

# SCIENCE VIE

*Auto : peut-on  
se fier aux  
nouveaux freins ?*

*La "déprime"  
est héréditaire*

*Construisez en  
briques crues*

**TÉLÉVISION :  
LA VRAIE RÉFORME  
NOUS VIENT  
DU CIEL**



**LES ANTIBIOTIQUES  
PERDENT  
LEUR POUVOIR**

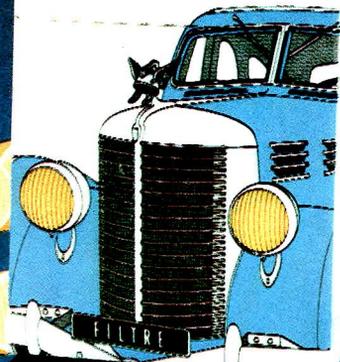
10 F  
N° 776  
SUISSE 4,50 FS  
CANADA \$ 2,50  
BEL 80 FB  
ESPAGNE 2,25 P

6 7 8

GAULOISES

Blue Way

GAULOISES  
BLUE WAY



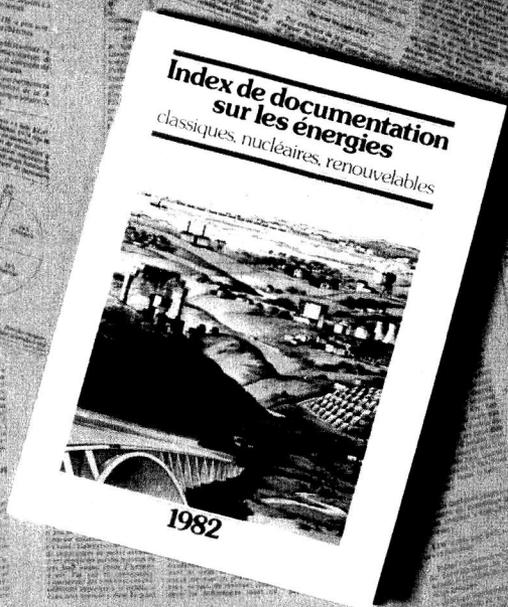
CAHILL FOUR ROBERT PAINES

P. COULON

GAULOISES BLUE WAY

20 CIGARETTES FILTRE

# On a beaucoup écrit sur l'énergie.



Un grand nombre d'informations  
se trouvent ici, classées et répertoriées.

L'édition 1982 de *L'Index de documentation sur les énergies* est sortie. Il s'agit d'un répertoire analytique des textes importants (documents, brochures, articles) parus sur l'énergie... ou plutôt sur les énergies. Caractéristiques, besoins, ressources, possibilités actuelles et futures, plus de 300 documents sont présentés. Le contenu de chacun est indiqué en

quelques lignes. Conçu pour aider tous ceux qui veulent comprendre l'un des problèmes majeurs de notre époque, ce guide leur permet de repérer rapidement les éléments les plus utiles à leur réflexion et leur donne toutes précisions pour se les procurer facilement et gratuitement.

social conseil

**ELECTRICITE DE FRANCE**  
Division Information et Communication.

**GRATUIT!** Veuillez m'envoyer rapidement votre *Index de documentation sur les énergies* (à remplir au stylo à bille).

Nom \_\_\_\_\_  
Adresse \_\_\_\_\_  
Ville \_\_\_\_\_  
Code Postal \_\_\_\_\_  
A retourner à A.F.I.D. -  
BP 8209  
75421 Paris  
Cedex 09

SCIENCE ET VIE 83

LE  
V



**Sommaire**  
**Mai 82**  
**N° 776**  
**Tome CXXXI**

Dessin  
Sato  
Yamamoto

---

**LES ANTIBIOTIQUES  
PERDENT LEUR POUVOIR** p. 30  
par Jean-Michel Bader

---

**LES "IMMUNONS"  
CLARIFIENT L'IMMUNOLOGIE** p. 36  
par Alexandre Dorozynski

---

**PREMIERS ESSAIS  
D'HYBRIDOMES  
SUR DES CANCERS HUMAINS** p. 38  
par Jean Ferrara

---

**LA "DÉPRIME" EST HÉRÉDITAIRE** p. 40  
par Alexandre Dorozynski

---

**LE SECRET  
DES POISSONS LUMINEUX** p. 42  
par Françoise Harrois-Monin

---

● **L'EFFET TUNNEL,  
UN PASSEPORT  
POUR PARTICULES FAIBLES** p. 48  
par Sven Ortoli

