trouver des transformateurs haute tension chez les détaillants de pièces détachées d'électronique, nous utiliserons tout simplement une bobine d'allumage pour cyclomoteur. Il vous sera possible de trouver ce composant chez n'importe quel marchand de cycle. En ce qui nous concerne nous avons utilisé pour notre montage une bobine de mobylette, mais tout autre modèle devrait convenir pour ce montage. Nous attaquerons donc son primaire, situé entre les boulons de fixation et une cosse contact, par le courant alternatif délivré par le transistor de puissance, et nous obtiendrons sur le secondaire, connecté entre les boulons de fixation et le contact destiné au câble d'allumage, une haute tension alternative. Avant de pouvoir utiliser cette tension il sera nécessaire de la redresser. À cette fin nous utiliserons une diode.

La réalisation de ce montage sera un peu particulière. Car en raison des tensions mises en jeu, il ne sera pas possible de le réaliser entièrement sur une plaquette de câblage à cause de l'insuffisance d'isolation entre les pistes cuivrées. Nous scinderons donc le montage en deux parties ; l'une en basse tension câblée sur plaquette, l'autre en haute tension réalisée sur un petit boîtier en plastique que nous utiliserons comme châssis. Il supportera la bobine d'allumage, la diode haute tension, que nous fixerons à l'aide de boulons et de cosse à souder (voir la photo) ainsi que les deux bornes de sortie du générateur. Ceci lui donne d'ailleurs un petit air rétro qui n'est pas déplaisant pour ce type de montage.

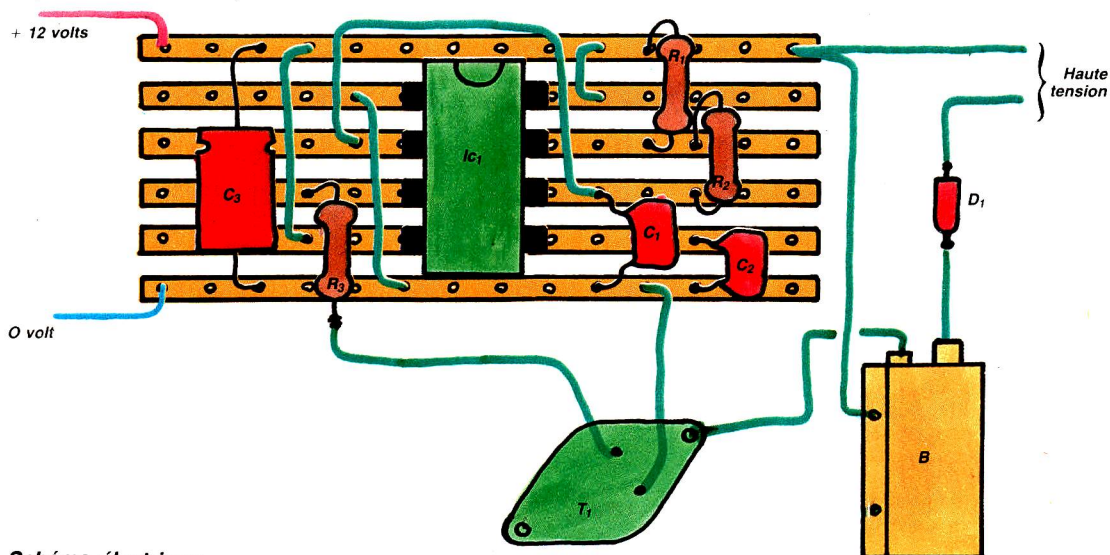
La mise en route ne doit pas poser de problème. Dès la mise sous tension le générateur doit démarrer en un léger sifflement. Pour s'assurer qu'il débite bien de la haute tension il suffit d'approcher doucement un fil relié à la cosse de masse de sa sortie et un arc électrique de quatre à cinq millimètres doit se former.

Si, comme nous l'espérons, tout se passe bien, il est à présent possible de réaliser notre première expérience ; le pendule électrostatique. Pour cela nous réaliserons

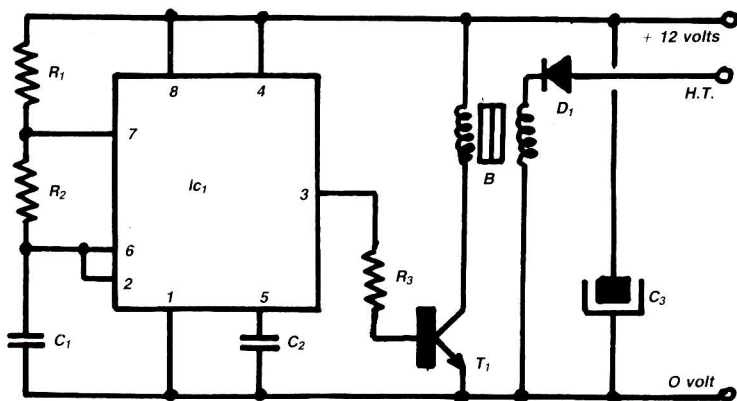




## Implantation des composants



## Schéma électrique



## Nomenclature

$R_1 = R_3 = 470$  ohms (jaune, violet, brun, or)  
 $R_2 = 4,7$  Kilohms (jaune, violet, rouge, or)  
 $C_1 = 0,1$  microfarad  
 $C_2 = 22$  nanofarads  
 $C_3 = 100$  microfarads, 30 volts  
 $IC_1 = NE 555$   
 $T_1 = 2N 3055$   
 $D_1 = BY 184$  (ou équivalente)  
 $B =$  bobine d'allumage pour vélomoteur.

## Accessoires

Boîtier plastique  
 Bornes de contact  
 Entretoises  
 Radiateur pour transistor (2N 3055)  
 ou plaquette métallique, et pour les expériences : Hobbystyrène  
 ou plexiglass, balles de ping-pong  
 Feuilles d'aluminium ménager  
 Fils électriques à forte isolation et  
 ... beaucoup de soin.

une petite potence en matière isolante (hobbystyrène, plexiglass, etc...) à laquelle nous suspendrons, à l'aide d'un fil, une boule de polystyrène expansé recouvert d'une feuille d'aluminium. De part et d'autre de cette boule, au repos, nous placerons deux balles de ping-pong également recouvertes d'aluminium. L'écart entre chacune d'entre-elles et la boule du pendule devra être de cinq millimètres environ.

Nous raccorderons alors chaque balle à une borne du générateur par des fils électriques munis d'un isolant aussi épais que possible.

Une fois le générateur mis en route, nous lancerons le pendule (par son fil afin d'éviter de désagréables secousses) et le mouvement sera entretenu par charge et décharge de la boule.

Pour être convaincante cette expérience doit, si possible, être effectuée par temps sec et sur un support aussi isolant que possible. Le mois prochain nous vous indiquerons comment augmenter la puissance de votre générateur et nous vous présenterons d'autres expériences. Encore une fois rappelez-vous que bien que peu dangereux le générateur peut occasionner de fortes secousses si vous l'utilisez mal. Entourez donc vos essais du plus grand soin et évitez de laisser de jeunes enfants utiliser seuls ce montage.

Henri-Pierre PENEL  
 et Olivier GUTRON □



## LA LOGIQUE DANS LE DÉBUT DE PARTIE

**Blancs :** Yang.

**Noirs :** André Moussa.

**Date :** 25 mars 1984, finale du championnat de France, 2<sup>e</sup> partie.

**Résultat :** blanc gagne de 3,5 points.

► Les 4 coins sont occupés en 4 coups comme c'est très souvent le cas ; noir, ayant le trait est plus normalement en position de "construire" que le blanc. Le coup 5 renforce un coin ; la formation 3-5, 2 pierres dans un coin est appelée *Shimari*.

**Développement et direction.** En général, on préfère éviter de laisser le noir construire deux *Shimari*, ce qui arriverait par exemple si le blanc jouait 6 en 15, noir répliquant en 6 ; le coup 5 ne force pas le blanc à jouer en 6 ou en "a", mais il y pousse.

Pourquoi le noir choisit-il de faire un *Shimari* en 5 plutôt qu'en 6 ? La formation 3-5 "regarde" dans la direction de la pierre noire 1, alors que 1-6 regarderait la pierre blanche 2. 5 est un coup constructif parce qu'il valorise la zone où le noir est fort. Une formation noire 1-6-3 serait trop "plate".

Une conséquence : si le noir jouait 6, blanc répondrait en 5, se développant à partir de ses propres positions ; on aurait alors l'impression que le blanc occupe déjà davantage de terrain que le noir qui, lui, aurait trop investi dans le secteur nord.

Le coup 5 entraîne par conséquent le blanc à plonger en zone noire ce qui permet au noir, avec 7 de faire d'une pierre deux coups : le noir prend en tenaille la pierre blanche 6, et se développe à partir de son *Shimari* 3-5. pour ne pas être attaqué trop sévèrement, le blanc choisit de stabiliser tout de suite la pierre 6 ; la séquence 8-13 est classique. Au lieu de 9, le noir peut résister en jouant 10 ; dans ce cas blanc joue 9, noir coupe en

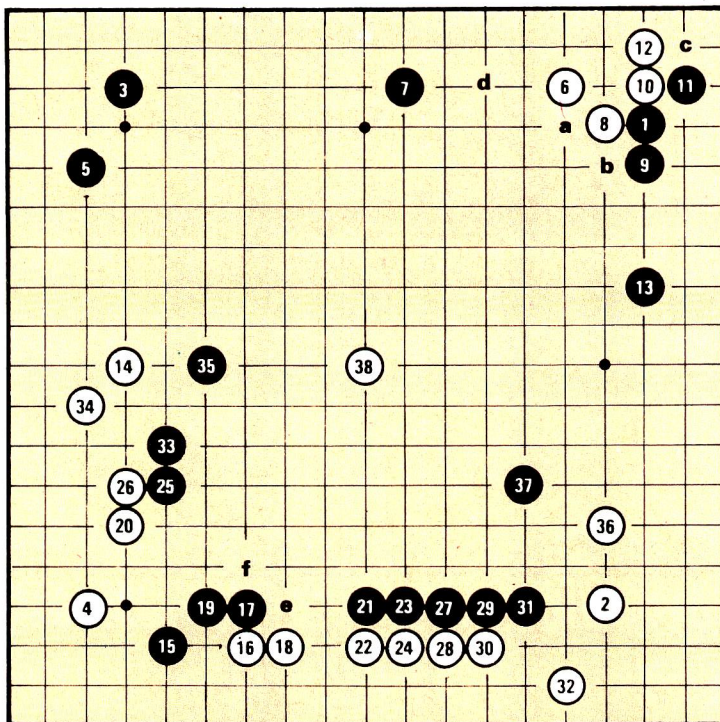


Figure 1, coups 1 à 38

"b" ; il s'ensuit le **diagramme 1**, où le noir sacrifie le coin mais gagne l'influence extérieure et l'initiative. Après 13 (**Fig. 1**), le blanc a à sa disposition les coups "c" et "d" pour assurer sa base de vie et prend l'initiative en jouant 14.

Une stabilisation rapide vise à rendre toute la zone inintéressante ; le blanc peut construire à son tour ; mais il doit prendre garde à ne pas laisser le *Shimari* noir se développer sur les deux bords — ouest après nord ; 14 est un coup constructif qui limite aussi l'expansion noire.

**Le point critique.** L'approche noire en 15 est naturelle et 16 est la prise en tenaille sévère. Le coup de contact en 17 vise à stabiliser rapidement les pierres noires ; normalement blanc répond en "e" et noir en 19 ou "f". 18 est en fait un coup violent, visant à éviter la stabilisation noire ; mais le blanc est pris à son propre piège et 21 est très sévère, coupant l'accès au centre des pierres blanches ; le noir, après 24, doit cependant échanger 25 pour 26 pour consolider le blocus ; il contraint ensuite le blanc à aller se connecter à la

pierre 2, puis parachève la construction de son mur avec les coups 35 et 37. Il est vrai que le blanc fait, pendant ce temps-là, beaucoup de territoire, mais il faut tenir compte du fait qu'au départ il y avait 3 pierres blanches dans

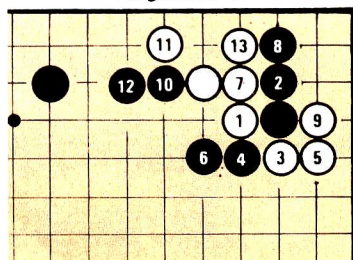
### AVIS AUX AMATEURS

*S'il y avait encore de nouveaux amateurs — ce que nous espérons — qui souhaiteraient percer les "mystères" du Go, jeu trop souvent considéré à tort comme occulte, nous rappelons que cette rubrique "initiation" a commencé dans notre numéro de septembre 1981 (S. & V. n° 768).*

cette zone. Heureusement pour le blanc, il y a quelques failles dans ce mur, sinon le coup 38 serait vraiment démesuré. C'est en tout cas un coup agressif, à la limite de ce que le blanc peut se permettre. Tout l'intérêt de la partie se concentre sur l'immense potentiel d'attaque noir et l'aptitude du blanc à en minimiser les effets.

Pierre AROUTCHEFF □

Diagramme 1





## YANG, CHAMPION DE FRANCE

► Le fait qu'un Asiatique, en l'occurrence Yang, coréen d'origine, mais japonais de culture, gagne le championnat de France n'est pas le signe que n'importe quel asiatique sera toujours plus fort qu'un occidental.

Bien qu'amateur, Yang n'est pas le premier venu. Il a été sélectionné dans l'équipe de Tokyo, a été capitaine d'une équipe universitaire de 1<sup>re</sup> division et a été deux fois champion des médecins japonais. Il y a acquis une grande expérience des parties difficiles et son jeu le reflète : ténacité et aptitude à saisir la chance... et à ne pas la lâcher.

Le scénario des deux parties de la finale entre Yang et André Moussa a été le même, à ceci près que dans la première partie, André n'a eu pratiquement aucune chance après une catastrophe précoce, alors que, dans la deuxième, il a gâché une partie en or en se faisant tuer un groupe vivant par excès de confiance. Il a ensuite réussi à remonter presque tout son

**Coups 101 à 203 (notés 1 à 103), 45 en 15, 77 capture 20, 80 en 20, 94 et 42, 95 recapture en debout de 20, 97 en 15, 100 en 42, 103 en 15.**

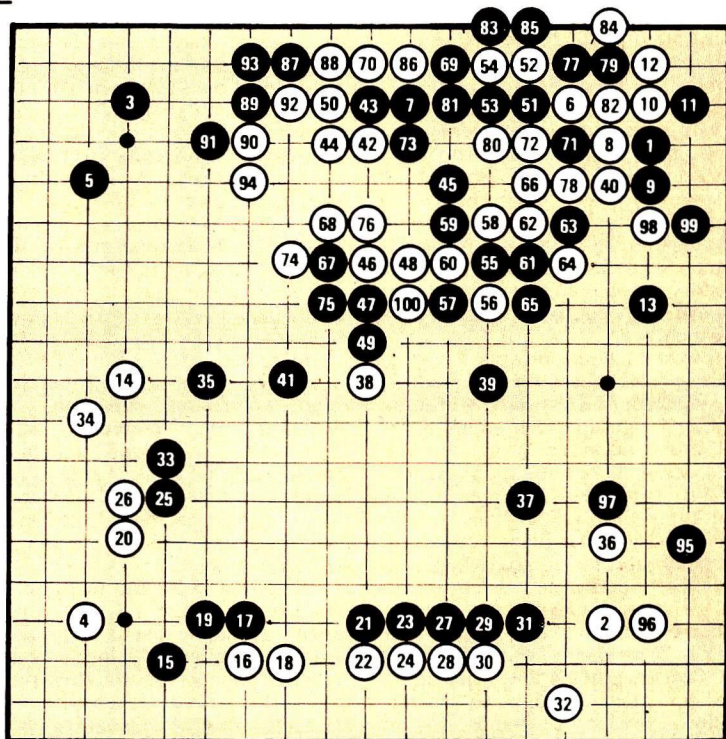


Figure 2

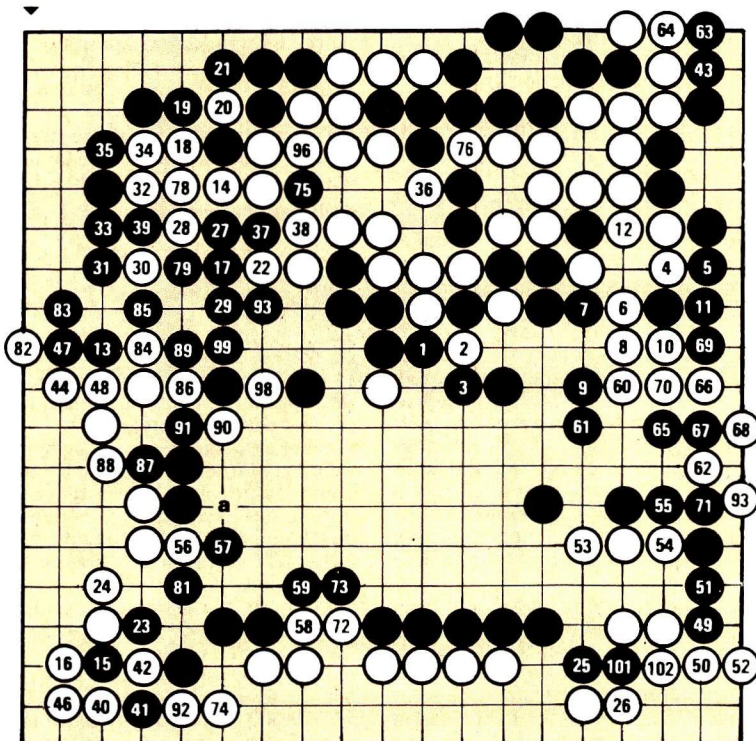


Figure 3

retard, sauf l'essentiel, les quelques points que Yang n'était pas disposé à lâcher.

Dans le début de partie commentée dans la rubrique voisine (Fig. 1), Moussa avec les noirs exploite brillamment le coup 18 des blancs, trop optimiste. Après 38 (Fig. 2), il lui reste à transformer en points une position splendide. Il commence prudemment avec 39 et 41. Le blanc aurait sans doute dû jouer 40 et 41 — menaçant de combiner autour de 35, mais 40 suit un principe selon lequel il vaut mieux avoir un groupe faible que deux instables. Il a peut-être espéré, en outre, que le noir répondrait directement à son coup.

Après 41, il est normal de ne pas chercher à sauver à tout prix la pierre 38 ; le noir a investi deux pierres supplémentaires. 42 frappe à "l'épaule" de la pierre 7 et le blanc compte sur cette menace pour aller récupérer la pierre 38 ; 47 intercepte, suivi de 49 qui pouvait sans doute être joué en 100. Le blanc avec 50 se retourne contre les pierres noires. La coupe en 57 est un peu optimiste et, après 66, le noir doit vivre sur place. Il a tout bien calculé : 73 menace



PRESSION ATMOSPHÉRIQUE  
ET ALTITUDE

la coupe en 76 et permet de faire un deuxième œil ; le seul impondérable c'est que sa main joue à la place de sa tête 71 est mauvais ; il vaut mieux couper directement en 77, mais surtout 79 est un coup suicidaire. Il faut capturer tout de suite en 85 et faire ensuite un deuxième œil. Après 80 noir peut récupérer le coin en jouant 82, mais il préfère utiliser son groupe mort mais pas encore capturé pour faire des points à droite et à gauche.

Il y est d'ailleurs aidé par Yang qui ne se remet pas immédiatement du cadeau qui lui est fait : 86 tue en effet le groupe noir, mais 87 le tuerait tout autant et préviendrait le début de récupération - 87-93 - qui assure au noir une bonne quinzaine de points dans le coin Nord-Ouest. Le blanc cèdera encore beaucoup de points par prudence, s'accrochant à l'avantage — énorme — acquis par miracle. Il parvient cependant à se frayer (Fig. 3) un chemin vers le bord Est (104-112, notés 4 à 12) qui limite le potentiel noir dans ce secteur. Noir, pendant ce temps, fait le maximum avec 13-15-17 ; pour être tout à fait sûr de capturer les pierres noires, le blanc rajoutera 2 coups, en 36 et 76 ; il laissera aussi le noir jouer 43, alors que 43 — ou 69 — aurait forcé le noir à vivre. 74 sauvegarde une petite avance blanche, qui est confirmée quand blanc lance le KO avec 94. À partir du coup 204, il y a eu quelques erreurs dans la notation de la partie, dues à la cadence rapide des joueurs et à la retransmission vidéo. Le blanc a beaucoup de menaces au centre, en commençant par couper en "a" et gagne finalement de 3 1/2 points, alors qu'avant 86 son avance dépasse la vingtaine de points.

Pierre AROUTCHEFF □

## À NOTER

Les deux meilleurs joueurs français sont en forme : Pierre Colmez s'est classé 6<sup>e</sup> au championnat du monde amateur, à Tokyo ; il y avait un joueur par pays et derrière les intouchables Chinois, Coréens et Japonais, seuls Schlemper (Pays-Bas) et Mac Fadyen (G.B.) ont fait mieux que Pierre. André Moussa a gagné le tournoi d'Elsevier, aux Pays-Bas, un des classiques européens, en battant Yoo, Coréen, 6<sup>e</sup> Dan, pratiquement imbattable ces derniers temps.