---

**LE VIOLON ÉLECTRONIQUE  
EST NÉ** p. 52  
par Françoise Harrois-Monin  
et Michel de Pracontal

---

**LA SURVIVANCE DES MYTHES  
CHEZ LES FRANÇAIS** p. 56  
par Michel Rouzé

---

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

---

LE  
S  
C  
I  
E  
N  
C  
E  
S

**Câbles et satellites  
vont bientôt changer la télé** p. 72

*une grande enquête  
de Jacqueline Denis-Lempereur*

■ **L'imagination électronique  
ou l'ordinateur qui crée** p. 80

*par Françoise Harrois-Monin  
et Rémi Georgeot*

**Construisez en briques crues** p. 88

*par Anna Alter*

**Bois + résine = plus que du bois** p. 92

*par Emmanuel Audrain*

**La "filière bois" française  
en danger** p. 94

*par Rémi Georgeot*

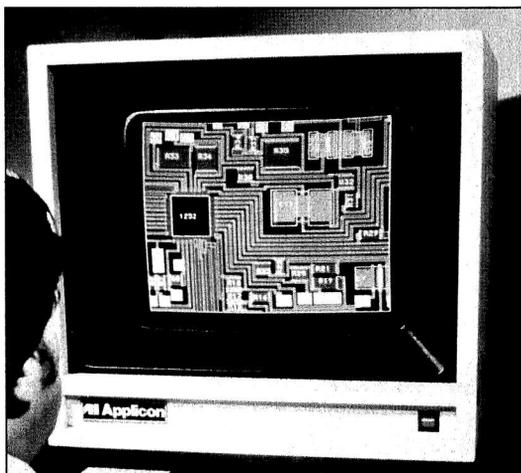
**Ils ont réussi  
grâce à Science & Vie** p. 100

*par Gérard Morice*

**Chronique de l'industrie** p. 103

*dirigée par Gérard Morice*

**Des marchés à saisir** p. 108



*Avec l'image créée par ordinateur, des ingénieurs conçoivent et fabriquent sans plans ni tests, des biologistes observent des réactions chimiques dans l'ADN, etc. Jusqu'aux cinéastes, qui font des films entiers sans acteurs, ni décors, ni caméras, juste un clavier ou une tablette graphique.*

**LES NOUVEAUX FREINS AUTO-  
MOBILES SONT-ILS FIAIBLES ?** p. 110

*par Luc Augier*

**UN FUSIL D'ASSAUT  
POUR TIRER À LA CIBLE** p. 116

*par Renaud de La Taille*

**JOUEZ AU LASER : HOLOGRAMMES,  
INTERFÉRENCES...** p. 120

*par Sven Ortoli*

**PHOTO-VIDÉO : PREMIÈRES  
ÉPREUVES SUR PAPIER** p. 126

*par Roger Bellone*

▶ **LE MATCH MAGNÉTOSCOPES-  
VIDÉODISQUES** p. 128

*par Christian Datevelle*

**LES JEUX** p. 132

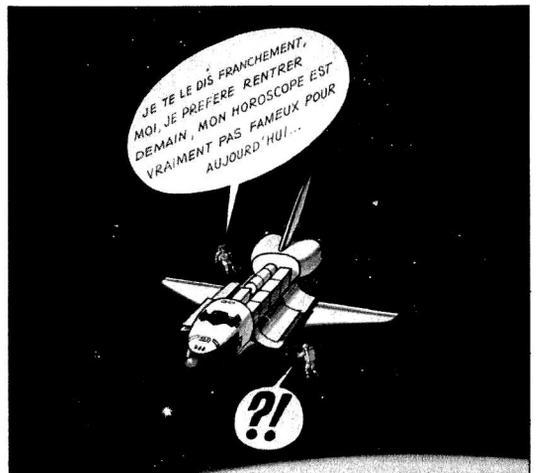
*par Pierre Aroutcheff, Pierre Berloquin,  
André Costa, Daniel Ferro, Olivier Gutron,  
Pierre Kohler, Renaud de La Taille, Alain Ledoux,  
Henri-Pierre Penel et Peter Watts*

**SCIENCE & VIE A LU POUR VOUS** p. 149

**LA LIBRAIRIE DE SCIENCE & VIE** p. 188

**CHRONIQUE DE LA VIE PRATIQUE** p. 155

*dirigée par Elias Awad*



*« Le Soleil tourne-t-il autour de la Terre ? » De nombreux Français ont répondu « oui », lors d'un récent sondage. Parmi ceux-ci, certains ont pourtant fait des études scientifiques ; d'autres sont cadres supérieurs. Comment expliquer cette survivance de mythes archaïques ?*



# L'HOMME QUI VENAIT DU SHOW

---

*Dans cinq minutes, Michel va lancer le show. Eclats de cuivres, éclats du strass – flashes, sunlights et crépitements des applaudissements.*

*Pendant deux heures et en sourires, il va jongler avec les jeux, les auditeurs, le public, les vedettes et les musiciens.*

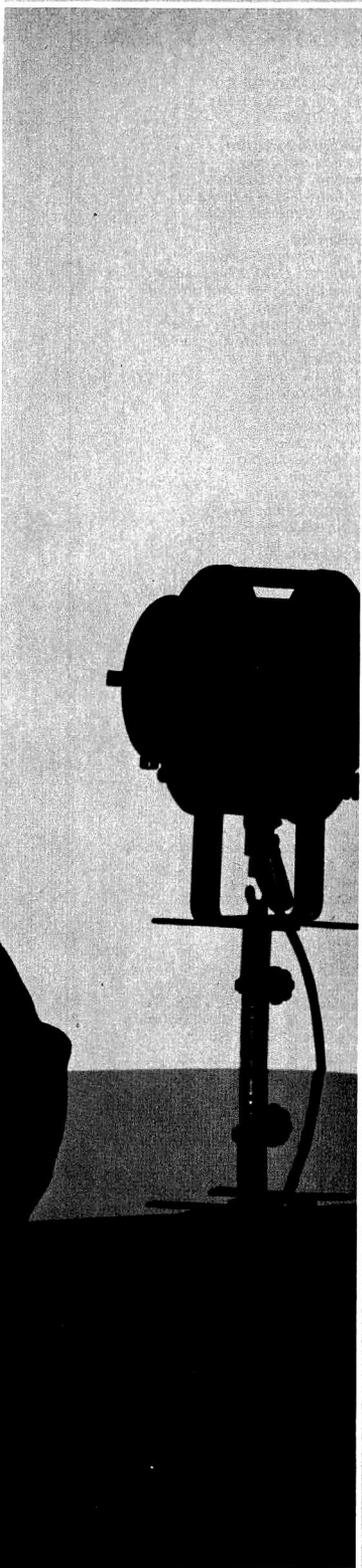
*C'est ça **la Grande Parade!***

*Un numéro de virtuosité dont il a minuté et pensé chaque passage, presque chaque mot, mais où il faudra pourtant improviser à chaque instant. C'est ce mélange de sang-froid et d'improvisation qui dans deux heures fera dire aux spectateurs éblouis : "moi, j'aime le Music Hall..."*

**11<sup>h</sup>**

**Michel DRUCKER**

**RTL**





Attention !  
Ne choisissez pas n'importe quelle méthode, cette méthode a été reconnue et adoptée avec succès par des milliers et des milliers de personnes du monde entier.

## Comment obtenir LA MEMOIRE ETONNANTE dont vous avez besoin

20 ANS D'EXPERIENCE 20 ANS DE SUCCES

Avez-vous remarqué que certains d'entre nous semblent tout retenir avec facilité, alors que d'autres oublient rapidement ce qu'ils ont lu, ce qu'ils ont vu ou entendu ? D'où cela vient-il ?

Les spécialistes de la mémoire sont formels : une bonne mémoire, ce n'est pas une question de don, c'est une question de méthode. Le Centre d'Études vous propose une méthode simple, facile, pour "stocker" dans votre mémoire tout ce que vous voudrez retenir, quel que soit le degré de votre mémoire actuelle, et quel que soit votre âge. Vous serez étonné d'arriver très vite à des performances : retenir dans l'ordre les 52 cartes d'un jeu que l'on effeuille devant vous, rejouer de mémoire une partie d'échecs, retenir la liste des 99 départements avec les numéros de code ... par exemple.

Mais le but essentiel de la méthode, c'est d'avoir une mémoire parfaite dans la vie courante : retenir ce que vous lisez ou entendez, la musique que vous écoutez, la physionomie et les noms des gens que vous rencontrez, vos rendez-vous, les chiffres, les tarifs etc.

Dans les études, cette méthode est aussi extraordinaire : avec facilité, vous retiendrez en un temps record, les dates d'histoire, les notions de géographie, de sciences, d'orthographe, vous apprendrez une ou deux langues étrangères. Tous les étudiants devraient l'appliquer, et il faudrait l'enseigner dans les lycées.

**Avoir une mémoire étonnante est un atout essentiel pour réussir vos études, votre vie, et étonner votre entourage. Aussi, découpez de suite le bon ci-dessous.**

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

**GRATUIT**

**1 BROCHURE CAPTIVANTE  
+  
1 TEST DE MÉMOIRE  
+  
2 BONS CADEAUX**

Bon à retourner d'urgence à service M-14-M  
CENTRE D'ÉTUDES,

1, avenue Stéphane-Mallarmé - 75017 PARIS.

Pour tout recevoir, sans engagement de votre part, et sous pli fermé, joindre 3 timbres à 1,60 F ou 3 coupons réponses pour les pays hors d'Europe.

MON NOM .....