► Comme chacun sait, la pression atmosphérique diminue à mesure que l'on s'élève en altitude d'environ 1 millibar (mb) tous les 9 mètres. C'est pourquoi les baromètres de salon (dits anéroïdes) doivent être corrigés de l'altitude du lieu d'observation.

Une petite vis située sur la face arrière du boîtier permet ce réglage. De la sorte, la pression indiquée n'est plus la pression réelle mais sa valeur corrigée pour le niveau de la mer. Seule cette dernière, en effet, permet de savoir si l'on est en régime anticyclonique (pression supérieure à 760 mm de mercure, soit 1 013 mb) ou dépressionnaire (moins de 760 mm). Faute d'effectuer cette correction, un baromètre installé par plus de 500 mètres d'altitude n'indiquera jamais le beau temps !

Pour les baromètres à mercure il n'y a évidemment pas de correction possible, le niveau du liquide étant ce qu'il est. Une échelle graduée mobile est toutefois placée en regard de la colonne de mercure : il suffit de la faire glisser vers le bas de la valeur voulue pour que la lecture donne directement la pression ramenée au niveau de la mer.

Un baromètre anéroïde, transporté lors d'une excursion en montagne (ce qui n'est évidemment pas possible avec un baromètre à mercure, plus encombrant et plus fragile) pourra donc être transformé en altimètre. À condition d'avoir relevé avant le départ la pression du moment (réelle ou corrigée, cela importe peu). Les altimètres des avions de tourisme ne fonctionnent pas autrement.

Le calcul serait somme toute assez simple si le gradient de pression, c'est-à-dire le rythme de sa décroissance avec l'altitude, était linéaire. En fait il n'est pas régulier mais exponentiel. De 1 mb tous les 9 m au niveau du sol, il décroît de 1 mb tous les 36 m à 12 km d'altitude, qui correspond à la tropopause, limite supérieure de l'atmosphère météorologique (troposphère).

Il est donc intéressant d'écrire un petit programme de calcul indiquant précisément l'altitude atteinte lors d'une escalade, par simple lecture d'un baromètre anéroïde. On peut de la même façon déterminer son altitude à l'occasion d'une ascension en

montgolfière, un sport qui se développe de plus en plus. Enfin, ne l'oublions pas, ce programme permet, à l'inverse, de calculer la correction, en millibars et millimètres à appliquer à un baromètre de salon pour qu'il affiche une pression "réduite" au niveau de la mer.

## Formulation

L'équation complète permettant ce calcul est issue d'une part de l'équation hydrostatique (l'atmosphère pouvant être considérée en première approximation comme un fluide en équilibre), et d'autre part de l'équation des gaz parfaits. Respectivement :  $dP = -\rho g dh$  (variation de pression en fonction de l'altitude) et  $P = n K T$ .

Avec  $\rho$  masse volumique de l'air,  $g$  accélération de la pesanteur (980.6 gals),  $K$  constante de Boltzman ( $1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$ ),  $n$  concentration particulaire,  $T$  température absolue en Kelvin.

La formule résultante fait intervenir une intégrale :

$$P(h) = P_0 \exp\left(-\int_{h_0}^h \frac{dh}{H}\right),$$

car il convient d'intégrer les variations de pression entre l'altitude de départ et l'altitude finale.

Après intégration on aboutit à la

$$\text{relation } \frac{P}{P_0} = \left(1 - \frac{0.19 \Delta h}{8.43}\right)^{10.19}$$

$P/P_0$  désignant le rapport de pression pour deux altitudes distantes de  $\Delta h$  kilomètres ( $\Delta h = h - h_0$ ).

Ceci permet de connaître  $\frac{P}{P_0}$  à par-

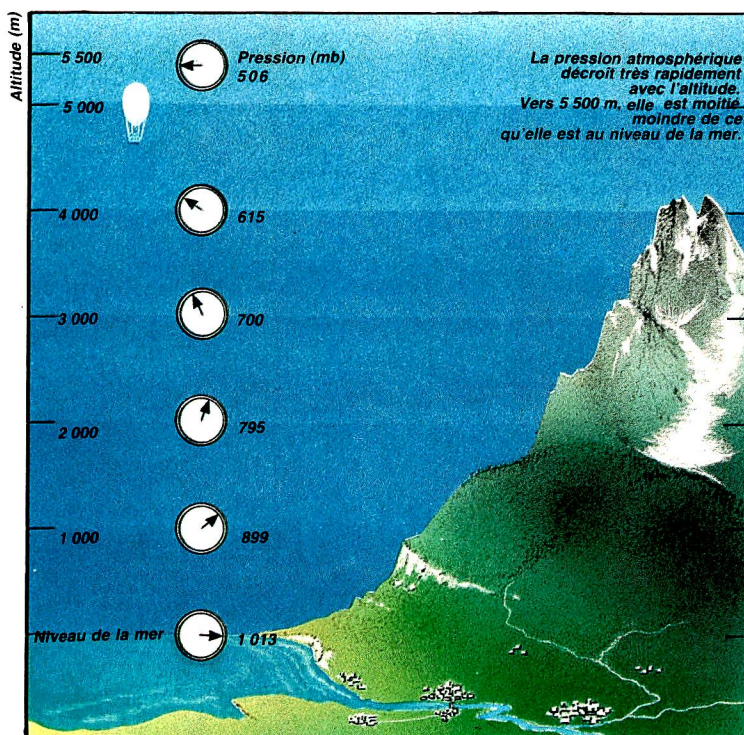
tir de  $\Delta h$  où réciproquement grâce à la formule inverse  $\Delta h =$

$$\left[1 - \left(\frac{P}{P_0}\right)^{0.19}\right] \times \frac{8.43}{0.19},$$

où  $P_0$  est la pression de départ (1 013,25 mb au niveau de la mer),  $dh$  la variation d'altitude (en km),  $H$  l'échelle de hauteur.

L'échelle de hauteur est l'augmentation d'altitude qui entraîne une baisse de pression dans le rapport  $e$ , base des logarithmes népériens, c'est-à-dire 2.712. Autrement dit, à chaque fois que l'on s'élève de  $H$  la pression se trouve divisée par 2.7 (en supposant constantes les caractéristiques de l'atmosphère). La valeur de  $H$  varie assez peu dans la troposphère. On a  $H = 8.43$  au niveau du sol, et  $H = 6.53$  à 10 000 mètres d'altitude, l'échelle de hauteur passant par un minimum de 6.2 au niveau de la





tropopause, pour croître ensuite de nouveau. Dans la troposphère cette décroissance est quasiment linéaire, compte tenu de la précision des mesures, et nous pouvons appliquer cette relation linéaire :  $H = 8.43 - (0.19 h)$ ,  $h$  étant l'altitude réelle (en km) au-dessus du niveau de la mer. Suivant le cas choisi, opter pour la clé 0 ou 1 :

0 : étalonnage d'un baromètre de salon, calculer la correction à appliquer, en mb et en mm.

1 : détermination d'une altitude en utilisant un baromètre comme altimètre.

Clé 0 :

● entrer l'altitude du lieu ( $dh$ ) en km

● calculer la pression standard à l'altitude considérée

$$P = P_0 \left( 1 - \frac{\Delta h}{44.3} \right)^{5.26}$$

où  $P_0 = 1\,013.25$  mb.

● calculer la différence de pression

$$dP \text{ (mb)} = 1\,013.25 - P$$

● convertir en mm

$$dP \text{ (mm)} = dP \text{ (mb)} \times 0.75$$

Clé 1 :

● entrer  $P_1$  pression de départ.

$P_2$  pression à l'arrivée

● corriger  $P_2$  de l'effet atmo-

sphérique du moment (on obtiendra  $P_3$ ) à l'altitude de départ  $P_1$

$$P_3 = 1\,013.25 \left( 1 - \frac{h_1}{44.3} \right)^{5.26}$$

$$C = P_3 - P_1$$

$$P_4 = P_2 + C$$

● Calcul de l'altitude du point d'arrivée :

$$h_2 = 44.3 \left[ 1 - \left( \frac{P_4}{1\,013.25} \right)^{0.19} \right]$$

### Application

1. Correction à appliquer à un baromètre installé dans un chalet de montagne à 1 050 m d'altitude ?

Clé 0 : entrer  $\Delta h = 1.050 - 0 = 1.05$  km

$$P = 1\,013.25 \left( 1 - \frac{1.05}{44.3} \right)^{5.26}$$

$$= 893.1 \text{ mb.}$$

$$\text{Correction } \Delta P = 1\,013.25 - 893.1 = 120 \text{ mb.}$$

soit  $120 \times 0.75 = 90$  mm de mercure.

Par conséquent, toutes les valeurs relevées avec le baromètre devront être majorées de 90 mm si on veut établir une précision météorologique convenable.

2. Au départ d'une excursion le baromètre utilisé comme altimètre

indique une pression de 922 mb. Après une demi journée d'escalade il indique 885 mb. De combien les randonneurs se sont-ils élevés par rapport à leur point de départ ? Altitude du point de départ : 700 m.

$$\text{Clé 1 : } P_3 = 1\,013.25$$

$$\left[ 1 - \frac{0.7}{44.3} \right]^{5.26} = 931.8 \text{ mb.}$$

(la pression relevée étant de 922 mb, nous sommes en zone dépressionnaire.)

$$P_4 = 931.8 - 922 + 885 = 894.8 \text{ mb et } h_2$$

$$= 44.3 \left[ 1 - \left( \frac{894.8}{1\,013.25} \right)^{0.19} \right] = 1\,034 \text{ m.}$$

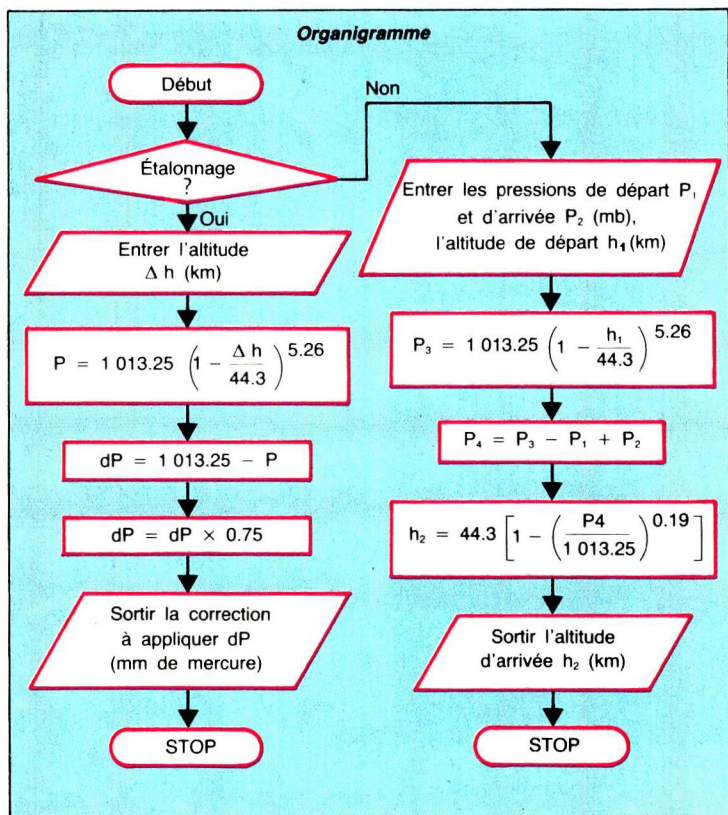
### SOLUTION DU NUMÉRO PRÉCÉDENT

"Déterminer les périodes de visibilité des satellites artificiels".

Programme pour HP-11C

001	LBL A	×
	DEG	$x^2$
	RCL 0	$1/x$
	RCL 1	RCL.0
	+	×
	2	RCL 4
	÷	COS
	6	050 ×
	3	2
010	7	.
	8	3
	+	7
	STO 8	8
	1	CHS
	.	EEX
	5	7
	yx	×
	6	060 .
	0	9
020	2	8
	8	5
	.	6
	9	3
	÷	-
	STO 9	STO.1
	$1/x$	RCL 2
	1	TAN
	4	070 RCL 4
	4	TAN
030	0	÷
	×	$\sin^{-1}$
	STO.0	9
	RCL 0	0
	6	RCL.1
	3	3
	7	6
	8	0
	+	080 +
	RCL 8	4
040	÷	÷
	$x^2$	RCL.0
	RCL 8	÷





	—	RCL 7
	$x \neq y$	—
	—	2
	RCL 3	4
	+	×
090	R/S	120 3
	1	6
	RCL 2	0
	SIN	RCL.1
	RCL 4	—
	SIN	÷
	÷	RCL.0
	SIN <sup>-1</sup>	+
	9	→ H.MS
	0	R/S
100	÷	130 4
	—	RCL.1
	RCL 9	×
	×	R/S
	2	6
	4	3
	0	7
	÷	8.
	RCL 5	RCL 8
	→ H	÷
110	+	140 cos <sup>-1</sup>
	STO.0	R/S
	→ H.MS	6
	R/S	9
	RCL 3	

5	—
RCL.1	5
ABS	.
÷	5
4	÷
150 5	+
RCL 6	158 R/S

### **Mode d'emploi**

● Les données suivantes sont à introduire en mémoire. Elles ne seront pas modifiées en cours de programme.

● Les altitudes maxi ( $h_1$ ) et mini ( $h_2$ ) en km, en STO 0 et STO 1 respectivement.

- La latitude  $\phi_0$  et la longitude  $\lambda_0$  de la base de lancement, en degrés décimaux, en STO 2 et STO 3 respectivement.

● L'inclinaison  $i$  de l'orbite, également en degrés, en STO 4.

- L'heure du lancement Ho en STO 5. Ho doit être introduite en heures, minutes et secondes (format HH.MMSS).

- La latitude  $\phi_1$  et la longitude  $l$  de l'observateur, en degrés décimaux, en STO 6 et STO 7.

- Démarrer l'exécution en appuyant sur A.
- La machine affichera successivement (faire R/S) :
- La longitude  $Lo$  du premier apex, en degrés ;
- L'heure de passage (H.MS) pour cet apex. Une heure supérieure à 24 signifie que ce passage a lieu le lendemain du lancement.
- L'heure de passage par l'apex du méridien observateur.
- La pente de la ligne centrale, en mn/jour.
- L'angle géocentrique  $A$ , en degrés décimaux.
- La demi-période  $\Delta t$  (en jours).

Programme pour PC-1212 (ci-dessous)

```

510R=V/SIN(
ITE=SATELLIT
ES=ARTIF ICI
ELS
101DEGREE
201INPUT "ALTIT
UDE MAX= ? K
M "I J
301INPUT "ALTIT
UDE MINI= ?
KM "I K
401INPUT "LATIT
UDE BASE = ?
DEG "I F
501INPUT "LONGI
TUE BASE =
? DEG "I L
601INPUT "INCLI
NAISON = ? D
EG "I I
701INPUT "HEURE
LANCHT= ? H.
M (TU) "I H
801INPUT "LATIT
UDE OBS. = ?
DEG "I G
901INPUT "LONGI
TUE OBS. = ?
DEG "I M
1001A=(J+K)+2+63
78
1101T=A*.5/6028
.9
1201E=(J+6378)/A
-1
1301B=1440-T
1401B=-2.378E+
COS (I)/W/(A
-1-E+E)*2
1501B=B-.09563
1601P=360/B
1701V=ASN (TAN (
F)/TAN (I))
1801Z=90-(360/B
/4/N
1901X=L+2-Y
2001U=ASN (SIN (
F)/SIN (I))
2101D=T/4+(1-U/J
0)
2201M=INT (H)
2301M=(H-W)/0.6+
W+D/60
2401S=L-M
2501R=S/24*(360-
B)
2601V=R+W
2701P=1440/P
2801O=ACS (6378/A
)
2901C=.69.5/ABS (
B)+45-G)/5.
5
3001Q=INT (W)
3101Q=Q+(W-Q)*0.
6
3201P=PRINT USING
"#####"I"L
ONG. IER APEX
X="I"X" DEG"
3301P=PRINT USING
"#####"I"A
I"Q" H.M (TU
)"
3401Q=INT (V)
3501Q=Q+(V-Q)*0.
6
3601PRINT "APEX
OBS. A" I"Q"
3701PRINT "PENTE
"="I"PI" MN/J
OUR"
3801PRINT "ANGLE
DEGC. ="I"O
DEGC"
3901PRINT "DEMI-
PERIODE="I"CI
"JOURS"
4001GOTO 10

```

### Mode d'emploi

Précisons que les angles doivent être donnés en degrés décimaux, et l'heure sous forme sexagésimale (HH.MM). Les résultats seront calculés sous la même forme respectivement. Si l'heure de passage par l'un des deux apex est supérieure à 24 h, c'est qu'on se trouve au lendemain du lancement. Comme d'habitude, les données ne sont pas modifiées au cours de l'exécution.

programmation **Daniel FERRO** □



## C'EST PLUS, C'EST MOINS !

► Ce mois-ci, notre programme est inspiré d'un jeu radiophonique où il faut deviner le prix d'un appareil.

Le ZX 81 tirera un nombre au hasard compris entre 0 et 1 000 qu'il vous faudra trouver en moins de dix coups. Pour cela l'ordinateur vous dira si le nombre que vous avez choisi est supérieur ou inférieur au nombre tiré par : "c'est plus" ou "c'est moins". Une note, sur 20, vous sera attribuée. Si toutefois vous n'avez pas trouvé au dixième coup, le ZX 81, bon prince, vous donnera une chance de plus en précisant : « Attention, c'est votre dernière chance. » Puis, en désespoir de cause, si vous n'avez toujours pas trouvé, il

prendre.

À présent nous allons effacer l'écran ; d'où l'ordre CLS de la ligne 30. Puis commence la présentation du jeu. L'ordinateur nous indiquera qu'il a choisi un nombre grâce à l'ordre PRINT suivi de la phrase "J'ai tiré un nombre compris entre 0 et 1 000 ; votre nombre ?" de la ligne 40. La ligne 41 n'est là que pour espacer cette question d'une ligne par rapport au reste de l'écran. Nous pouvons alors commencer le test de comparaison entre le nombre choisi et le nombre "secret". Comme l'on veut au total disposer de 11 coups pour trouver la solution, nous utiliserons une boucle FOR-NEXT pour répéter 11 fois le test

ligne 230.

Tout se passe donc ainsi dès que le nombre est découvert, si par contre il ne l'est pas le programme reste dans la boucle FOR-NEXT. Au dixième tour de boucle, la ligne 100 provoque l'affichage de la phrase : "Attention, c'est votre dernière chance.", puis, si le nombre n'est toujours pas découvert l'ordinateur rencontre la ligne 110 et affiche alors "perdu" suivi du nombre à découvrir. Si vous avez trouvé la solution au onzième coup, le ZX 81 vous dira tout de même "bravo", mais il vous attribuera la note 0/20. Pour finir les lignes 120 et 130 ont le même rôle que les lignes 220 et 230 ; elles arrêtent le programme pour laisser

```

20 LET B=INT (RND*1000)
30 CLS
40 PRINT " J'AI TIRE UN NOMBRE
50 COMPRISE ENTRE 0 ET 1000; VOTRE
60 NOMBRE ?"
41 PRINT
42 FOR S=0 TO 20 STEP 2
50 INPUT N
60 IF N>B THEN PRINT N;" C EST
70 MOINS."
70 IF N<B THEN PRINT N;" C EST
80 PLUS."
80 IF B=N THEN GOTO 200
100 IF S=10 THEN PRINT "ATTENTI
110 ON, C EST VOTRE DERNIERE CHANCE"
120 NEXT S
130 PRINT
140 PRINT "PERDU, LE NOMBRE ETA
150 IT "
160 PAUSE 500
170 GOTO 20
200 PRINT
210 PRINT "BRAVO; VOTRE NOTE ES
220 T (20-S); "/20."
230 PAUSE 500
240 GOTO 20

```

```

J'AI TIRE UN NOMBRE COMPRISE
ENTRE 0 ET 1000; VOTRE NOMBRE ?

500 C EST PLUS.
600 C EST MOINS.
700 C EST PLUS.
800 C EST MOINS.
900 C EST PLUS.
700 C EST PLUS.
780 C EST PLUS.
790 C EST MOINS.
785 C EST PLUS.
786 C EST PLUS.
ATTENTION, C EST VOTRE DERNIERE
CHANCE.
787 C EST PLUS.

PERDU, LE NOMBRE ETAIT 788

```

▲ L'écran

◀ Notre programme

vous donnera le nombre à découvrir.

Comme vous allez pouvoir le constater le programme en lui-même est extrêmement simple ; c'est pour cette raison — car il occupe peu de place en mémoire — qu'il nous a été possible de le munir de ces diverses fioritures. Passons donc à son écriture. Nous allons commencer par tirer un nombre aléatoire compris entre 0 et 1 000 que l'ordinateur conservera en mémoire. Cette opération est réalisée par la ligne 20 qui attribue à la variable B cette valeur. Nous vous rappelons que INT (partie entière) et RND (aléatoire, de l'anglais *random*) sont des mots clé. Pour les obtenir il faut respectivement taper SHIFT et NEW LINE simultanément, puis R pour INT, et SHIFT et NEW LINE puis T pour RND. Il est très important de respecter les mots clé ; en effet si vous les tapez lettre à lettre au clavier, le ZX 81 sera incapable de les com-

(ligne 45 et 105 pour cette boucle). Le test en lui-même est réalisé grâce aux lignes 60, 70 et 80. En effet c'est grâce à ces trois lignes que l'ordinateur vous fournira une réponse comparant le nombre rentré au clavier, grâce à l'ordre INPUT de la ligne 50, au nombre en mémoire. S'il est trop petit le test de la ligne 70 commandera l'affichage sur l'écran des mots : "c'est plus", s'il est trop grand, la ligne 60, munie du test inverse, commandera l'affichage du message : "c'est moins". Si les deux nombres sont identiques la ligne 80 nous fera sortir de la boucle pour aller en ligne 200.

Celle-ci n'est également utilisée que pour espacer le texte. Nous imprimerons ce dernier à l'aide de la ligne 210 qui se chargera également du calcul de la note qui vous sera attribuée. Nous maintiendrons l'affichage environ 5 secondes par l'ordre PAUSE de la ligne 220 et nous relancerons le programme, pour un nouveau jeu à la

au joueur le temps de lire le résultat, puis le relancer en vue d'un nouveau jeu.

Si vous trouvez qu'il est trop simple de chercher un nombre compris entre 0 et 1 000 il est facile de modifier cela en remplaçant le 1 000 de la ligne 20 par 10 000 par exemple. N'oubliez cependant pas de modifier le commentaire de la ligne 40.

Si d'autre part la notation vous semble un peu sévère — car il faut avoir beaucoup de chance pour obtenir une note supérieure à 10/20 — il est possible de rendre le ZX 81 plus "coulant" en tapant 25-S au lieu de 20-S à la ligne 210. De cette manière les cinq premiers coups ne seront pas décomptés de la note du joueur.

Certes il y a peu de chances pour que ce jeu provoque une épidémie de méningites, mais il reste malgré tout une bonne illustration de l'emploi des tests sur le ZX 81. Il est possible d'alléger notablement ce programme sur les machines pourvues des tests IF-THEN-ELSE mais, malheureusement le ZX 81 est dépourvu de cette fonction.

Henri-Pierre PENEL  
et Olivier GUTRON □



ART'YTHMÉTIQUE

188	318	254	118	72	274	152	360	332	163	192	20	12	214	92	298	234	98	48
250	124	74	280	140	346	358	160	209	37	9	220	78	286	240	100	54	184	310
102	42	186	342	266	132	66	277	135	543	335	157	206	32	6	242	86	302	242
70	272	136	352	340	166	197	23	15	217	95	303	237	106	40	172	316	252	130
300	236	114	56	180	315	249	115	69	271	149	355	329	155	200	36	14	216	80
138	358	336	158	193	29	17	223	83	289	243	103	57	189	313	258	116	58	278
228	94	294	239	97	39	183	309	263	127	63	269	143	359	337	159	194	34	8
18	218	87	287	229	107	43	187	317	253	117	67	283	147	349	327	167	198	38
154	191	31	5	225	89	291	231	105	55	185	311	251	129	65	285	151	351	334
201	21	1	221	81	304	241	101	41	181	321	261	121	61	281	141	361	341	161
28	11	211	77	297	233	111	51	177	307	257	131	71	273	137	357	331	171	208
324	164	195	35	13	215	79	295	245	109	45	175	319	255	133	75	275	144	344
354	328	168	203	25	3	219	93	299	235	99	53	179	323	265	123	68	268	134
84	304	246	104	49	173	305	259	119	73	279	139	345	333	169	204	26	4	224
282	146	348	326	162	207	33	7	213	91	293	247	113	47	182	306	248	126	62
232	110	46	190	322	256	125	59	267	145	347	339	165	196	22	10	226	90	292
120	60	276	150	356	330	156	205	27	19	227	85	296	230	96	50	176	320	260
52	178	308	262	122	76	284	142	353	325	153	202	24	16	222	82	288	258	112
314	264	128	64	270	148	350	342	170	199	30	2	210	88	290	244	108	44	174

Figure 1

► « Combien vous avez raison de souligner le caractère hermétique des carrés magiques », m'écrit Denis Biancalana, « la difficulté pour un profane de pénétrer dans cet univers. Et pourtant, quelle merveilleuse simplicité quand le voile est tombé. »

Denis Biancalana est l'auteur des beaux carrés magiques à effets statiques, publiés ici ces derniers mois. Il exprime sans doute ce que ressentent les "profanes" à la vue de ces pages, et il est important de répondre que cette réaction est là à la fois justifiée et injustifiée. En réalité les premiers pas dans les carrés magiques sont ridiculement faciles à accomplir. Il suffit de se préparer un carré de cases de taille minimum de 3 sur 3 et d'entreprendre de le remplir avec des entiers différents qui se suivent à partir de 1, avec l'objectif d'obtenir une même somme sur chaque ligne, chaque colonne et chacune des deux diagonales.

Bien sûr, il y a ensuite un bon chemin à parcourir entre ces premiers pas et un carré tel que celui de la figure 1. Mais que les profanes se rassurent : ce chemin n'est pas encombré de connais-

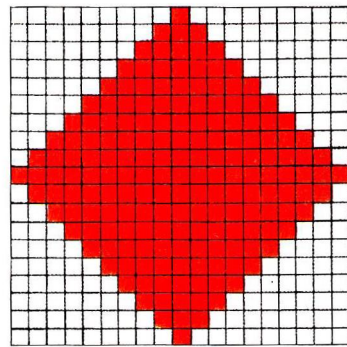


Figure 2

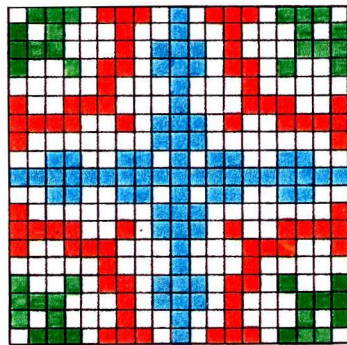


Figure 7

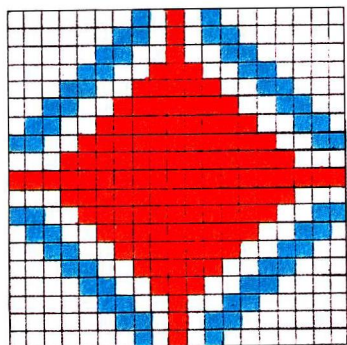


Figure 3

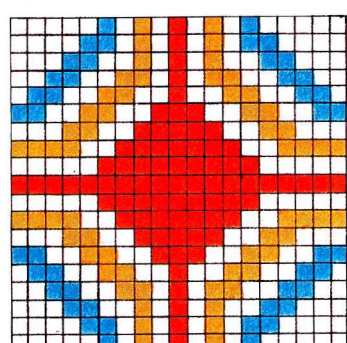


Figure 4

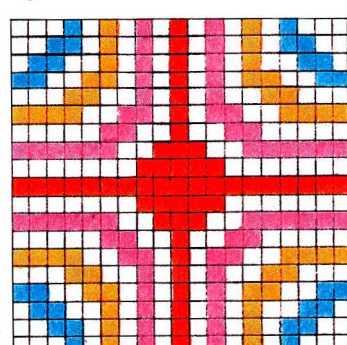


Figure 5

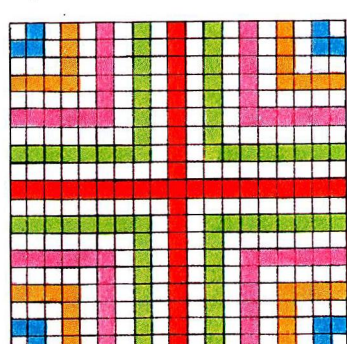


Figure 6



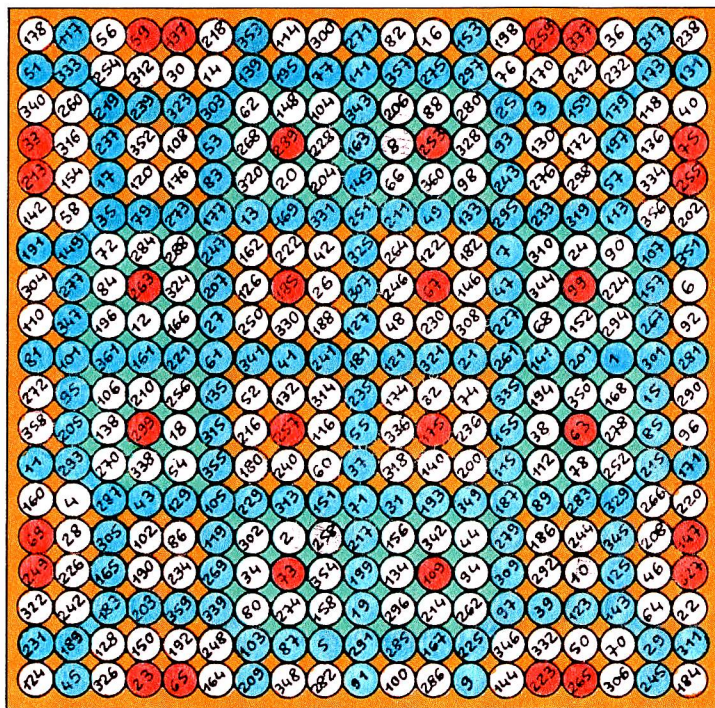


Figure 8

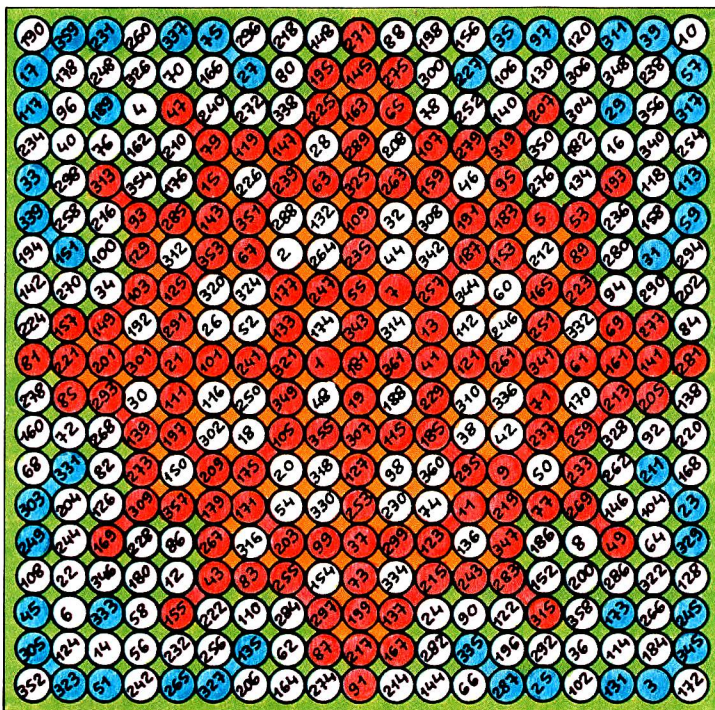


Figure 9

sances trop définitives. Les carrés magiques constituent plus une science naturelle, avec un lot de savoir approximativement classé, qu'une théorie mathématique, avec un ensemble de théorèmes sévèrement axiomatisés. Les meilleurs spécialistes tâtonnent, la gomme et le crayon à la main. Si vous pénétrez pour la première fois dans ce domaine, vous tâtonnerez aussi, mais avec beaucoup moins d'expérience.

En fait, les spécialistes ont un but constant dans leurs recherches : atteindre des connaissances plus précises, qui leur éviteront de tâtonner. Dans cette optique, Denis Biancalana me fait part de la construction d'un "magigraphe", appareil « qui permet, pour une dimension donnée, de construire tous les carrés quelle que soit la symétrie des nombres impairs. » En effet, Denis Biancalana se passionne pour les carrés magiques où les cases contenant les impairs se distribuent selon des formes remarquables ou des symétries particulières.

La figure 1 fait ressortir une symétrie simple, où les impairs d'un carré de 19 de côté sont rassemblés au centre en losange régulier (figure 2).

Les figures 3 à 7 révèlent quatre autres symétries réalisables presque automatiquement sur le magigraphe. Chaque couleur correspond à une même terminaison de nombres.

Hélas ! je n'ai aucune indication sur les plans et l'aspect réel du magigraphe, au point que j'ignore s'il est informatique, mécanique ou abstrait.

Imagineriez-vous ce qu'il peut-être ? Saurez-vous construire sans lui les carrés correspondant aux symétries ?

Les figures 8 et 9 vont au-delà, avec la réalisation de symétrie sur des carrés magiques géométriques, où les lignes, colonnes et diagonales ont un même produit. Dans ce domaine différent, peut-on obtenir des résultats sur de plus petits carrés ?

La figure 7 peut être doublée. Jusqu'où irez-vous dans cette symbiose du nombre et de la couleur ?

Pierre BERLOQUIN □



## LE COUP QUI TUE

► Une partie d'échecs est tout à fait comparable à un match de football où l'équipe gagnante serait la première à marquer un but. Pour inscrire ce but décisif, il faudra bien sûr, sauf grossière faute adverse, démontrer une meilleure stratégie : occupation du terrain, placement des joueurs, mobilité... Mais une domination "écrasante" ne suffira pas : il faudra aussi tirer... marquer ! De même, aux échecs, il faut savoir gagner une partie. N'espérez jamais que votre adversaire se suicidera. Ça arrive rarement, même quand sa situa-

tion est fort compromise. Et rien n'est plus irritant que d'entendre celui qui vient de perdre une partie invectiver son adversaire par des « mais cette partie était archi-gagnée ! ». Si c'était réellement le cas, ce qui n'est pas toujours vrai, c'est alors à lui-même que le joueur malheureux devrait s'en prendre : il n'a pas trouvé "le coup qui tue". Et généralement, c'est quand les commentateurs terminent leur analyse par un « et les blancs ont un net avantage »... qu'il faut commencer à bien jouer !

### ARNASSON-BISCHOFF

Chicago 1983

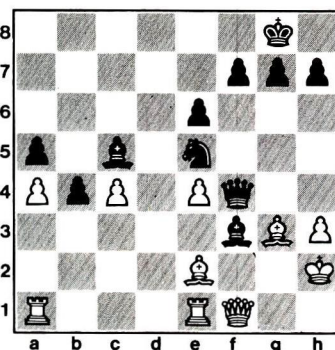
Défense sicilienne

- |            |            |                |                    |
|------------|------------|----------------|--------------------|
| 1. e4      | ç5         | 12. Dd4 (b)    | Cf6                |
| 2. Cf3     | Cç6        | 13. Fa3        | b6                 |
| 3. d4      | ç × d      | 14. Fd6        | Da7                |
| 4. C × d4  | e6         | 15. f5 (c)     | ç5                 |
| 5. Cç3     | Dç7        | 16. De5        | Fd7                |
| 6. Fe2     | Cf6        | 17. Fç4        | 0-0-0 (d)          |
| 7. 0-0     | a6         | 18. Fb8 !! (e) | D × b8             |
| 8. Rh1     | Fb4        | 19. F × a6+    | Db7                |
| 9. C × ç6  | d × ç6     | 20. F × b7+    | R × b7             |
| 10. f4     | F × ç3 (a) | 21. Tfbl       | les noirs abandon- |
| 11. b × ç3 | C × e4     |                | ment (f)           |

- a) Les noirs gagnent un pion mais au prix d'un considérable retard de développement.
- b) « ... et les blancs sont mieux ». Le retrait du Cavalier noir est forcé et le coup suivant des blancs interdit le petit roque aux noirs. Mais il reste... à gagner la partie.
- c) On ne le répètera jamais assez : « l'ouverture des lignes profite au camp le mieux développé. »
- d) Espérant 18. f×e, F×e6 ; 19. F×e6, f×e6 ; 20. D×e6+, Dd7 et les noirs ont redonné un pion mais restent avec une meilleure finale ! Il faut trouver... « le coup qui tue. »
- e) Et le voici ! Les noirs peuvent abandonner. Si 18. ... Db7 la suite est 19. F×a6+ ; 20. Dc7 mat.
- f) Ils sont en infériorité matériel (environ une pièce) et ce sont eux qui subissent l'attaque. La menace immédiate est 22. D×c5 et s'ils protègent le pion, a2-a4-a5 ne laissera aucune chance au Roi noir.

### Exercice n°

129



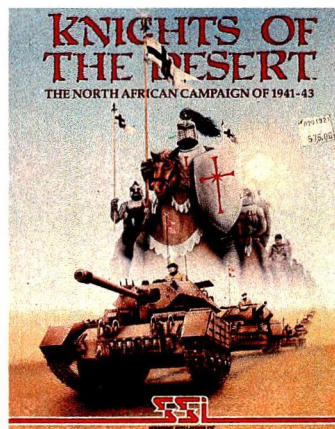
Malgré leur infériorité, les noirs ont une partie gagnée. Mais il reste à le prouver !

### Solution de l'exercice n° 128

1. ... Ce2+ ;
2. Rh2 (ou hl), T×h3++ ;
3. g×h3, Cdf4 suivi de
4. ... D×h3 mat.

Alain LEDOUX □

## LES CHEVALIERS DU DÉSERT



► Bien qu'elle soit terminée depuis près de quarante ans, la Seconde Guerre mondiale occupe encore un grand nombre d'esprits. Les uns se souviennent qu'eux-même ou leur famille ont été meurtris et les autres subissent d'une manière ou d'une autre la fascination d'une épopée sanglante, au sein de laquelle les traits d'héroïsme, de génie, voire de férocité furent légion.

Parmi les épisodes les plus marquants du conflit, la campagne d'Afrique du Nord qui opposa les armées du Commonwealth britannique aidées par des contingents polonais et français aux forces germano-italiennes connaît aujourd'hui encore une faveur toute particulière. Il est vrai que la personnalité des deux grands généraux qui s'opposèrent entre Tripoli et Alexandrie a été retenue par l'histoire. Erwin Rommel comme Bernard Montgomery étaient de cette trempe dont on fait les héros des livres de classe mais, de plus, le théâtre d'opérations se prêtait à un point tel à la guerre de mouvement ainsi qu'aux actions individuelles que les chevauchées des panzers et des rats du désert de la 8<sup>e</sup> armée s'apparentent dans bien des esprits aux plus fascinants épisodes des guerres de l'Empire.

Dans ces conditions, comment s'étonner de découvrir au catalogue des éditions américaines Strategic Simulations Incorporated un jeu concernant la campagne d'Afrique du Nord 1941-1943, pompeusement intitulé *Knights of the desert*, ce qui signifie "Chevaliers du désert" ?

En bref, nous avons affaire à une simulation stratégique dont les



cinq options concernent les deux grandes batailles livrées autour du port lybien de Tobrouk en 1941 puis, en 1942, la bataille d'Alamein qui entraîna la défaite finale de Rommel et, enfin, deux jeux de "campagne", plus longs, puisqu'ils couvrent près de deux ans, à raison d'un tour de jeu tous les deux mois. Au total, chacun des deux camps est capable de mettre en ligne vingt-huit unités mais les capacités de chacune d'entre elles diffèrent sensiblement tandis que leur mise en action respecte un calendrier historique. Avant même que le jeu débute réellement, le ou les joueurs doi-

l'état des lignes de communication. D) détermination du camp possédant l'initiative des opérations. E) phase opérative au cours de laquelle chaque unité se meut et combat en fonction de ses désirs et de ses possibilités. F) ravitaillement supplémentaire pour les unités dont les lignes de communication le permettent. G) mouvement des dépôts de ravitaillement. H) réaction ennemie. I) détermination des points de victoire acquis au cours du tour. Si l'on a suivi cet inventaire, on se sera sans doute rendu compte de l'importance accordée aux problèmes posés par le ravitaillement et

tion de ses armées et, plus encore, de ses lignes de ravitaillement. Pourtant, l'échelle de réduction stratégique est telle que les décisions deviennent quelque peu schématiques, l'inconvénient apparaissant plus encore lorsqu'on joue en solitaire, contre l'ordinateur qui, malheureusement, accepte seulement de contrôler les forces britanniques. Il est d'ailleurs amusant de noter que le livret contenant la règle du jeu offre à son lecteur un long résumé de l'ensemble de la campagne d'Afrique du Nord. Pour qui connaît suffisamment la langue anglaise — l'ensemble des règles



vent opérer un choix, suivant les critères qui leur sont proposés par l'ordinateur. Ainsi, le nombre des points de combat, de remplacement — et de ravitaillement pour les forces de l'axe — peuvent aussi bien respecter la vérité historique que varier dans d'importantes proportions, en fonction de l'expérience de chaque joueur. Il en est de même des ponts aériens, des renforts qui sont susceptibles d'arriver plus ou moins tôt et enfin du nombre des dépôts de ravitaillement germano-italiens. Cela étant fait, le jeu peut commencer, en respectant une séquence qui se détaille ainsi : A) arrivée des renforts disponibles. B) vérification des lignes de ravitaillement de chaque unité. C) distribution parmi les unités des renforts et du ravitaillement disponibles dans

il est vrai que la sauvegarde de leurs lignes de communication posait d'énormes problèmes aux adversaires, au point d'influer quasi souverainement sur leur valeur combative. Bien entendu, et comme ce fut réellement le cas, la mobilité de chaque unité représente un facteur qualitatif important. Les divisions blindées ou mécanisées sont capables de se déplacer très rapidement et de couper les lignes de communication ennemies, à la condition de ne pas s'aventurer trop loin de ses propres dépôts de ravitaillement. De plus, les caractéristiques du terrain influent tout autant sur la mobilité que sur la valeur offensive ou défensive de chaque unité engagée tandis que la fin de chaque tour voit l'ordinateur opérer automatiquement un bilan au sein duquel interviennent les villes occupées par chacun des adversaires, la distance à laquelle chaque unité se trouve de son plus proche dépôt de ravitaillement et les pertes infligées à l'ennemi. Dans la pratique, le jeu n'est pas sans manquer quelque peu de diversité. Bien sûr, il est toujours intéressant de battre son adversaire grâce à une meilleure organisa-



1. Le menu principal qui permet, entre autres choix, diverses options historiques. 2 et 2 bis. Deux vues des côtes de Cyrénaïque dont le graphisme n'est sans doute pas propre à activer l'inspiration stratégique.

est rédigé dans la langue de Shakespeare et dans un style assez peu précis, ce qui n'arrange rien —, la lecture n'est pas sans intérêt mais il est regrettable de ne pas pouvoir cerner étroitement la vérité historique dans le cours d'un jeu qui, en toute sincérité, s'avère décevant, sauf peut-être pour les "purs", inconditionnels de l'Afrika Korps et de la 8<sup>e</sup> armée britannique qui menèrent trois années durant la plus éprouvante mais également la plus chevaleresque des guerres.

André COSTA ■

#### FICHE TECHNIQUE

Ce jeu est édité par la société Strategic Simulation Incorporated. Il a été mis à notre disposition par la société SIVEA - 33 boulevard des Batignolles, 75008 Paris (Tél. 522.70.66) où il était en vente le jour de l'essai au prix de 515 F TTC.



# ETUDES — METIERS — AVENIR

APPRENDRE RAPIDEMENT - EFFICACEMENT - A SON RYTHME

Liste des brochures et enseignements de l'Ecole Universelle

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

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

## Enseignement secondaire

Classes de 6<sup>e</sup> - 5<sup>e</sup> - 4<sup>e</sup> - 3<sup>e</sup> -  
Secondes - Premières - Terminales  
A.B.C.D. - Baccalauréat. BTn F1 -  
F3 - F8 - G1 - G2 - G3

## Capacité en droit - D.E.U.G.

Adm. en fac des non bacheliers -  
Institut d'études politiques.

## Etudes sup. de lettres

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

## Etudes sup. de sciences

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

## Ecoles vétérinaires

## Ecoles normales

## Langues étrangères

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

## Perfectionnement culturel

Culture générale - conversation -  
lecture rapide.

## Secrétariat

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

## Couture

Coupe - Cours complet couture -  
CAP Couture.

## Documentation Conseils Orientation

APPELEZ le 771.91.19

## Comptabilité

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

## Possibilité de bénéficier des dispositions sur la formation continue

## Commerce - Banque -

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

## Fonctionnaire

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

## Etudes musicales

Solfège - Ecriture musicale - Etude  
instrumentale.

## Orthographe - rédaction

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

## Formation continue

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

## Sociales et paramédicales

Examens d'entrée écoles: Aide  
soignante - Auxiliaire de puéricul-  
ture - Infirmier(e) - Infirmier(e) de  
secteur psychiatrique - Sage-  
femme - Masseur kinésithé-  
rapeute - Ergothérapeute - Manipu-  
lateur d'électroradiologie - Pédi-  
cure - Educateur de jeunes  
enfants - Assistante sociale -  
BTnF8: Classe terminale -  
Dactylo médicale - Sténodactylo  
médicale - Secrétaire de méde-  
cin - Assistante dentaire.

## Esthéticienne

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

## Hôtellerie

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

## Informatique

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

## Industrie

Dessinateur industriel en  
Mécanique (CAP, BP) - Mécanique-  
Auto (CAP) - BTnF1, F3.

## Une assistance pédagogique permanente

## Radio-télévision

Monteur dépanneur radio, télé, hifi.

## Photographie

Cours de photographie - CAP  
photo.

## Dessin - Peinture

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

Bon pour une documentation gratuite

Nom, prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Tél \_\_\_\_\_

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

Brochure demandée  222 Profession envisagée

**ECOLE UNIVERSELLE - IFOR**  
28 rue Pasteur 92551 Saint-Cloud Cedex.  
Tél. 771.91.19

# ECOLE UNIVERSELLE

Etablissement privé d'enseignement  
à distance

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



## LES TRIOMPHES DES VISIONNAIRES

Il est instructif d'écouter les visionnaires, même si on ne l'entend pas de la même oreille. Il y aura bientôt un siècle que l'un des gendres de Karl Marx, Paul Lafargue, publiait un essai qui fit faire bien des gorges chaudes en son temps, *le Droit à la paresse*. En rébellion contre l'injonction biblique, « Tu gagneras ton pain à la sueur de ton front », Lafargue revendiquait haut et fort le droit de ne rien faire. Or, depuis un siècle, la semaine de travail a été réduite de moitié et, à 35 heures, elle n'est certes pas au terme de ses contractions. Lafargue avait-il raison ?

Michel Drancourt reprend le thème de Lafargue sur un ton moins pamphlétaire, dans un ouvrage déroutant que l'on recommandera à tous les gens trop bien assis, *La fin du travail* (1). Hé oui, c'est que l'on y vient. Fourastié avait déjà noté que, pour acheter un kilo de pain, un manœuvre "dépensait" en 1709 3 h de travail, mais seulement 0 h 20 en 1925 et 0 h 10 en 1976. Drancourt, lui, va un brin plus loin, il enregistre l'inversion des valeurs entre non-travail et travail. L'époque de la promotion du travail, qui aboutit à la formulation du droit au travail s'achève. Même si la souffrance psychologique des chômeurs reste réelle en 1984, il se produit un léger glissement dans la notation culturelle générale du travail : « Toujours travailler, cela rend fou, » disait De Gaulle. Le champion, le héros actuel, c'est l'homme qui obtient le plus avec le moins, celui qui travaille peu et s'amuse beaucoup. Le travail a perdu son aura. Le bosseur est presque un "pauvre type".

Pourtant le travail n'arrête pas de se dévaluer, en termes purement économiques. En plus de l'exemple du kilo de pain, décidément un peu académique, il y a celui du poste de télévision. En francs courants, on y mettait en 1978 14 h de main-d'œuvre à 450 F ; en 1983, on n'y mettait plus que 3 h à 200 F. Moins de travail produit plus, c'est comme le dollar, quand il monte, on achète plus avec autant.

Réévaluation cependant coûteuse, puisqu'elle provient de l'automatisation et que l'automatisation enlève du travail aux hommes pour le donner aux machines. « Tout ce qui est machinal serait fait par les machines, » disait Gaston Berger. C'est fait. Donc, il y a davantage de chômeurs. Donc de gens assistés, mais non assistants, parce que l'allongement de la durée de vie augmente le nombre de retraités qu'il faut pensionner. De 1980 à 1981, le nombre de retraités est passé de 4 289 000 à 5 112 000, et les préretraités, eux, sont passés de 330 000 à 686 000. Or, il faut bien payer les pensions et il y a de moins en moins de travailleurs pour subventionner de plus en plus de chômeurs et de retraités. Il faut donc augmenter les impôts (Drancourt est relativement discret sur l'aspect strictement économique du problème et se limite à louer l'impôt libre, autrement dit, les impôts indirects). Donc, à quoi bon produire plus, même à meilleur marché, s'il y a de moins en moins de gens pour acheter ?

La conclusion logique de tout cela est que, parallèlement à une paupérisation rampante et masquée, on va vers une forme de société bloquée à la suédoise. Et les discours sur les loisirs, plus très neufs d'ailleurs, font figure de rengaine rhétorique. Page 260, en fin d'ouvrage, Drancourt suggère que l'on peut imaginer que, dans les sociétés de demain, 15 % des gens ne feront rien, 45 % travailleront « selon les normes du moment »

(formule un peu obscure), que 20 % feront marcher la machine économique et que 20 % encore feront « autre chose » (Dieu sait quoi).

La réalité pourtant est différente et fait craquer les cadres du discours. Le travail ne s'est pas réellement réévalué ; en fait, il s'est dévalué au marché parallèle. Le travail au noir, revanche biologique sur l'économie, a créé une économie souterraine, qui triomphe non seulement en Italie, où il est d'ailleurs admis comme une artère vitale de l'économie nationale, mais aux États-Unis et sans doute aussi en France. Il représenterait quelque 15 % du PNB, ce qui est énorme. 4 % de la population active travailleraient en marge du travail officiel. Pourquoi ? Drancourt le dit bien, en partie à cause de l'accroissement de la pression fiscale. Le système infernal dans lequel se sont enfermés les économistes occidentaux a produit une réaction comparable à celle des bactéries contre les antibiotiques : les travailleurs, traqués, ont pris le maquis du "noir" et secrètent des anticorps puissants, qu'il sera beaucoup plus compliqué de contrôler qu'il ne le fut, un temps, de contrôler le travail déclaré. Qui a dit que l'humain est adaptable, mais en fait incompressible ?

Il y a d'ailleurs belle lurette que les Français et les autres se demandent "Comment les Français font-ils pour vivre si bien avec si peu d'argent ?" Il n'est qu'à lire les



études sociologiques sur la question. Comment sortira-t-on du marécage du travail au noir, qui permet au Français de récupérer la part indue que lui réclame l'État sur son salaire ? Drancourt ne s'aventure pas à le dire, mais on le devine : ce ne peut être qu'en dévrouillant l'économie.

Il ne sert à rien de grignoter artificiellement les marges de la masse des chômeurs en envoyant les gens à la préretraite à 58 ans. C'est là décapiter les entreprises, et Drancourt le dit tout net. C'est à 58 ans qu'un cadre est le plus rentable pour celui qui l'emploie. Le mettre au vert alors qu'il est encore vert est une absurdité. Il ne sert apparemment à rien non plus d'espérer que la réduction de la durée de travail créera des emplois, et cela aussi Drancourt le dit tout net : « On ne peut pas être vendeur d'équipements industriels 35,5 h par semaine et décider tous les jours à 16 h 48 que l'on rentre chez soi. »

Domage qu'il ne dise aussi qu'en annexe : « La crise... ne débouche pas sur des secousses dramatiques, mais sur une sorte d'affaïssement du dynamisme apparent. » L'économisme outrancier pratiqué par la France depuis plusieurs années déjà n'est pas "social" ; c'est une forme de la sélection darwinienne qui ne permet de triompher qu'aux plus forts, aux plus ingénieux ou aux moins scrupuleux, sélection que les consciences sociales les plus fines ne cessent, justement, de dénoncer.

Des loisirs en plus ? Il y a quelques années, 40 % des ouvriers déclaraient qu'ils n'en avaient pas besoin. Les chômeurs, d'ailleurs, ont beaucoup de loisirs. Ce ne sont pas les loisirs dont on a finalement le plus envie dans la vie, c'est de travail. Paul Lafargue était bien un utopiste.

Gerald MESSADIE

(1) Hachette, Pluriel-Inédit, 329 p., 41 F.

Sous la direction de  
ALAN ROSS ANDERSON

Présentation de GÉRARD GUIEZE

## PENSÉE ET MACHINE

Champ Vallon, 150 p., 74 F.

« Il n'y a pas de certitude qui aille à l'encontre du développement final de la conscience mécani-

que... » Cette affirmation de Samuel Butler nous introduit d'emblée dans la problématique abordée dans ce livre : les machines peuvent-elles penser ?

Nous ne pouvons nier qu'à bien des égards certaines d'entre elles sont plus performantes que nous : elles calculent plus vite, elles peuvent voler.

Pourquoi alors leur nier des équivalents de l'intentionnalité humaine ? Pourquoi ne pas imaginer une analogie entre homme et machine jusqu'à attribuer à la machine une conscience ? Le problème peut sembler de prime abord absurde, puisque l'homme a un esprit et que l'ordinateur n'en a pas. Mais qu'entendons-nous par là ? Qu'appelle-t-on penser ?

Partant d'un article de A.M. Turing, *les Ordinateurs et l'intelligence*, l'auteur nous propose un ensemble d'articles recueillis en 1964 développant de façon contradictoire cette question. Deux attitudes vont se dégager : la première dite "mécaniste" pose que l'homme est une machine extrêmement complexe, mais que la pensée qu'on lui attribue n'est que la complexité de son élaboration mécanique. L'autre attitude énonce que l'esprit est une caractéristique exclusivement humaine ; on ne peut alors concevoir de machine totalement préconditionnée.

Ces articles, d'une réflexion dense, exigeant une attention soutenue, nous font vite oublier notre première attitude emprunte de curiosité mais surtout de scepticisme. Ils nous font ressentir le besoin que nous avons tous de nourrir ce fantasme, apparu au siècle dernier autour de la machine automatique, d'un homme entièrement artificiel. Cultivant les paradoxes de façon attrayante (on nous propose le jeu de l'imitation, le jeu de l'écrasement d'orteils...), les auteurs nous amènent inéluctablement à une réflexion sur le langage. Sur ce thème encore nous ne pourrions être déçus, puisque Alan Ross Anderson propose grâce à l'introduction de Gérard Guieze une véritable interrogation sur la valeur sémantique des mots, penser, avoir conscience, savoir.

Cette présentation, qu'il faut lire après l'ensemble des articles, n'a cependant pas valeur de conclusion. Elle invite au contraire à une nouvelle lecture par un éclairage nouveau encore plus séduisant.

Xavier DRUMARE

## AUTRES LIVRES REÇUS

Michel Born : **Jeunes déviants ou délinquants juvéniles**

Pierre Mardaga, 154 p., 85 F.

Cette étude présentée dans son emballage méthodologique, qui est assez rebutant, suggère qu'en fin de compte la déviance ou délinquance juvéniles (la frontière entre les deux est mince) est causée par une crise d'identité du Moi. L'auteur se garde, par rigueur dans le respect de la discipline qui est celle de l'enquête psycho-sociale, d'expliquer ce que serait cette crise d'identité, ou d'en dégager les racines culturelles. Un sondage, p. 102, en indique en pointillé et en négatif, les grandes lignes. Quant on demande aux jeunes quel est l'aspect de la réalisation de soi qui compte le plus pour eux, on s'avise que c'est l'« estime des copains » ; l'aspect des biens matériels qui compte le plus : « avoir des choses (stéréo, moto...) » ; l'aspect du conformisme social qui compte le plus : « la religion ».

Comme quoi le système de valeurs des jeunes n'est donc pas si différent, paradoxalement, de celui de leurs parents, contre lequel ils s'insurgent, puisque, pour les parents, l'argent a plus ou moins d'importance (65 % des parents interrogés), de même que les biens matériels (50 %), la « déviance » juvénile ne serait en fin de compte qu'une crise de l'identité sociale des jeunes, dans un environnement socio-culturel qui leur inflige plus d'agressions que de réassurance. Ouvrage qui eut gagné à avoir l'air un peu moins "sérieux" et à mieux dégager les grandes lignes du problème. On eut aussi aimé avoir l'opinion personnelle de l'auteur, puisqu'il est spécialiste.

Vance Packard : **Nos enfants en danger**

Calmann Lévy, 296 p., 75 F.

Le thème de l'ouvrage est que le triomphe de l'individualisme et du travail des femmes a entraîné une crise de l'éducation des jeunes, aggravée par le taux des divorces, le gigantisme des banlieues résidentielles et, paraît-il, des concepts hostiles aux enfants. Il est développé dans une étude sociale américaine, mais peut s'appliquer à des analyses de la majorité des sociétés occidentales. Cela donne à réfléchir, bien que les remèdes proposés en fin d'ouvrage appellent beaucoup trop ce que l'on appelle "des vœux pieux".



Michel Peissel : **L'or des fourmis**  
*Laffont, 227 p., ill. n., 75 F.*

C'est un récit de voyage dans l'Himalaya et non un livre d'histoire. Comme tel, il fourmille de péripéties et de digressions qui permettent difficilement de cerner l'information la plus intéressante : l'origine scythe d'une peuplade du Tibet, les Minaro, dont plusieurs photos démontrent clairement les appartenances européennes ou, en tous cas, non asiatiques. Quant aux "fourmis géantes chercheuses d'or", empruntées à Hérodote, ce ne seraient que des marmottes. Lecture distrayante, un peu mince sur le plan historique quand même.

Dr Claude Laurent : **Guide du diabétique**

*Expansion scientifique française, 278 p., 65 F.*

Difficile de faire plus complet.

10 médecins : **Comment prendre soin de son cœur**

*France-Empire, 126 p., 48 F.*

Beaucoup de bon sens, autant d'hygiène, à lire par tous.

René Lenoir : **Le Tiers-Monde peut se nourrir, Préface d'Edgar Pisani**

*Fayard, 210 p., 59 F.*

Venant après le remarquable *Fardeau de l'homme blanc*, de Pascal Bruckner, dans lequel cet auteur démontrait les méfaits de l'anti-colonialisme évangélique de certains occidentaux, cet ouvrage, qui est en fait un rapport au Club de Rome, ramène le discours sur l'aide internationale au point zéro. L'auteur a passé plus de dix ans dans les pays en voie de développement, autrement dit sous-développés de notre point de vue, et ancien secrétaire d'État, il sait très bien de quoi il parle. Il propose de renoncer aux mirages d'une technique occidentale qui construirait partout des ouvrages de génie, barrages, centrales, ponts, aéroports, hôtels et ports, censés amener avec eux la richesse. De fait, cette occidentalisation superficielle n'a fait qu'entraîner, là où elle s'est produite, le déclin des cultures originales des pays sous-développés, qui leur avait très bien permis de se passer de la science et de la technique de l'Occident pendant des siècles. Pour René Lenoir, le Tiers-Monde

a de la main-d'œuvre à revendre — et il la revend, d'ailleurs — et il peut se tirer d'affaire en exploitant ses propres modèles et ses propres ressources et en se tenant à égale distance des modèles marxiste et capitaliste. Créer des usines dans ces pays ne sert pas à grand'chose, s'il n'y a pas les cadres et l'infrastructure humaine qui permettent à ces usines de tourner.

Dans cet ouvrage ferme et clair, dont on ne saurait assez conseiller la lecture à tous ceux que touche réellement le problème du Tiers-Monde, René Lenoir démontre tous les méfaits de l'imitation de l'Occident, et notamment des dépenses militaires insensées des pays du Tiers-Monde, où l'on achète des avions de combat et des missiles alors que la mortalité infantile est de 200 ou 300 %. Et l'urgence est grande, car à s'entêter dans la voie prise malheureusement depuis près d'un demi-siècle, le Tiers-Monde ne peut qu'aller vers la désintégration de son tissu social, donc de ses économies. Un des ouvrages majeurs de ces dernières années.

Drs Willy Rozenbaum et Didier Seux, Annie Kuchner : **SIDA, réalités et fantasmes**

*P.O.L., 26 rue Jacob, 168 p., 66 F.*

Inventaire des faits et théories, avec quelques parti-pris singuliers, tels le rejet au titre de "fantasme" du rôle possible du sperme dans l'immuno-suppression (il y a des travaux nombreux et concluants sur l'incompatibilité du sperme et de la muqueuse du tube digestif). La multiplicité des auteurs a un peu nui, il nous paraît, à l'unité du livre, qui semble pencher, quoiqu'avec prudence, pour l'hypothèse d'un virus nouveau, mais qui ne fait aucunement mention des thèses sur une modification de l'EBV, le suspect le plus sérieux du SIDA. Ouvrage décevant.

Paccalet et Cousteau : **Fortunes de mer**

*Flammarion, album ill. n. & coul. 256 p., 99 F.*

A mâts rompus, Cousteau et son compère, vieux loups de mer pour qui la plongée n'a plus de secrets, parlent d'épaves — celles du *Briannic*, frère cadet du *Titanic*, qui coula pendant la Première Guerre mondiale, et celle de la *Thérèse* du XVIII<sup>e</sup> siècle —, de découvertes désormais un peu banalisées,

canons, débris de temple et boutons de culotte antiques, des habitants des eaux, pour lesquels il trouve toujours un mot original et familier (on notera un éloge de la pieuvre, animal "doux", et du poulpe, aux yeux réellement chatoyants — et de leurs déceptions. Tout au long, ils font bénéficier le lecteur d'une érudition de spécialistes sans pédanterie. On apprend ainsi que, pour franchir les colonnes d'Hercule, actuel détroit de Gibraltar, que traversent deux courants opposés, l'un d'ouest en est et en surface, l'autre inverse et en profondeur, les Phéniciens plongeant leurs voiles en profondeur ; les voiles se déployant sous l'eau, à quelques mètres au-dessous de la surface, le courant est-ouest les tirait avec beaucoup moins de peine... Comme à l'accoutumée, beaucoup de belles images sur beau papier.

Konrad Lorenz : **L'homme dans le fleuve du vivant**

*Flammarion champs, 450 p., 34,50 F*

Réédition qui met à la portée de tous un des ouvrages majeurs sur l'éthologie. À relire en particulier : le grand chapitre sur « Les fondements du comportement humain » et le rôle de l'agressivité, limité par le rite forcé de l'obéissance.

Bernard Pierre : **Le roman du Mississippi**

*Plon, 403 p., n. & coul., 100 F.*

Très joli récit géographique et historique sur l'épopée des colons français qui fondèrent la Louisiane, Saint-Louis et la Nouvelle-Orléans, et qui se poursuit sur la Guerre de Sécession, dont le Mississippi fut le grand enjeu. Une fortune d'anecdotes. Un chef-d'œuvre, plaisant, instructif, au style vigoureux.

Jean Duvignaud : **Fêtes et civilisations**

*Scarabée & Cie, 268 p., 80 F.*

Aux confins de l'ethnologie, de la sociologie et de l'histoire, une belle série d'études sur les jeux et les fêtes dans le temps et l'espace. En début d'ouvrage, Duvignaud reprend avec raison la phrase de Huizinga, « le jeu est plus ancien que la culture ». C'est, en effet, la révolte d'Éros contre Thanatos qu'illustrent ces descriptions offertes d'une plume simple, au service d'un œil aigu. ■



# EMPORTEZ-LES SUR VOTRE ILE...

Voici les cinq  
livres de vos  
vacances :

## LE JOGGING DE L'ESPRIT,

la pleine forme intellectuelle tout  
en s'amusant. 200 p. 68 F.

## LE TAROT MODERNE,

pour apprendre à bien jouer ou pour  
vous perfectionner, ce livre balaye  
bien des idées fausses. 105 p. 49 F.

**OTHELLO**, découvrez la diabolique perfection de la règle du jeu et son  
étonnante richesse. 144 p. 65 F.

**LES DAMES**, ce livre vous fait découvrir le grand jeu des combinaisons et  
vous entraîne dans des mécanismes éblouissants. 264 p. 68 F.

Vient de paraître :

**50 JEUX AVEC DU PAPIER ET DES CRAYONS  
ET COMMENT LES PROGRAMMER SUR VOTRE  
MICRO-ORDINATEUR**, les bons vieux  
classiques et des jeux passionnants  
et inédits. 176 p. 75 F.

Collection  
**jeux & stratégie**

Editions du Rocher.

En vente en librairie  
ou à Jeux & Stratégie

5, rue de la Baume, 75008 Paris



## BON DE COMMANDE

A découper ou recopier et à retourner, paiement joint,  
à Jeux & Stratégie 5, rue de la Baume 75008 PARIS

Nom .....

Prénom .....

Adresse .....

Code Postal ..... Ville .....

☐ JOGGING DE L'ESPRIT : .....  
à 68 F l'un + 10 F de port

☐ TAROT MODERNE : .....  
à 49 F l'un + 10 de port

☐ OTHELLO : .....  
à 65 F l'un + 10 F de port

☐ DAMES : .....  
à 68 F l'un + 10 F de port

☐ 50 JEUX : .....  
à 75 F l'un + 10 F de port

☐ COLLECTION COMPLETE : .....  
à 290 F (au lieu de 325 F) + 10 F de port

Ci-joint mon règlement total de F : .....  
par chèque.

A l'ordre de Jeux & Stratégie. Etranger chèque  
compensable à Paris ou mandat international.

AA 280



## VIE PRATIQUE

### ÉNERGIE

#### LE SOLEIL À BORD

► Tous les plaisanciers, mais aussi les transformateurs de l'accastillage et les fournisseurs pour la navigation de plaisance, seront intéressés par cette gamme de panneaux solaires que propose la Société nouvelle d'électronique solaire (SNES).

Ces modules photovoltaïques particulièrement performants (plus 30 % par rapport aux modules traditionnels) se vissent directement sur le pont du bateau pour convertir la lumière du jour en énergie électrique. Ils fournissent, selon les

modèles, de 6 à 40 watts et apportent ainsi à bord sécurité (alimentation des équipements électroniques, radio, balises) et confort (alimentation du matériel électroménager, de l'éclairage, du pompage, etc.).

Les capteurs solaires marins SNES sont incorporés non pas dans du verre, mais dans du "PMMA", une sorte de plexiglass, matière acrylique de très grande fiabilité et à haute résistance mécanique. Ils peuvent supporter 200 kg en leur point central. Ils ne craignent pas les

embruns salés.

Intégrables esthétiquement à l'architecture des ponts, s'orientant par rapport à la position du soleil, ils sont aussi parfaitement étanches grâce à un découpage sur mesures, à la taille du hublot.

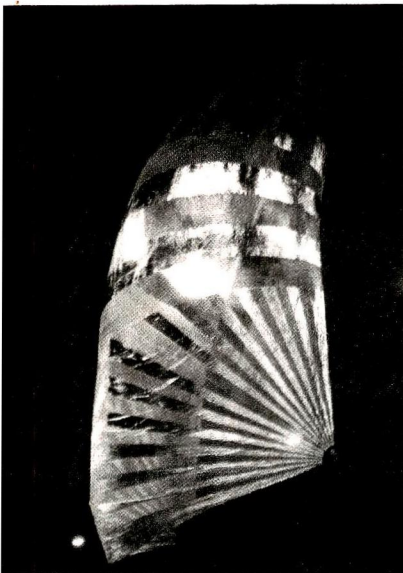
Quatre types de modules sont proposés, du P6 (6 watts, 12 volts) au P40 (40 watts, 12 volts), qui coûtent de 1 490 F à 5 506 F TTC.

Pour tous renseignements : SNES, 32 quai du Mas d'Hours, 30104 Alès, tél. (66) 30 24 25.





## LA VOILE LA PLUS LÉGÈRE DU MONDE !



► En lin, puis en coton, les premières voiles présentaient un défaut essentiel : leur déformabilité. Leur succédèrent les voiles en polyamide ou en polyester, plus légères mais dont la déformabilité était encore importante, en particulier dans le biais ; plus l'effort subi s'exerçait dans une direction proche de la diagonale, plus la déformation était importante.

Des études menées en commun par le Centre national d'études spatiales (CNES), Rhône-Poulenc et Brochier Espace viennent d'aboutir à la création de matériaux complexes pour voiles, dérivés d'une technologie

spatiale (ballons stratosphériques). Le complexe est l'assemblage, par collage, de deux éléments aux propriétés complémentaires : d'une part un textile qui apporte des qualités de résistance à la rupture et à la déchirure, ainsi que des propriétés de souplesse et de protection à l'abrasion ; d'autre part un film qui évite les déformations dans toutes les directions et rend, pour la première fois, le matériau-voile isotrope : ses propriétés restent identiques dans toutes les directions.

Principaux avantages de ces nouvelles voiles "complexes" réalisées à partir de fils Tergal et de films Terphane : limitation de la déformabilité ; gain de poids allant de 20 à 50 % ; utilisation de la voile pour une plage plus large de forces de vent, ce qui réduit le nombre de changements de voilure ; rendement maximum de la voile grâce à sa faible porosité à l'air. Tout cela avec une durée de vie qui est équivalente à celle d'un tissu non complexe. Une gamme de complexes dont le poids varie entre 11 et 200 grammes par m<sup>2</sup> a été mise au point, ce qui permet la réalisation de voiles de tous types pour toutes utilisations, allant du spinnaker au génois ou à la grand voile, et bien entendu à la planche à voile.

D'abord exclusivement réservées à la compétition (voile de France 3 lors de l'America Cup) les voiles complexes sont ainsi aujourd'hui disponibles pour le grand public.

Pour tous renseignements : Société Brochier Espace, route de Jailleux, 01120 Montluel, tél : (7) 806 00 35.

## POUR TAILLER VOS HAIES SANS FATIGUE

► Les haies ne sont pas seulement faites pour la décoration et la protection des regards : elles protègent aussi le jardin de la poussière des rues, du bruit et de bien d'autres contraintes de l'environnement. Ayant naturellement tendance à pousser en hauteur, il faut les "tenir en bride" : le jardinier freine cette poussée sauvage par une coupe régulière, ce qui permet au mur de verdure de devenir plus dense, plus large et de tout recouvrir jusqu'à la base.

Il est indispensable de procéder à 2 tailles annuelles : aux environs du début de l'été, lorsque la floraison printanière est achevée, et au début de l'automne.

A cet effet, Bosch propose trois taille-haies (PHS 35, 46 et 66) caractérisés par leur forme ergonomique qui permet un maniement



léger rendant possible la taille des surfaces jusqu'ici difficilement accessibles — et plus particulièrement de celles qui, comme les repousses, se trouvent en hauteur. Le centre de gravité de ces taille-haies permet de bien les tenir en main et de travailler sans fatigue, notamment lorsque l'on écourte à la dimension souhaitée les denses repousses.

La sécurité d'utilisation est assurée par l'inertie des lames réduite à moins d'une seconde par un frein électrique, avec système de verrouillage. Le câble ne peut être sectionné.

Prix : 604 F pour le PHS 35 (lame de 35 cm) ; 667 F, le PHS 46 (lame de 42 cm) ; 920 F, le PHS 66 (lame de 65 cm).

Pour tous renseignements : FBC Bosch, 50 rue Ardoin, 93402 Saint-Ouen Cedex, tél. (1) 223 60 60.

## JARDINAGE

### VACCINEZ VOS PLANTES !

► Il suffit, selon la taille du pot, d'enfoncer une ou plusieurs flèches insecticides "Gesal" dans la terre, près des racines qui absorberont la matière active libérée progressivement, pour que les plantes d'appartement soient "vaccinées" pendant 6 semaines contre cochenilles, pucerons, araignées rouges, etc.

Selon la taille et l'espèce de la plante, le produit commence à agir entre le 2<sup>e</sup> et le 7<sup>e</sup> jour.

Prix : 18 F environ la carte de 20 flèches. Pour tous renseignements : Sté Ciba-Geigy, 2/4 rue Lionel-Terray, 92506 Rueil-Malmaison, tél. (1) 749 02 02. La même firme propose un nouvel engrais se pré-

sentant sous la forme d'un coussin à placer sous le pot, et qui permet à la plante de puiser les éléments indispensables à sa croissance (azote, phosphore et potasse) et ce, pour une durée d'au moins 6 mois.

Point essentiel : le coussin doit toujours rester humide. Un simple coup d'œil permet de savoir si la plante a besoin d'être arrosée (coussin sec) ou si l'arrosage peut être différé (coussin humide).

Ce système ne fonctionne qu'avec les pots à fond troué puisque l'absorption de l'engrais se fait par les racines, par capillarité.

Prix : 17 F environ la carte de 3 coussins.



## PLANTEZ VOS TALUS EN LES CONSOLIDANT



► Les corbeilles "Talufloor" sont des bacs à plantes qui permettent de réaliser facilement un petit mur de soutènement, de fixer les terres d'un talus et de monter un coin de rocaille fleuri. Rempli de terre végétale, chaque bac, d'une hauteur utile de 15 cm, peut être fleuri soit en

plantes de rocailles, soit en plante à bulbes, soit en géraniums soit encore en plantes couvre-sol, comme les millepertuis nains. Leur forme en corbeille autorise les plantations sur de fortes pentes, ainsi que l'aménagement des talus en courbe.

Les corbeilles sont crantées sur leur partie avant, ce qui permet une pose régulière. Plus le talus est raide plus elles sont posées espacées. Le premier rang, qui sert de base, doit être buté à l'avant et pour cela être enterré de 15 cm sur une assise plane et stable. Pour les petits ouvrages (1 m de hauteur) cette assise peut être constituée d'un simple lit de sable de 5 cm d'épaisseur.

Pour les hauteurs plus importantes et surtout dans le cas de mauvais sol (argile par exemple), un fond de béton de quelques centimètres doit être mis en place ainsi qu'une butée de 3 à 4 cm ; il suffit de choisir ensuite le cran des corbeilles (de 1 à 8), ce qui facilite une pose régulière, la mieux adaptée.

Les extrémités des talus peuvent être réalisées soit en dégradé, soit en butée droite ou gauche à l'aide de demi-pièces appropriées.

Les bacs pèsent 29 kilos pièce. Ils présentent un aspect "ton pierre". Il faut compter 8 à 12 bacs par m<sup>2</sup> mesuré verticalement. Les hauteurs peuvent atteindre 2 m et plus, suivant l'inclinaison du talus.

Prix : 70 F environ le bac.

Pour tous renseignements : SO-TUBEMA, 77170 Coubert, tél. (6) 406 71 24.

## BRICOLAGE

## PERFOREZ LE BÉTON SANS EFFORT

► Ce nouveau perforateur Bosch "PBH 20-RLE" perce, dans le même laps de temps, trois fois plus profond qu'une perceuse à percussion de haute puissance, bien que l'utilisateur applique une pression moins importante qu'avec la perceuse à percussion. Une faible poussée suffit ainsi à perfore le béton le plus dur. Sa légèreté est à noter : 2,3 kg.

Du fait d'un nouvel embrayage de sécurité, l'outil s'arrête instantanément en cas de blocage du foret, ce qui permet à l'utilisateur d'être protégé d'un éventuel accident dû à une perte de contrôle de l'outil.

Un réglage électronique favorise le travail précis et en finesse. Grâce à un dispositif d'inversion on peut aussi bien visser que dévisser.

Prix : 1 391 F environ.

Pour tous renseignements : FBC Bosch, 50 rue Ardouin, 93402 Saint-Ouen Cedex, tél. (1) 223 60 60.

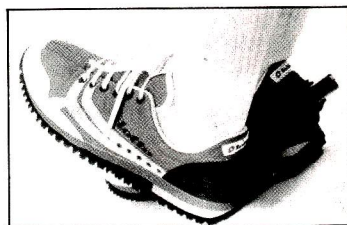
## SPORT

## CHAUSSURE CLIGNOTANTE POUR JOGGING NOCTURNE

► Le progrès est aussi difficile à stopper que la mode du jogging. Mais les heures de loisirs peuvent manquer plus que la vocation... Pour amateur de "trot" nocturne en ville ou sur les routes de campagne, maniaques de la pleine lune, noctambules, somnambules sportifs, etc., le très sérieux fabricant d'équipements sportifs italien Lotto vient de concevoir le modèle Runlight.

A l'épreuve, elle s'est avérée une chaussure de sport de qualité, très légère, robuste, et dont le dessin de la semelle porte des reliefs de très bonne adhérence, même par temps de pluie. Seulement... la Runlight comporte un détail qui la différencie de toutes ses concurrentes : à l'arrière, un "spoiler" porte un dispositif lumineux (amovible) avec deux petits points ampoules, l'un rouge, l'autre vert, alimentés par une pile.

Le dessin, très fonctionnel, tient compte de la nécessité de mettre ce dispositif à l'abri des éclaboussures



de flaques, de la boue et de la pluie. Il est donc sûr que le "bip" fonctionnera par mauvais temps. On peut espérer que les automobilistes ne prendront pas le coureur pour un ver luisant, ou les yeux d'un hérisson (espèces qui finissent mal sur les routes, la nuit).

Quant au prix, il est, lui aussi, légèrement... éclairant (530 F), mais on sait depuis longtemps que la sécurité n'a pas de prix. L'originalité non plus. Pour tous renseignements : B and B Sports, 64 route de Frangy — Meythet, 74000 Annecy, tél. (50) 22 33 42.



## LE CINÉMA HOLOGRAPHIQUE EN COULEURS

► Charles W. Smith, caméraman américain, expert du cinéma en relief, vient de signaler aux États-Unis les premières expériences de cinéma holographique en couleurs faites par les Soviétiques au NIKFI, l'institut de recherches cinématographiques de Moscou. Le dispositif utilisé fait appel à trois films de sélection trichrome (sélection du rouge, du vert et du bleu) dont les images seraient superposées par trois lasers (aucune précision sur ce point). Au départ, le procédé serait dérivé de celui qui avait déjà été présenté en 1976 par le NIKFI pour le noir et le blanc, démonstration à laquelle avait assisté Smith.

L'hologramme est formé de façon classique par un laser, mais la plaque est remplacée par un film cinéma de 70 mm sur lequel est couchée une émulsion holographique. Pour assurer un positionnement rigoureux de ce film dans la caméra et dans le projecteur, les rangées de perforations sont doubles (deux rangées de chaque côté de la pellicule).

Lors de la démonstration, ce film était projeté avec un appareil 70 mm normal, adapté pour fonctionner avec le faisceau laser de référence. Il possédait à cet effet une double lanterne. Il était également équipé d'un gros objectif spécial mesurant 200 mm de diamètre.

Une seule scène fut présentée : une jeune femme prenant des fleurs sur une table pour les mettre dans un vase posé devant elle. L'hologramme n'avait pas été enregistré directement avec le sujet, mais avec l'image du sujet formée par un gros objectif de 200 mm identique à celui du projecteur. Cette image, qui est en relief, avait été enregistrée sur le film holographique 70 mm défilant dans la caméra à la vitesse de 1 m/s. L'image est rectangulaire, comme sur un film ordinaire. L'enregistrement de l'hologramme se fait par laser pulsé, à rubis, les pulsations durant environ 3 ou 4 nanosecondes (milliardièmes de secondes).

Dans le projecteur, le film est monté en boucle afin de passer en continu, chaque passage durant 30 secondes. La projection se fait sur un écran spécial transparent de 50 cm de base. Cet écran comporte une trame et ressemble en fait à un gros hologramme distribuant l'image avec les points de vue propre à chaque spectateur.

L'écran expérimental du NIKFI priviligie 4 points de vue matérialisés par 4 fauteuils de spectateurs : 2

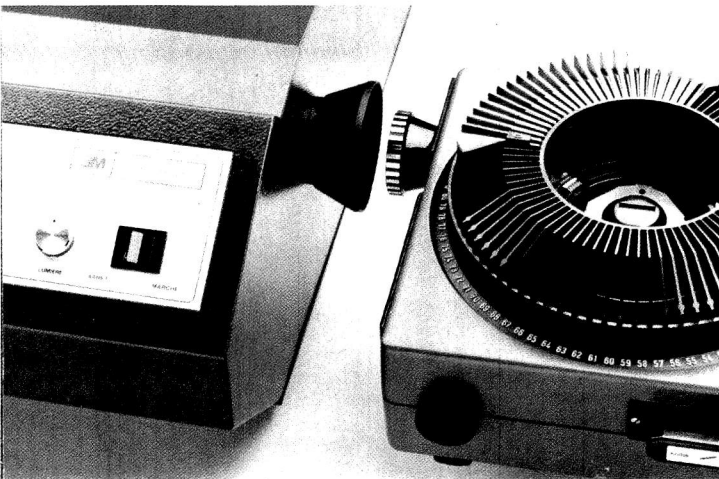
positions pour voir l'image réfléchie, 2 positions situées de l'autre côté pour voir l'image aérienne, lumineuse, de forme circulaire (le cercle de lumière de l'objectif de 200 mm). Cette image est fine et sans distorsions. Elle est différente pour cha-

que spectateur, comme toute image holographique.

Le choix des points de vue est limité par le diamètre de 200 mm de l'objectif et l'observateur a l'impression de regarder l'image par une lucarne.

## VIDÉO

### POUR TRANSFÉRER ET MIXER PHOTOS, FILMS OU DESSINS



► Peut-on projeter ses photos ou ses films super 8 sur un téléviseur ? La question est souvent posée par les amateurs alors que la réponse affirmative est presque aussi vieille que la vidéo. Mais les matériaux restent souvent coûteux, encombrants ou peu pratiques ; c'est dire qu'il reste encore beaucoup de progrès à accomplir.

Une innovation récente, en la matière, est apportée par le Videocript, produit en France par la société VSB à Bayonne et distribué par 3M. Cet appareil de 20 kg, mesurant 70 x 35 x 60 cm, principalement conçu pour des conférenciers, permet de passer sur un téléviseur, n'importe quel type d'image, d'en mélanger certains éléments, de les rectifier par le dessin ou de les annoter.

Pour assurer ses fonctions, le Videocript combine un système de télécinéma et un écran de dessin ou d'écriture. Cet écran de format 21 x 92 cm est légèrement incliné pour faciliter le travail d'écriture ou de dessin. Tout texte ou tout tracé sur un papier ou un transparent placé sur l'écran apparaît en couleurs sur le téléviseur.

L'appareil comporte ensuite une

entrée de projection (cinéma, diapositives) et un dispositif pouvant recevoir les diapositives, sans projecteur. Dans tous les cas, l'image (ou un détail grossi) est transmise au téléviseur. Un tracé effectué sur l'écran de l'appareil peut être superposé à l'image projetée.

La caméra vidéo couleur dont le Videocript est équipé permet la présentation en détail et la manipulation de petits objets placés sur l'écritoire. Il est possible ainsi d'effectuer tout mixage associant un objet, et cela en utilisant, si on le souhaite, la fonction écriture, le tout pouvant être enregistré à volonté en vidéo. De plus, on peut à tout instant cadrer un détail, horizontalement et verticalement, ou animer les graphismes, grâce à l'effet zoom.

Dans sa version de base, le Videocript est équipé d'une caméra vidéo couleur monotube (SECAM), ce qui autorise son intégration dans des ensembles audiovisuels institutionnels composés de magnétoscopes, caméras, moniteurs, téléviseurs équipés de la prise péritélévision, et téléprojecteurs. Une version plus élaborée du Videocript est cependant disponible ; il est alors équipé d'une caméra tritube (PAL).





► En lançant sur le marché le 24x36 reflex T 70, la firme japonaise Canon rompt avec les conceptions traditionnelles de l'appareil photographique. Les réglages ne s'y font plus en tournant un bouton ou une bague, mais, comme sur une micro-calculatrice, en appuyant sur les touches d'un minuscule clavier afin de mémoriser les paramètres de prise de vue, l'opération étant contrôlable par affichage sur écran à cristaux liquides. Un microprocesseur constitué d'une puce du type LSI, produit par Toshiba, assure le fonctionnement du système.

Reste à voir si les amateurs s'y retrouveront et s'ils suivront le constructeur sur cette voie. En effet, le recours à un clavier (quoiqu'encore simple sur le Canon T 70) et à un écran permet de multiplier les données à prendre en considération (les microprocesseurs ayant, eux, des capacités largement suffisantes).

De fait le T 70, reflex à objectifs interchangeable, possède 7 modes d'exposition, la commande manuelle de tous réglages et deux systèmes de mesure de la lumière. Généralement, le photographe commence par choisir l'un de ces systèmes : mesure sur toute l'image visible dans le viseur ou mesure sur une zone précise correspondant à 11 % du champ. Dans ce dernier cas, la mesure pourra être mise en mémoire pour permettre le cadrage définitif de l'image.

Une fois le système de mesure programmé, le photographe a le choix entre les réglages manuel et semi-automatique du diaphragme et de la vitesse ou les automatismes suivants :

- Programme standard comportant une succession de couples vitesse/diaphragme (généralement de 1/1 000 s à 1:1,4 jusqu'à 1 s à 1:16) ;

- Programme téléobjectif comportant une succession de couples favorisant les vitesses rapides (utiles pour réduire le risque de bougé avec les longues focales) et conduisant

## UNE PUCE DANS L'APPAREIL PHOTO

en contre-partie à l'utilisation de diaphragmes plus ouverts ;

- Programme grand angulaire comportant une succession de couples qui, cette fois, favorisent les petits diaphragmes (donc avec des vitesses plus lentes).

- Programme d'automatisme au flash avec le modèle spécial Canon 277 T comportant les couplages nécessaires ;

- Programme d'automatisme au flash avec les autres lampes éclair (en fait, l'automatisme n'est pas aussi complet qu'avec le flash 277 T) ;

- Automatisme par réglage de l'obturateur, de 1/1 000 s à 1 s, après affichage d'un diaphragme par l'opérateur (ceci avec les objectifs Canon FD, qui permettent mesures et cadrages à pleine ouverture du diaphragme) ;

- Automatisme à diaphragme fermé à la valeur affichée (utilisable avec tous les autres objectifs ou avec les accessoires qui ne permettent pas l'utilisation de la présélection du diaphragme, par exemple avec un soufflet).

Il est évident que le choix parmi ces automatismes multiples ne peut se faire qu'avec une parfaite connaissance de la technique photographique. Est-ce à dire que le Canon T 70 est un reflex professionnel ? Nous ne le pensons pas car le choix de l'automatisme et sa programmation au moyen du clavier est relative-

ment long. Un simple réglage manuel est alors aussi efficace. Certes le T 70 autorise cette technique, mais moins simplement qu'un Canon F1, véritable boîtier professionnel.

En définitive, le Canon T 70 semble destiné aux amateurs avertis qui seront séduits par le tout-électronique. Cet appareil, disponible dès fin mai, coûte environ 3 500 F.

►► **Le "Jardineur" est une deserte de jardin sur 4 roues destinée à recevoir tout l'outillage nécessaire au jardinier** (du ramasse-feuilles au plantoir à bulbes). Il est équipé d'un porte-sacs poubelle pour sacs plastiques traditionnels de 30 litres, d'un casier supérieur en plastique amovible et superposable pour les petites récoltes de fraises, fleurs, etc... Un porte-outils situé près du guidon présente les outils en oblique, pour une utilisation sans risque d'accident, sur terrain accidenté ou en pente. La grille sélective située au-dessus du casier inférieur en métal sert de rangement aux paquets de graines ou boîtes d'insecticides. Le jardinier pourra ainsi disposer à tout moment de tous ses outils, et les rentrer en une seule fois. Vendu en kit ; les parties en métal sont traitées anticorrosion. Prix : 580 F. En vente chez DMS, 18 av. des Champs-Élysées, 75008 Paris, tél. (1) 723 78 20, ou par correspondance (ajouter 60 F de port).

## PHOTO

### FILMS HAUTE SENSIBILITÉ : ATTENTION AUX AÉROPORTS !

► Roland Boyes, membre du Parlement européen, a découvert avec surprise que la plupart des aéroports européens refusaient l'inspection visuelle des films photographiques et les soumettaient aux rayons X avec les autres bagages. Il en a fait la plus triste expérience à l'aéroport de Rome, où les policiers ont refusé l'examen manuel en pointant leurs armes sur sa poitrine !

Pour l'instant seuls certains pays comme la Grande-Bretagne, le Canada ou l'Australie acceptent l'inspection visuelle. Le refus est total en France, Italie, Espagne, Danemark, Belgique, Suisse et Allemagne. Or le risque de voile provoqué par le passage aux rayons X est certain

dans deux cas : pour les voyageurs qui transitent par plusieurs aéroports, car les doses de radiation se cumulent ; et pour les nouveaux films de haute sensibilité (1 000/31° à 3 200/36° ISO). Ce sont essentiellement les 3M color 1 000, Kodacolor 1 000 et Ektachrome 800/1 600 (déjà sur le marché), et les Fujichrome 1 600 et Fujicolor HR 1 600 (qui seront disponibles vers la fin de l'année).

Actuellement, le moyen le plus efficace pour protéger ces films consiste à n'en emporter que très peu (quelques unités) en les gardant sur soi, dans une poche, les voyageurs n'étant pas passés aux rayons X.



## CHAUFFAGE À AIR CHAUD

► L'air chaud est un mode de chauffage traditionnel. Ce qui est moins usuel, c'est l'adaptation de ce mode de chauffage à l'énergie solaire, réalisée par le procédé Calostock, mis au point avec le concours de l'ANVAR, par la Société française Apleco.

Principe de Calostock : stocker l'énergie thermique à partir d'une source d'air chaud, que celle-ci soit fournie par un capteur solaire à air (1 m<sup>2</sup> de capteur orienté au sud à 60° pour 20 m<sup>3</sup> d'habitation), un récupérateur de cheminée, ou toute autre source thermique.

Ce stockage s'effectue dans une armoire calorifugée qui contient des enveloppes réalisées à partir d'un complexe métalloplastique. Ces enveloppes contiennent elles-mêmes des sels hydratés qui, par effet de dissolution/exsolution, emmagasinent ou restituent les calories. L'air caloporteur, dirigé vers le Calostock, peut ainsi y être stocké et utilisé à la demande. Ce principe de stockage thermique permet l'accumulation d'une chaleur produite de façon discontinue pour en assurer une utilisation continue.

L'armoire Calostock est associée à un système, comprenant une ventilation, une régulation, des vannes et des thermostats, qui permet, de façon automatique, selon les conditions d'ensoleillement et de température, 3 modes de fonctionnement. D'abord le chauffage direct : l'air aspiré dans la maison est chauffé par le capteur puis distribué dans l'habitation suivant la demande. Ensuite le stockage : l'air aspiré dans le Calostock est chauffé par les capteurs et retourne dans le Calostock pour y être stocké. Enfin le chauffage indirect : l'air aspiré dans la maison est réchauffé dans le Calostock qui décharge ses calories. En l'absence de réserve de calories, le relais est pris automatiquement par le chauffage d'appoint.

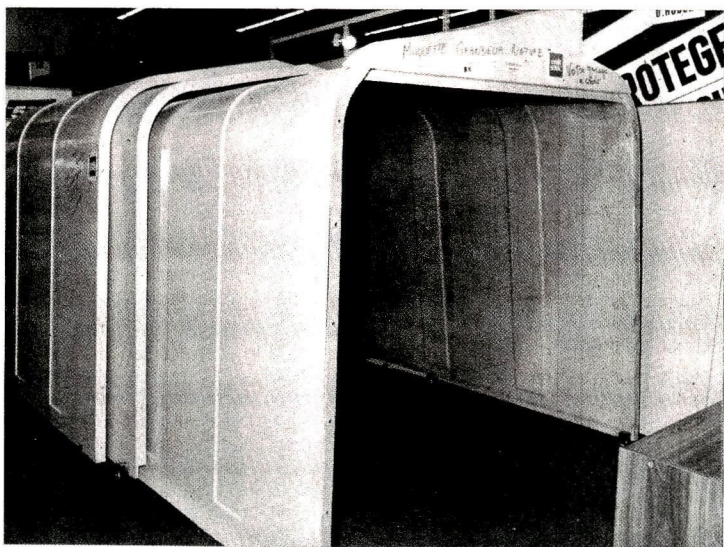
L'encombrement et le poids du système Calostock sont réduits par rapport aux autres techniques (lit de cailloux, parpaings, etc.) : 500 kilos de Calostock équivalent à 8 tonnes de cailloux, puisqu'ils stockent la même quantité, de 30 kWh (soit 30 × 860 000 calories), sans compter cet avantage supplémentaire que la température de restitution est constante, contrairement au lit de cailloux. Le système s'adapte au neuf comme à la restauration. Prix indicatif d'une installation complète comprenant une armoire permettant l'accumulation de 25 kWh

(dimensions : 950 × 810 × 1 800 mm, poids 465 kg), le système de régulation, 20 m<sup>2</sup> de capteurs (selon les régions et l'orientation de ces derniers) : 38 850 F. Selon le constructeur,

l'amortissement se situe entre 5 et 8 ans, selon le coefficient d'ensoleillement des différentes régions. Pour tous renseignements : Apleco, Le Monastier, 48100 Marvejols, tél. (66) 32 70 44.

## AUTOMOBILE

### UN GARAGE MOBILE TÉLESCOPIQUE



► Le garage télescopique mobile "Dom'Rob" est constitué de trois modules dont un fixe, d'une porte à ouverture vers le haut, d'un rail télescopique, d'un vérin support de porte et d'un panneau fixe. Le véhicule s'emboîte dans le module fixe. Après verrouillage des portes du véhicule, le garage se déplie pour envelopper celui-ci et se ferme à clé. Ainsi, le véhicule se trouve à l'abri de tout contact extérieur, dégradation naturelle ou acte de vandalisme. Ce garage protège à 100 % la peinture du soleil, du givre et de la poussière. Pour éliminer le risque d'incendie, les modules sont fabri-

qués en polyester classé MI. L'ensemble ne dépasse pas 250 kg et peut donc se déplacer facilement. L'encombrement est inférieur aux deux lignes blanches d'un parking privé. Le dépliage et repliage se font par simple traction.

Prix : 24 910 F. Une coquette somme, qui, à en croire le fabricant, doit être rapidement amortie par les avantages suivants : aucun risque de panne, diminution des frais de peinture, protection des petits chocs et dégradations diverses. Pour tous renseignements : Ets Robert D., 51130 Pocancy, tél. (26) 69 55 33.

## VIDÉO

### VIDÉODISQUE : LE DÉMARRAGE EST LENT

► L'implantation du vidéodisque se fait avec lenteur. Cinq ans après son lancement aux États-Unis (en 1978) les ventes mondiales de lecteurs ont à peine dépassé 500 000 unités. A la fin de 1983, le parc des appareils était voisin de 600 000, répartis dans trois pays comme suit : 475 000 aux États-Unis (110 000 du

type Laservision de Philips et 365 000 du type CED créé par RCA, la firme américaine qui vient précisément d'annoncer qu'elle abandonnait le vidéodisque), 110 000 au Japon (30 000 modèles Laservision et 80 000 modèles VHD de JVC), 80 000 en Grande-Bretagne (3 000 Laservision et 5 000 CED).



## EMMUREZ VOTRE COFFRE-FORT

► Le petit coffre-fort "M 19", à emmurer soi-même à l'aide d'une perceuse, offre d'énormes avantages dans le domaine de la protection des biens. Il se dissimule et s'utilise très facilement. Son couvercle est en acier traité de 20 mm d'épaisseur.

Le corps du coffre, lui aussi en acier, est épais de 5 mm ; il est équipé d'un double dispositif anti-perçage du bloc de sécurité. 648 000 combinaisons sont possibles sur ce bloc, évitant ainsi les opérations de "tâtage" et d'écoute du mécanisme.

Il se place aisément dans les murs, piliers et autres ouvrages de maçonnerie d'une épaisseur totale d'au moins 23 cm de béton, de granit, de pierre de taille, brique, parpaings, etc... Son installation se fait par scellement mécanique à sec par expansion. Il résiste à plusieurs tonnes à l'arrachage (principe des chevilles métalliques pour charges lourdes).

De par sa position dans la paroi, il offre une très bonne résistance à l'agression physique et à la flamme. Et, en cas de démantèlement, il se démonte aisément.

Ses dimensions (184 mm de longueur sur 60 mm de diamètre) lui permettent d'engloutir 2 lingots d'or de 1 kg ou 50 000 F en billets de banque, au choix...

Prix : 1 000 F TTC (trépan de 60 mm spécial M 19 fourni).  
Pour tous renseignements : Ets Looren, 38 allée Balzac, 93320 Pavillons-sous-Bois, tél. (1) 848 79 00.

►► **Le Shoe-Goo est une pâte utilisable pour réparer accrocs et déchirures sur tous les articles de caoutchouc ou de plastique** (vêtements, tentes, matelas pneumatiques, bottes, etc...). Il a en outre la particularité de pouvoir s'amalgamer en une couche épaisse pour boucher ainsi des trous ou des dépressions importantes. En une nuit, une semelle de basket ou de tennis sera remise à neuf, même si la veille elle prenait largement l'eau. Cette pâte peut également être utilisée pour compenser l'usure d'une semelle due à un défaut de marche.

Prix : 42 F le tube de 150 g environ. Au Vieux Campeur 48 rue des Ecoles, 75005 Paris, tél. (1) 329 12 32

## LA CALCULETTE DU SOMMELIER

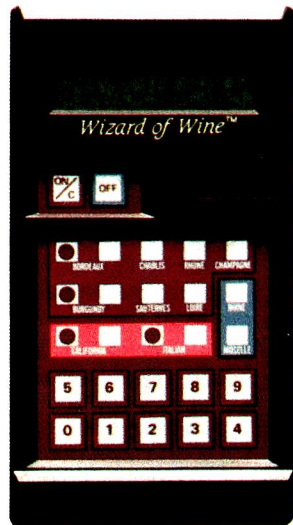
► On peut aimer le bon vin, mais ne pas forcément connaître quelles sont les meilleures années, ou s'il faut le boire immédiatement ou le laisser vieillir. N'est pas expert ou chevalier du Taste-vin qui veut.

Mais, grâce au "Wizard of wine", "le magicien du vin", qui se présente sous forme d'une calculatrice traditionnelle, on peut obtenir tous ces renseignements (en français) au moyen d'une simple manipulation.

Un très grand nombre de cuvées ont été répertoriées dans la mémoire, selon une échelle de valeur allant de zéro (mauvaise année) à 10 (année exceptionnelle), pour 4 types de vins : français (8 crus, plus le champagne), italien, californien et allemand.

Les années s'arrêtent à 1981, mais remontent à plus de 10 ans, et même à 1947 par exemple pour les bordeaux et bourgogne.

Il suffit de choisir son vin sur le clavier à touches sensibles et de composer le millésime ; on obtient alors automatiquement les renseignements de base (qualité, période propice à la consommation) pour un achat ou une commande au restaurant.



De quoi épater le sommelier de service. Mais l'appareil ne précise pas si le vin est bouchonné. Là, il vaut mieux faire confiance à votre palais...

Prix : 680 F. Pour tous renseignements : Dune, 12-14 avenue des Champs-Élysées, 75008 PARIS, tél. (1) 562 06 86.

## UNE SERRURE POUR VOTRE SERRURE...



► Le "sur-verrou CX 1" est un cache-serrure en acier, vissé depuis l'intérieur de l'appartement par des vis à tête fraisée, qui ne donne accès à la serrure elle-même que lorsque l'utilisateur programme son code personnel, modifiable à volonté et comptant plus de 4 000 combinaisons.

Il protège ainsi les serrures des fausses clefs et de la reproduction des clefs par d'anciens occupants, de la perte ou du vol des clefs et des

papiers obligeant à changer instantanément les serrures, du vandalisme sur la serrure elle-même et de l'introduction de corps étrangers. Il met ainsi définitivement à l'abri le trou de serrure, qui est le point le plus fragile de la porte.

Le "sur-verrou CX 1" est disponible en trois modèles : appartement (616 F), garage et cave (480 F), bureaux et armoire de bureau (350 F). Il est vendu principalement par correspondance auprès de son fabricant : C.S. Protection, 3 rue de Trianon, 93600 Aulnay-sous-bois, tél. (1) 828 62 22 et (1) 866 51 94.

►► **Alimentation de loisirs pour les sportifs** : l'omelette déshydratée de 400 g (soit le contenu de 36 œufs entiers) accompagnée d'un sachet de corps gras de 18 g, cette poudre d'œuf se prépare en quelques minutes. Prix moyen : 15 F. En vente au Vieux Campeur, 4 rue des Ecoles, 75005 Paris, tél. (1) 329 12 32.



## LE FLASHING : POUR MULTIPLIER VOS CHANCES DE RENCONTRE.

Le FLASHING est une petite boîte que vous glissez dans une poche.

Quand vous croisez un (e) autre possesseur de FLASHING, un petit bip sonore retentit, signale qu'une nouvelle amitié est née.

Un numéro de téléphone vous sera communiqué pour connaître les lieux privilégiés de rencontre.

Alors, adoptez le FLASHING pour donner un petit coup de pouce à la chance.

Egalement vendu dans les drugstores et aux Galeries Lafayette.

Recherchons plusieurs revendeurs dans toute la France.

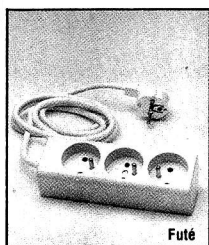
## Les petits malins pour tout savoir...



**ENSEMBLE D'ENREGISTREMENT AUTOMATIQUE DE TÉLÉPHONE**  
Enregistre toutes les conversations téléphoniques même en votre absence.

- D'une discrétion absolue.
- Ne nécessite aucun branchement.

Réf. : RS 2018



**PRISE MULTIPLE ÉMETTRICE**  
Micro-émetteur d'excellente qualité dissimulé à l'intérieur d'une prise multiple d'apparence anodine (portée 200 m).

- Fonctionnement permanent (alimenté constamment par le 220 V).
- S'utilise également comme n'importe quelle prise de courant.

Réf. : 2007

## PROMOTIONS ET QUALITÉ

84, r. des Entrepreneurs, 75015 PARIS  
Tél. : (1) 575.47.11 / (1) 579.33.78.

Ouvert du lundi au vendredi de 9 heures à 12 h 30  
et de 14 heures à 19 heures, samedi sur rendez-vous.

Vente sur place ou envoi immédiat contre remboursement

A TOULOUSE. — TOULOUSE AUDIOVISION :  
65, bd Carnot, 31000 TOULOUSE - Tél. : (61) 23.30.72.

A NICE. — Nicolas PACHOUTINSKY :  
17, r. de l'Hôtel-des-Postes, 06000 NICE  
Tél. : (93) 85.93.18.

A AIX-EN-PROVENCE. — LA MICRO-ÉLECTRONIQUE :  
5, r. de l'Ancienne-Madeleine,  
13100 AIX-EN-PROVENCE - Tél. : (42) 38.40.01.

## CANDIDE ET MACWRITE

(suite de la page 118)

la "pompe", et l'on peut écrire ou consulter un calepin de huit pages pour rappeler une note ou une citation, ou bien faire une opération sur la calculatrice intégrée. (la citation ou le résultat une fois copiés seront collés à l'emplacement adéquat dans le texte que l'on est en train de taper).

Mais la communication entre les logiciels ne s'arrête pas là ! Il est parfaitement possible de dessiner avec MacPaint (voir l'expérimentation de ce logiciel dans notre dernier numéro) et, ensuite, de copier et coller le croquis dans le texte composé sur MacWrite. Cet avantage est important car il permet d'illustrer facilement un texte. Imaginez le nombre de blocs dactylographiés et indigestes qui sont lus "en diagonale" par leurs destinataires et aussitôt classés... Vous pouvez parier que les mêmes sujets, agréablement composés et illustrés, retiendront immédiatement l'attention des plus blasés...

Quelles que soient les variantes utilisées, lorsque les textes seront terminés et corrigés, un appel du menu du fichier suffira pour les enregistrer sur une micro-disquette glissée dans le lecteur intégré; cette "mémoire de masse" servira en quelque sorte de bac à dossiers. Une seule micro-disquette, réservée aux fichiers, peut contenir 400 000 octets, ce qui représente environ 100 pages(7). Certes, il restera encore à les imprimer. Mais cela ne présente aucune difficulté, à condition de posséder une ImageWriter, seule imprimante acceptée par Macintosh -- pour l'instant du moins. La recopie de l'écran pourra alors se faire en trois "qualités" à des vitesses différentes : le "brouillon" s'imprimera à raison de 180 caractères à la seconde, soit une page 3/4 à la minute, tandis que la "haute fidélité" sera beaucoup plus lente. Il est vrai qu'il s'agit de recopier un par un chacun des points élémentaires qui forment le texte ou l'image (un écran peut en comporter jusqu'à 175 104), mais alors, la qualité est irréprochable.

MacWrite, on le voit, n'est pas seulement un traitement de textes luxueux, puissant et confortable. Accessible sans apprentissage préalable, il apporte, dans un domaine où bien des progrès sont à faire, une aide efficace à la communication. Pour la première fois, les concepteurs d'un système de grande diffusion ont cherché à rendre naturel et immédiat l'accès à l'ordinateur en réduisant à un strict minimum la "liturgie d'approche". Il semble bien qu'ils y soient parvenus.

Pierre COURBIER ■

(6) Le mobilier de bureau est un terme spécifique à Macintosh. Il désigne un ensemble d'objets tels que : album, calepin, horloge, calculatrice, clavier, corbeille à papier, etc., qui sont représentés par leurs "icônes" ou pictogrammes que l'on appelle en pointant et cliquant avec la souris.

(7) Il est également prévu de pouvoir transmettre textes et images à distance par Modem interposé. Il suffira de pouvoir communiquer avec un micro-ordinateur compatible et ... d'un téléphone.



confronté, ainsi que toutes les conséquences de ses réactions sont prévues sur le disque. Ceci conduit à un nombre d'images enregistrées impressionnant. Si on prend, par exemple, l'ensemble des séquences filmées de jeux tels que "Star Blazer" ou "Dragon's Lair", celles-ci ont une durée totale de près de deux heures !

Une question pourtant : pourquoi employer un vidéo disque alors qu'un simple magnétoscope, nettement moins coûteux, semble avoir une autonomie suffisante. Tout d'abord le vidéo disque, de par son principe même, est théoriquement inusable. Ceci est particulièrement intéressant pour des jeux qui tournent quelquefois de 16 à 20 heures par jour sans interruption. Autre raison, et non des moindres : le temps d'accès à l'information, c'est-à-dire le temps que va mettre l'appareil à trouver la séquence désirée. Sur un magnétoscope, il faudrait rembobiner ou faire avancer la bande, et même à grande vitesse ceci provoquerait des interruptions du jeu de plusieurs secondes, voire de plusieurs minutes. Pour le vidéo disque, au contraire, il suffit de déplacer la lecture de quelques millimètres pour changer la séquence ; cette opération peut donc s'effectuer très rapidement. Le microprocesseur n'aura donc plus qu'à demander au vidéo disque de fournir la bonne séquence en fonction des réactions du joueur. Ce mode de fonctionnement est à rapprocher de celui des *floppy discs* sur les micro-ordinateurs classiques.

Enfin sur ce type d'appareil il est extrêmement simple de changer de jeu. En effet, il suffit pour cela de remplacer le disque et la mémoire indiquant l'emplacement des diverses séquences au microprocesseur pour que le tour soit joué ; le reste de l'appareil ne nécessitant aucune modification.

Certes de tels jeux ne sont pas encore accessibles au particulier car leur prix tourne autour de 70 000 F. Il y a donc de fortes chances pour que le vidéo disque n'équipe dans le futur que les jeux dits d'arcade, que l'on rencontre dans les bars, les salles de jeux, etc.

Pour l'avenir, les idées ne manquent pas : en effet Atari propose déjà une version du "Pole Position" (circuit routier) "super panoramique", où le joueur est placé entre trois écrans ; un devant lui, et un de chaque côté. De plus, un son stéréophonique donne réellement l'impression de se trouver dans l'habitacle d'une voiture de course. Le véritable relief est très attendu, mais là la technologie a du mal à suivre, et l'on se contente actuellement de jeux munis de viseurs stéréoscopiques ressemblant à des jumelles.

Quoi qu'il en soit, le marché reste en pleine évolution, et les fanatiques ne sont pas au bout de leurs émotions.

Henri-Pierre PENEL ■

## CRÉER SON ENTREPRISE, C'EST POSSIBLE ?



### Si c'est possible, c'est dans CRÉNEAUX ET OPPORTUNITÉS

Depuis cinq ans, un journal bimestriel très discret vous conseille et donne tous les atouts pour entreprendre et réussir :

**ETUDES COMPLETES** (marché actuel, futur • technicité • investissement • lancement • pièges d'exploitation • concurrence • ratios financiers • etc...) de types d'entreprises performantes à créer **immédiatement** dans les domaines les plus divers (agriculture, services, artisanat...).

**ANNONCES** mettant en relations créateurs, chercheurs, financiers et commerciaux. **Gratuites** pour les abonnés, ces annonces prouvent chaque jour leur très grande **efficacité**.

**OPPORTUNITÉS** de reprises d'affaires existantes, en difficulté ou tout simplement... à vendre.

**PRODUITS NOUVEAUX** du monde entier, à la recherche de distributeurs en France. **Pourquoi pas vous ?**

**LICENCES ET FRANCHISES**, avec nos commentaires (dont l'efficacité et le sérieux sont unanimement reconnus par les spécialistes) sur leur valeur technique et commerciale.

**CONSEILS** et tuyaux en matière de financement et de démarrage des jeunes entreprises.

**VENDU UNIQUEMENT PAR ABONNEMENTS**

Nom .....

Adresse .....

- je désire souscrire un abonnement annuel
- je joins le règlement, soit 210,00 F (avion 250,00 F)
- je désire une facture justificative !

**CRÉNEAUX  
ET OPPORTUNITÉS**

9, rue de l'Aqueduc - 31500 Toulouse





## SUPER-STARS

(suite de la page 39)

rement. Mais quelques centaines ou quelques dizaines d'années plus tard, il se retrouve à nouveau dans l'impasse, et survient alors une nouvelle crise explosive. Et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'il perde totalement la matière enveloppant son noyau et qu'il devienne une étoile de Wolf-Rayet au cœur nu. À moins qu'il n'explose en supernova avant.

**Restait à comprendre l'origine des crises.** Plusieurs diagnostics ont été émis. En particulier on a invoqué la faible température des surfaces des "super-stars". La température de surface de  $\eta$  Car, avec ses 30 000° K, est suffisamment basse pour que le gaz, généralement ionisé à cause de la chaleur, contienne également une importante proportion d'hydrogène neutre. Cela augmente l'opacité de ce gaz, et les photons engendrés dans le cœur restent donc en partie bloqués et poussent sur les couches extérieures jusqu'à ce qu'ils arrivent à les faire éclater.

Mais toutes les crises ne peuvent s'expliquer de cette manière. Certaines d'entre elles pourraient être provoquées par un phénomène tout à fait différent. En effet, d'après l'astrophysicien Maeder les étoiles très massives seraient le siège de mouvements convectifs extrêmement complexes. Les produits des réactions thermonucléaires ne resteraient pas confinés dans leur cœur. Un brassage très lent du gaz stellaire les ferait remonter à la surface. Des éléments lourds se mélangeraient à l'hydrogène (l'azote trouvé dans la nébuleuse qui entoure  $\eta$  Car tend à confirmer cette hypothèse). Et, d'après Maeder, ce gargouillis permanent dans leur gigantesque corps irriterait les "super-stars" et serait en partie responsable de leurs sautes d'humeur. La phase  $\eta$  Carinae ne serait d'ailleurs qu'une étape éclatante de leur vie. Elles finiraient leur courte existence dans la déchéance, devenant des étoiles de Wolf-Rayet.

**D'où viennent les étoiles super-massives ?** Si on arrive aujourd'hui à mieux comprendre l'évolution, certes tragique, de ces "super-stars", en revanche le mystère de leur naissance reste entier. Les étoiles ordinaires naissent très simplement dans des nuages de matière interstellaire poussiéreux composés essentiellement d'hydrogène. Ainsi, lorsque la masse d'un de ces nuages dépasse une certaine masse critique (2 000  $M_{\odot}$ ) celui-ci s'effondre sur lui-même sous l'effet de sa propre gravité. Gravitationnellement instable, il se contracte alors de plus en plus vite. Il se morcelle et les fragments isolés continuent à s'affaïsser. Bien entendu, en se comprimant, le gaz s'échauffe. Et lorsque la température au centre d'un de ces morceaux de nuage atteint les 10 millions de degrés, la fusion de l'hydrogène en hélium devient possible. Les réactions thermonucléaires se déclenchent, libèrent de grandes quantités d'énergie sous forme de lumière. Et une étoile naît.

Les grains de poussières contenus dans le nuage

jouent vraisemblablement un rôle équivalent à celui de la sage-femme au moment de cette naissance. Ils aident en effet à l'accouchement en protégeant l'embryon d'étoile du rayonnement UV émis par les astres voisins. Ce rayonnement pourrait être fatal : en chauffant le gaz de l'embryon, il interromprait très certainement la condensation. Et l'astre serait avorté.

Mais les étoiles super-massives doivent affronter encore d'autres difficultés, qui leur sont propres, avant de voir le jour. La naissance d'une "super-star" ne peut avoir lieu que dans un complexe nuageux géant, forcément inhomogène. En bonne logique, la partie la plus dense se contractera plus vite, pour former une sorte de noyau de condensation sur lequel viendra se greffer toute la matière avoisinante. Très progressivement l'embryon stellaire grossira. Son cœur se réchauffera irrémédiablement et les réactions thermonucléaires se déclencheront fatalement. Ce cœur devenu lumineux empêchera bientôt la croissance embryonnaire. En effet la pression de radiation qu'il exerce s'oppose, assez vite et efficacement à l'attraction gravitationnelle du noyau de condensation. De plus, les rayons UV dégagés par ce cœur ionisent et réchauffent le gaz avoisinant, le rendant ainsi moins sensible à l'attraction gravitationnelle. Et les calculs montrent qu'un arrêt de croissance survient lorsque l'embryon stellaire atteint une masse d'environ 60  $M_{\odot}$ . Par conséquent la naissance des astres plus massifs reste inexpliquée.

Les théories de la formation stellaire sont donc incomplètes, elles ne couvrent qu'une partie de la réalité, à moins que... ces "super-stars" n'existent pas, comme l'affirme l'astronome Bath. Ce scientifique continue, en effet, à ne pas vouloir croire ses yeux et nie envers et contre tous l'existence des étoiles massives. Pour lui, les astres surpermassifs ne sont que des subterfuges. Ce sont des étoiles de taille moyenne qui, profitant de leur attraction gravitationnelle plus forte, s'approprient provisoirement la masse d'un compagnon plus petit. Et la matière volée, en tombant sous l'emprise de leur champ gravitationnel, est fortement accélérée et forme un disque d'accrétion superlumineux. Quant à R 136 a, Bath explique sa luminosité par l'accrétion de matière due à un gigantesque trou noir qui, en l'engloutissant, déclenche un véritable feu d'artifice. Ce point de vue reste toutefois très marginal.

Et les monstres sacrés continuent à faire rêver. Mais l'époque du "star-système" tire à sa fin. En 1986, le télescope spatial va être lancé. Avec son pouvoir de résolution dix fois supérieur à n'importe quel télescope terrestre actuel, il pourra voir distinctement les étoiles dans les autres galaxies. Il résoudra également l'énigme de la nébulosité autour de  $\eta$  Car ; il la déshabillera en quelque sorte de son châle et découvrira son gigantesque corps. Ne pouvant résister à son regard scrutateur, les "super-stars" dévoileront un peu de leur mystère et par là même de leurs charmes...

Anna ALTER ■



# 1500 F UNE JOURNEE D'INFORMATION SUR LA MICRO.

# 150 F UNE ANNEE DE SCIENCE ET VIE MICRO.



La micro-informatique ce n'est pas compliqué quand c'est bien expliqué. Pendant 1 an, bénéficiez du savoir-faire de Science et Vie en vous abonnant à SVM.



Je désire recevoir SVM pendant 1 an à compter du prochain numéro.

M. Mme  
NOM .....  
PRÉNOM .....  
ADRESSE .....  
.....  
CODE POSTAL ..... VILLE .....

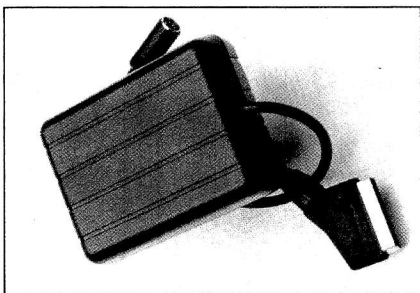
Ci-joint mon règlement de 150 F (étranger : 220 F) par chèque à l'ordre de S.V.M.  
(Pour l'étranger chèque compensable à Paris ou mandat international.)

## SCIENCE & VIE MICRO

rue de La Baume 75382 PARIS CEDEX 08



## informations commerciales



### ADAPTATEUR : PVP 80

Le mariage des signaux, c'est la spécialisation de C.G.V. qui innove en lançant sur le marché un produit nouveau la PVP 80 permettant pour la première fois l'adaptation de la SORTIE VIDEO PAL des jeux vidéos et micro-ordinateurs et l'ENTREE PERITELEVISION de tous les téléviseurs SECAM (normes RVB - SYNCHRO - SON).

Résoudre les problèmes d'incompatibilité d'humeur entre les standards, c'est la fonction de la PVP 80. Grâce à cette INTERFACE CGV, il est désormais possible de connecter les appareils en sortie VIDEO PAL sur le téléviseur familial ou secondaire. La PVP 80 fonctionne notamment avec la gamme des COM-MODORE (VIC 20 - 64), tous les modèles ATARI, SHARP, APPLE II et avec tous les produits présents et à venir en sortie VIDEO PAL. L'alimentation est livrée avec ce modèle (12 Volts 300 mA) et il faut noter la longueur de trois mètres permettant un champs d'action très large à l'utilisateur : on peut déplacer son micro-ordinateur sans problème avec un poste TV fixe.

### La gamme PANASONIC pour cet automne

Tout un monde de Vidéo, image et son. Le nouveau magnétoscope VHS NV 730 permettra d'enregistrer jusqu'à 8 heures d'émission sur des cassettes de 4 heures grâce au défilement de la bande en demi-vitesse tout en présentant un design nouveau, tous escamotables et télécommandes infra-rouge complète.

Côté image, des télévisions de 36 cm à 66 cm dont un modèle Pal Secam pour la fin d'année.

A noter, une nouvelle caméra vidéo dont le point fort sera une possibilité de filmer en luminosité extrêmement restreinte (réf. A1).

Côté audio, une platine disque SLN 5 qui se branchera directement sur des radio-cassettes équipées d'une prise sono dont le RXC 39 à haut-parleur détachable.

Le mini casque radio autonome RFH 5 pesant 60 g. Le plus petit casque radio FM stéréo qui complètera la gamme des balladeurs cassette + radio (RXS 40) et (RXS 35 auto reverse).

## SATURNE

(suite de la page 49)

débouche sur la physique des particules. En effet des réactions nucléon-nucléon s'ajoutent à la collision noyau-noyau, et, du choc, naissent des myriades de particules plus bizarres les unes que les autres, et qui, à l'évidence, relèvent davantage de la physique des particules que de celle du noyau. C'est le cas, par exemple, du pion, une particule associée à l'interaction nucléon-nucléon, et qui est dite "virtuelle" parce qu'elle n'est pas observable dans des conditions normales : pour la faire surgir, il faut des projectiles très énergétiques (environ 200 à 300 MeV par nucléon), donc des ions lourds relativistes. Elle est alors matérialisée à partir de l'énergie libérée par le choc, selon le principe établi par Einstein de l'équivalence masse-énergie.

Certains théoriciens vont jusqu'à penser que des collisions réalisées avec des ions lourds extrêmement puissants pourraient faire apparaître d'autres "coexistences" entre phénomènes à l'échelle du noyau et phénomènes à l'échelle de la particule. Selon eux, à des énergies de l'ordre de 10 GeV (non encore obtenues pour des ions lourds), la zone d'interpénétration lors d'un choc frontal entre deux noyaux lourds atteindrait une densité telle que les nucléons éclateraient comme des sacs, libérant ces fameux quarks que l'on n'a pas encore pu observer expérimentalement. Il se formerait alors dans cette zone une sorte de plasma de quarks, dont on est bien en peine d'imaginer le comportement.

Mais on n'en est pas là. Pour le moment, la physique des ions lourds a suffisamment de terres inconnues à explorer sans être obligée de recourir à de telles énergies. Ainsi GANIL, le tout récent accélérateur d'ions lourds de Caen, permet de visiter un domaine d'énergie inférieur à celui de *Saturne* et qui lui est complémentaire, avec des ions de toutes masses, jusqu'à l'uranium. Mais déjà on entrevoit des applications possibles pour les ions lourds relativistes. Ainsi, certains chercheurs suggèrent de tirer parti du pouvoir d'ionisation des ions très énergétiques en fin de parcours — c'est-à-dire de leur aptitude à arracher les électrons des atomes qu'ils traversent sur une très courte distance, juste avant de s'arrêter — pour réduire avec une grande précision les tumeurs cancéreuses sans léser les régions avoisinantes. Ionisant les atomes, les ions lourds détruiraient les molécules et, en fin de compte, tueraient les cellules malignes avec moins de "bavures" que les isotopes radioactifs actuellement utilisés.

Précisons toutefois que cette application thérapeutique des ions lourds relativistes relève pour l'heure du domaine de la spéculation, car on voit mal chaque service de cancérologie équipé d'un synchrotron de type *Saturne* !

Hélène GUILLEMOT ■



ordinateur et cela pour une seule page en noir et blanc (la couleur serait encore plus encombrante). A titre de comparaison, la mémorisation des 2 000 caractères d'une page moyenne n'exige que 16 000 unités élémentaires, soit 30 fois moins que pour une image  $21 \times 29,7$ .

● Il est enfin possible à la photocomposeuse de produire directement la plaque offset de la page à imprimer, ce qui absorbe les opérations intermédiaires et manuelles (donc coûteuses) de "clicherie" (réalisation d'un négatif servant à "insoler" la plaque offset). Si ce stade était atteint, on irait directement de la rédaction à la rotative, avec des interventions manuelles réduites au strict minimum.

La plupart des journaux n'en sont pas là, même aux États-Unis. La tendance générale serait de réaliser progressivement une informatique rédactionnelle prenant sa source à la saisie de l'article par le journaliste (ou par la secrétaire à partir d'un brouillon du journaliste) sous forme mémorisable et transportable électroniquement, avec enrichissements et mises au point successives (accès à des informations annexes) pour s'achever à la sortie de la photocomposition, ce sous-système délivrant non pas la plaque offset, ni même un film de l'ensemble de la page, mais plus modestement des éléments de page qu'il faudra assembler avec les illustrations pour traiter l'ensemble et produire les "formes" que l'on placera sur les rotatives.

**Plusieurs facteurs retardent l'intégration totale de la chaîne rédaction-impression.** Il existe un écart considérable de puissance et de richesse typographique entre une photocomposeuse (très évoluée) et un système de traitement de texte (rudimentaire) tel qu'il pourrait être mis en œuvre par un journaliste. La photocomposeuse connaît jusqu'aux guillemets italiques, alors que le traitement de texte distingue tout juste les majuscules et les minuscules. Les typographes ne veulent pas devenir des correcteurs de textes frappés par les journalistes. Ils préfèrent reprendre eux-mêmes l'intégralité de la saisie plutôt que de recevoir sur écran des textes à mettre en forme. Solidement organisés sur le plan syndical (en France, dans le Syndicat du livre), ils défendent une nette séparation des tâches qui leur paraît une garantie de qualité.

Par ailleurs, la production directe de plaques offset par la photocomposeuse reste encore aussi onéreuse que délicate. Il existera donc longtemps encore deux grandes phases (rédaction, production) et plusieurs métiers (ceux du journalisme et ceux de l'imprimerie, ces derniers recouvrant la composition, la photogravure, le montage, l'impression...).

**Gutenberg décentralisé.** La phase d'impression est elle-même susceptible d'évolutions importantes. Pour une imprimerie de presse, le choix du

(suite du texte page 158)

## **Vous pouvez immédiatement acquérir une étonnante MÉMOIRE**

Rechercher une date, un nom, une formule scientifique, apprendre par cœur un texte long et difficile, toutes ces choses vous paraissent pénibles, voire impossibles.

Pourtant vous pouvez, en deux mois à peine, et sans effort réel, posséder une merveilleuse mémoire qui, dans tous les domaines, vous rendra le travail facile et rapide.

Si vous voulez apprendre une langue étrangère en un temps record, passer avec succès des examens ou des concours, vous perfectionner dans une spécialité, une mémoire claire, rapide, précise vous est indispensable.

Cette mémoire, vous pouvez l'acquérir immédiatement, quels que soient votre formation et votre âge, en ne consacrant qu'une demi-heure par jour à la lecture agréable de la Méthode CHEST, rédigée à votre intention par le psychologue Jacques ABEEL.

La clarté de ses exposés, la simplicité de ses formules vous étonneront par les résultats que, du jour au lendemain, vous en obtiendrez. Comme des milliers d'adeptes qui, dans le monde entier, témoignent de leur satisfaction, vous posséderez demain une remarquable mémoire.

Une passionnante documentation illustrée et en couleurs vous sera adressée gratuitement, sans le moindre engagement de votre part, en écrivant à l'Institut Psychologique Moderne (service L.7), 40, rue Jules-Ferry 59430 Saint-Pol-sur-Mer.



## DEVENEZ VOTRE PROPRE PATRON

Maintenant, vous pouvez également vous établir à votre compte et réussir avec une petite entreprise lucrative, bien à vous. Les **meilleurs créneaux d'affaires** qui ont le plus de chances de succès sont publiés dans les dossiers « idées lucratives » (7<sup>e</sup> année), la seule publication pour le créateur d'entreprise éditée en plusieurs pays d'Europe, en trois langues (français, allemand, hollandais).

Vous trouverez tous les chiffres, indications et informations dans des études de marché complètes, avec beaucoup de conseils, adresses, jamais publiés auparavant. La totalité des informations est fondée sur des recherches dans des entreprises performantes, elle est de plus vérifiée par des experts. Un grand nombre de spécialistes sont en permanence à la recherche, à l'étranger (Europe, U.S.A.), de nouvelles idées d'affaires. Vous pouvez profiter des meilleures opportunités publiées sous forme de concepts d'entreprises (études de marché). Chaque dossier contient tous les éléments que vous devez connaître afin de réussir. Aucune formation spéciale n'est requise.

De nombreux lecteurs ont déjà réalisé avec beaucoup de succès des idées publiées. Exemples : M.A. Khadir de Poissy (78) gagne plus de 25 000 F en bénéfice/mois grâce aux indications d'un concept d'entreprise. M.B. Mey de Grillon (84) était au chômage, après six mois depuis la création de son affaire, son revenu mensuel s'élève déjà à presque 10 000 F.

Vous pouvez également faire de bonnes affaires en mettant en pratique et en exploitant les concepts d'entreprises « idées lucratives » (7<sup>e</sup> année).

### UNE SÉLECTION DES MEILLEURES IDÉES PARUES :

● Vente par Correspondance ● Agence de Distribution de Prospectus  
● Entretien de Parkings ● Centre de Copies ● Portraits à l'Huile  
● Centre de Tennis et de Squash ● Télé-Portraits ● Institut de Bronzage  
● Réparation sur Vinyl ● Nettoyage de Gouttières ● Import/Export  
● Magasins d'Ordinateurs ● Organisateur de Séminaires ● Décapage de Meubles ● Magasins Bonsai ● Commerce Ambulant ● Magasin Vidéo  
● Éditions de Cassettes ● Centre de Copie-Couleur ● Boutique de Thé  
● Restaurant « Spécial-Salades » ● Cinéaste Vidéo ● Boutique « Jus Naturels » ● Centre Anti-Tabac ● Agence de Gardiennage à Domicile  
● Agence Matrimoniale par Vidéo... etc. Un grand nombre d'activités ne demandant qu'un capital de démarrage réduit, à partir de 5 000 F, d'autres peuvent être exploitées en annexe à votre activité principale.

Toutes les études sont présentées avec des illustrations, des tableaux, des comptes prévisionnels et des descriptions détaillées. Le répertoire complet avec les résumés de plus de 60 études, est à votre disposition. Demandez de suite, sans engagement de votre part, et à titre gratuit, les « RÉSUMÉS GRATUITS SVB » aux :

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

Tél. (89) 24.04.64 (3 lignes groupées)

(à découper et à retourner aux ÉDITIONS SELZ -  
B.P. 266 - 1, place du Lycée - 68005 COLMAR CEDEX)

#### BON pour les résumés « idées lucratives »

Je désire recevoir vos résumés gratuitement et sans engagement de ma part.

NOM \_\_\_\_\_

PRÉNOM \_\_\_\_\_

ADRESSE \_\_\_\_\_

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

11S|V|B|4|0|1|0|7

## PRESSE

(suite de la page 157)

système d'impression représente un enjeu financier plus important encore que le choix du système informatique en amont. La durée de vie d'une rotative doit être au moins de 10 ans, alors que les ordinateurs se changent pratiquement tous les 5 ans. Les investissements sont également sans commune mesure : *Le Midi Libre*, par exemple, va dépenser 10 à 15 millions de francs pour s'équiper d'un système d'informatique rédactionnelle (le système américain ATEX), alors qu'il a investi 70 millions en 1976 pour passer à des rotatives offset.

En plus du choix de la technologie (il semblerait que la typographie n'ait pas dit son dernier mot face à l'offset), l'entreprise de presse doit faire un choix sur la localisation et donc la taille des rotatives : faut-il les maintenir centralisées, selon la formule traditionnelle ou les répartir sur l'ensemble du territoire ? La seconde formule facilite la distribution du journal. Au lieu de transporter du papier imprimé de Paris à Bordeaux et à Marseille, Paris envoie par télécommunication aux imprimeries de Bordeaux et de Matseille un facsimilé des pages à imprimer. Un journal comme l'*International Herald Tribune* est confectionné dans plusieurs rédactions européennes, dont une à Paris, puis tiré dans plusieurs imprimeries réparties en Europe et même prochainement en Asie ; la rédaction et l'impression sont ainsi toutes deux décentralisées.

**Le fac-similé** s'appuie sur l'utilisation du laser pour lire et graver les plaques d'imprimerie à distance. Dans l'atelier de fabrication du journal un faisceau laser dit de lecture balaie ligne après ligne chaque page (au stade où elle est bonne pour l'impression). Les signaux lumineux correspondant aux zones claires et sombres sont convertis en signaux électriques et diffusés par un réseau spécialisé, lignes au sol ou satellite. A la réception, dans un autre atelier d'impression, on fait l'opération inverse. Les signaux électriques sont transmis à un laser dit d'écriture et transformés en signaux lumineux qui impressionnent directement la surface sensible de la plaque offset. Dans certains cas, on peut simplement enregistrer ces signaux électriques dans une mémoire et les réutiliser le moment venu. Cette transmission s'est d'abord faite en mode analogique (en modulation d'amplitude ou en modulation de fréquence), puis en mode numérique. Le format des pages pouvant être transmises en une seule opération de lecture est passé peu à peu du 18 x 24 cm à la pleine page d'un quotidien. Cette transmission dure environ une minute.

**Tous ces progrès ne vont pas et n'iront pas sans des mutations professionnelles.** Une photocomposeuse de 3<sup>e</sup> génération assemble des centaines de milliers de caractères à l'heure, alors qu'elle n'en assemblait que 60 000 dans la seconde génération, même en mode automatique. Si l'on est toujours limité par la dextérité manuelle de l'opérateur (car il faut

(suite du texte page 160)



# SAVOIR S'EXPRIMER



est un précieux atout dans bien des circonstances de la vie professionnelle, sociale ou privée: réunions, amitiés, relations, travail, affaires, sentiments, etc.

Il vous est certainement arrivé de vous dire après un entretien: «Ce n'est pas ainsi que j'aurais dû aborder la question.» Soyez sûr que la conversation est une science qui peut s'apprendre. L'étude détaillée de tous les «cas» concrets qui peuvent se présenter, l'amélioration progressive de vos moyens d'expression vous permettront, après un entraînement de quelques mois, d'acquiescer une force de persuasion qui vous surprendra vous-même. Vous attirerez la sympathie, vous persuaderez, vous séduirez avec aisance et brio.

Le Cours Technique de Conversation par correspondance vous apprendra à conduire à votre guise une conversation, à l'animer, à la rendre intéressante. Vous verrez vos relations s'élargir, votre prestige s'accroître, vos entreprises réussir.

Demain, vous saurez utiliser toutes les ressources de la parole et vous mettrez les meilleurs atouts de votre côté: ceux d'une personne qui sait parler facilement, efficacement, correctement et aussi écrire avec élégance en ne faisant ni faute d'orthographe, ni faute de syntaxe.

Pour obtenir tous les renseignements sur cette méthode pratique, demandez la passionnante brochure gratuite: «L'art de la conversation et des relations humaines» au:

**COURS TECHNIQUE DE CONVERSATION**  
Service D. 1231,35, rue Collange  
92303 Paris-Levallois (Établ. privé)  
Tél. 270.73.63

## Encore plus complète ÉDITION 84/85

Nombreuses maquettes avions, bateaux, accessoires, etc.



### LA DOCUMENTATION DU MODÉLISTE SV 22

\* Le catalogue ..... 28 F  
Expédition PTT en timbres-poste ou par chèque ..... 10 F

### A LA SOURCE DES INVENTIONS

60, boulevard de Strasbourg 75010 PARIS Tél. 607 26 45

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

## BREVET PROFESSIONNEL INFORMATIQUE

Nouveau Diplôme d'Etat

### BREVET PROFESSIONNEL INFORMATIQUE (BPI) diplôme d'Etat

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

Nos élèves bénéficient de notre garantie Etudes et peuvent, en option, suivre un stage pratique sur ordinateur.

#### COURS DE PROGRAMMEUR

Pour apprendre chez soi à programmer et acquiescer les bases indispensables de l'informatique. Stage pratique d'une semaine. Durée 6 à 8 mois, niveau fin de 3<sup>e</sup>.

#### MICROPROCESSEURS

Pour apprendre le fonctionnement interne des microprocesseurs (Z 80, INTEL 8080...) et écrire des programmes en langage-machine. Un micro-ordinateur MPF 1B est fourni en option avec le cours. Durée 6 à 8 mois, niveau 1<sup>er</sup> ou BAC.

#### BASIC ET MICRO-INFORMATIQUE

Pour dialoguer en 4 mois environ avec n'importe quel "micro" et être capable d'écrire seuls ses propres programmes en BASIC (jeux, gestion...). Niveau fin de 3<sup>e</sup>.

#### COURS GENERAL D'INFORMATIQUE

Pour acquiescer chez soi les bases informatiques et s'orienter vers les postes qui touchent de près ou de loin aux ordinateurs. Durée 6 à 8 mois, niveau fin de 3<sup>e</sup>.

#### TECHNICIEN EN ELECTRONIQUE MICRO-ELECTRONIQUE

Pour se former chez soi aux dernières techniques de l'électronique (circuits intégrés, composants...). Plus de 100 expériences pratiques à réaliser avec le matériel fourni. Un excellent investissement pour votre avenir dans ce secteur favorisé par le Gouvernement. Durée 10 à 12 mois pour chacun des 2 modules de ce cours, niveau fin de 3<sup>e</sup>.

INSCRIPTION TOUTE L'ANNEE

**FORMATION CONTINUE (LOI DU 16/07/1971).** Depuis le 16 juillet 1971, les cours par correspondance accompagnés de journées de stages peuvent être suivis dans le cadre de la loi sur la Formation Continue sous certaines conditions.



**INSTITUT PRIVE  
D'INFORMATIQUE  
ET DE GESTION**

92270 BOIS-COLOMBES (FRANCE)  
Tél.: (1) 242.59.27  
Pour la Suisse:  
16, avenue Wendt - 1203 Geneve

Envoyez-moi gratuitement et sans engagement de ma part  
votre guide n°3582 sur vos préparations:

INFORMATIQUE ☐ ELECTRONIQUE ☐ MICRO-INFORMATIQUE ☐  
(cochez ce qui vous intéresse)

Nom \_\_\_\_\_  
Prénom \_\_\_\_\_  
Adresse \_\_\_\_\_  
Ville \_\_\_\_\_  
Code postal \_\_\_\_\_ Tél. \_\_\_\_\_



# diplômes de langues UN ATOUT PROFESSIONNEL

anglais, allemand, espagnol, italien, russe, grec

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

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

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

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

Langues & Affaires (Etablissement privé) assure des formations complètes (même pour débutants) à distance, donc accessibles à tous, quelles que soient vos occupations quotidiennes, votre lieu de résidence ou votre niveau actuel. Enseignements originaux et individualisés, avec progression efficace et rapide grâce à l'utilisation rationnelle de moyens audiovisuels modernes (disques, cassettes...). Cours oraux facultatifs à Paris. Service Orientation et Formation. Documentation gratuite à Langues & Affaires, service 4163, 35, rue Collange 92303 Paris-Levallois. Tél. : 270.81.88.

## BON D'INFORMATION

à découper ou recopier et renvoyer à

L. & A., service 4163, 35, rue Collange 92303 Paris-Levallois. Veuillez m'adresser gratuitement et sans engagement votre documentation complète.

NOM : .....

Prénom : .....

Adresse : .....

## on vous juge sur votre culture

A tout moment de votre existence, une culture insuffisante constitue un sérieux handicap, tant dans votre vie professionnelle que sociale ou privée : rencontres, réunions, discussions, conversations...

Pourtant, vous aimeriez, vous aussi, rompre votre isolement, participer à toutes les discussions, exprimer vos opinions, affirmer votre personnalité face aux autres et donc assurer votre progression matérielle et morale. Car vous savez qu'on vous juge toujours sur votre culture !

Aujourd'hui, grâce à la **Méthode de Formation Culturelle** accélérée de l'I.C.F., vous pouvez réaliser vos ambitions.

Cette méthode à distance, donc chez vous, originale et facile à suivre, vous apportera les connaissances indispensables en littérature, cinéma, théâtre, philosophie, politique, sciences, droit, économie, actualité, etc., et mettra à votre disposition de nombreux services qui vous aideront à suivre l'actualité et l'information culturelles.

Des milliers de personnes ont profité de ce moyen efficace et discret pour se cultiver.

Documentation gratuite à :

**INSTITUT CULTUREL FRANÇAIS**  
Service 3611 35, rue Collange  
92303 Paris Levallois (Etabl. privé)  
Tél. 270 73 63

## PRESSE

(suite de la page 158)

bien frapper au clavier ce qui sera mémorisé puis composé automatiquement), cette frappe manuelle est beaucoup plus rapide sur les matériels actuels (de l'ordre de 12 000 caractères à l'heure) que sur ceux de 1948 (8 000), alors qu'avant, à la linotype, l'ouvrier le plus habile ne faisait que du 1 200 caractères à l'heure.

Des métiers ont disparu (linotypiste), d'autres sont apparus et se sont quelquefois féminisés (opératrices de photocomposition). Traditionnellement, le personnel de fabrication d'un journal est plus important que celui de la rédaction. La tendance pourrait s'inverser. *Il Matino*, quotidien installé à Padoue, en est un exemple. Ce journal, qui tire à 50 000 exemplaires, a investi 6 millions de francs en 1980 pour s'équiper de matériel de saisie, de composition et de montage très performant. Il compte aujourd'hui une trentaine de terminaux de rédaction. Il emploie 45 journalistes et seulement 16 ouvriers de fabrication. La direction chiffre à une centaine le nombre d'ouvriers qu'elle aurait dû embaucher si elle s'était équipée de matériel plus traditionnel.

Au-delà d'un accroissement de la qualité, d'une réduction des délais et d'une réduction des coûts, les nouvelles technologies ouvrent aux entreprises de presse la voie de nouvelles stratégies. A la vente d'information représentée par du papier encré peut maintenant s'ajouter la diffusion d'images de pages sur des écrans, jusque chez les particuliers, par exemple selon la norme Videotex (24 lignes de 40 caractères) expérimentée à Vélizy et en voie de généralisation (Télétext). A l'intérieur d'un groupe de presse, ou bien de journal à journal, ou encore de journal à client, il est possible d'échanger des informations selon un mode électronique qui présente deux avantages : transmission instantanée, réutilisation de l'information sans nouvelle saisie (frappe manuelle) chez le destinataire.

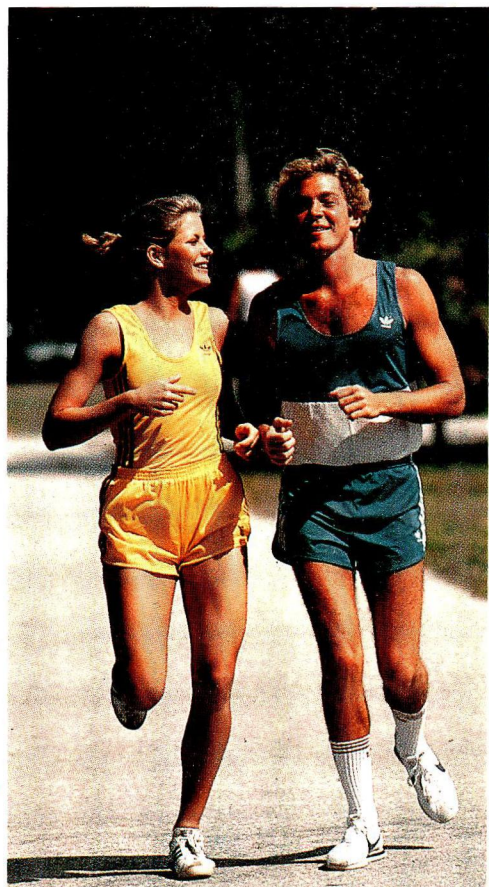
**L'entreprise de presse peut ainsi devenir multi-médias** : papier, vidéo, échange d'informations binaires, centre de microfilms ou de microfiches. Ce dernier support, dont l'encombrement est cent fois plus faible que celui du papier, est commercialisé par le *Journal officiel*.

A terme, une certaine redistribution du marché pourrait se faire entre les médias : sur les écrans, des informations de type bourse, météo et, d'une façon générale, tout ce qui se modifie instantanément, et qui occupe inutilement du papier, car le lecteur n'en consulte qu'une part minime ; sur le papier, tout ce qui supporte une demi-journée de décalage entre l'événement et l'information et tout ce qui est de l'ordre de l'analyse ou du commentaire. C'est pourquoi il est tout aussi fondamental pour une entreprise de presse de développer son informatique rédactionnelle que de choisir le mode d'impression le plus approprié.

**Richard CLAVAUD  
et Jean-Marie CHARRON ■**



**SPECIAL TENNIS**  
Tous les coups et leurs effets  
Dossier exclusif



# LE SPORT AU QUOTIDIEN

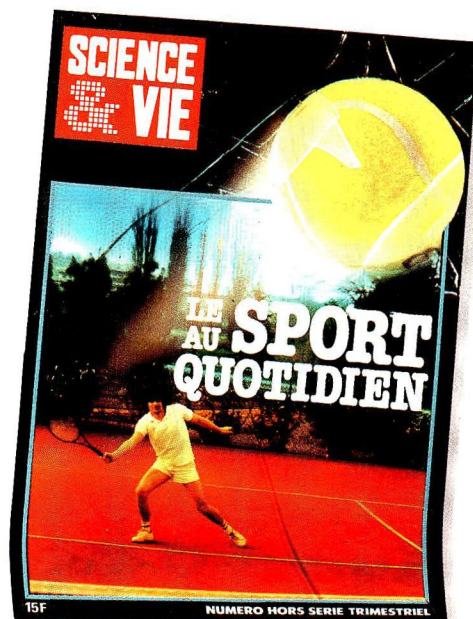
Notre époque est celle de la redécouverte du corps. Le sport devient un phénomène de société et un mode d'expression culturel.

Avec le sport, c'est tout un secteur de l'économie qui bouge et qui progresse. D'incroyables matériaux en sont issus.

Le sport aujourd'hui, c'est aussi de nouvelles idées - études scientifiques à l'appui - sur l'entraînement, des conseils surprenants pour maigrir, pour vaincre la soif, pour se soigner...

Le sport au quotidien,  
un numéro hors série exceptionnel  
à ne pas manquer.

chez votre marchand de journaux



**UN HORS SERIE**





1664 de Kronenbourg. L'authentique.