(en majuscules S.V.P.)

MON ADRESSE .....

Code postal .....

Ville .....

# SCIENCE & VIE

Publié par  
EXCELSIOR PUBLICATIONS, S.A.  
5, rue de la Baume - 75008 Paris  
Tél. 563.01.02

**Direction, Administration**  
Président : Jacques Dupuy  
Directeur Général : Paul Dupuy  
Directeur adjoint : Jean-Pierre Beauvalet  
Directeur financier : Jacques Behar

**Rédaction**  
Rédacteur en Chef : Philippe Cousin  
Rédacteur en chef adjoint : Gérard Messadié  
Chef des informations, rédacteur en chef adjoint :  
Jean-René Germain  
Secrétaire général de rédaction : Elias Awad  
Secrétaire de rédaction : Samuel de Cardaillac  
Michel Eberhardt  
Renaud de La Taille  
Gérard Morice  
Alexandre Dorozynski  
Pierre Rossion  
Jacques Marsault  
Françoise Harrois-Monin  
Sven Ortol  
Michel de Pracontal  
Jacqueline Denis-Lempereur  
Marie-Laure Moinet

**Illustration**  
Anne Lévy  
Photographes : Miltos Toscas, Jean-Pierre Bonnin

**Documentation**  
Anne-Françoise Montaron

**Maquette**  
Mise en page : Natacha Sarthoulet  
Assistantes : Virginia Silva, Anne Lévy

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

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

**Relations extérieures**  
Michèle Hilling

**Publicité**  
Excelsior Publicité - Interdeco  
67, Champs-Élysées - 75008 Paris - Tél. 225.53.00  
Directrice du développement : Michèle Brandenbourg  
Chef de publicité : Dominique Bovio  
Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS  
Numéro de Commission paritaire : 57284



**A nos abonnés BVP**

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

**A nos lecteurs**

- Nos reliures : Destinées chacune à classer et à conserver 6 numéros de SCIENCE ET VIE peuvent être commandées par 2 exemplaires au prix global de 42 F Franco (Pour les tarifs d'envoi à l'étranger, veuillez nous consulter).
- Notre Service Livre : Met à votre disposition les meilleurs ouvrages scientifiques parus. Vous trouverez tous renseignements nécessaires à la rubrique « La Librairie de SCIENCE ET VIE ».
- Les Numéros déjà parus : La liste des numéros disponibles vous sera envoyée sur simple demande.

**Correspondance et règlement**

- ADRESSE : 5, rue de la Baume - Paris (8<sup>e</sup>).
- MODALITÉS DE PAIEMENT :  
— Règlement joint à la commande, C. Bancaire - C.C.P. - Mandat Lettre - libellés à l'ordre de Science et Vie.  
— Pour les C.C.P. transmettre directement les 3 volets sans indiquer de numéro de compte.
- FACTURES : Émises sur demande pour un montant supérieur à 30 F uniquement.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.  
Copyright 1982 « Science et Vie ».

# IL N'A PAS FINI DE VOUS ETONNER

"D'un prix tout à fait accessible, le "Sinclair"... un bon outil... permettant d'étudier les principes de base et d'accéder à des programmes plus complexes".

*La Monde,  
17 décembre 1981.*

Utilisez votre propre téléviseur comme moniteur et votre propre magnétophone pour conserver votre programme.

Graphiques et tableaux animés

Cours gratuit de programmation en BASIC sans expérience préalable nécessaire (en français).

**Manuel gratuit, prise secteur gratuite, TVA et frais d'envoi compris.**



## Pour 985 F TTC seulement le micro-ordinateur personnel Sinclair ZX 81 vous met de plain-pied avec la technique la plus avancée.

Avec le Sinclair ZX 81, chacun peut avoir son micro-ordinateur chez soi. Par son prix exceptionnel, sa grande facilité d'emploi, sa qualité technique, ses nombreuses possibilités, il fait entrer l'informatique dans la vie quotidienne.

**Micro-ordinateur ZX 81 : en une journée, on lui parle comme à un vieil ami.**  
Facile à comprendre, d'un usage simple - et pour ces raisons largement utilisé pour la formation de la jeunesse - le ZX 81 a été conçu pour vous permettre de pénétrer les mystères de l'informatique... et si vous les connaissez déjà, de posséder un matériel pratique et perfectionné. Il emploie le langage BASIC. Sa mémoire ROM BASIC 8K-octets constitue son "intelligence domestiquée". Le manuel qui l'accompagne aide "le démarrage" et facilite l'élaboration des programmes. Pour mettre en marche l'ordinateur et visualiser les programmes, on le connecte avec un téléviseur. Pour sauvegarder les programmes, on le connecte avec un magnétophone standard.

**Des performances étonnantes.**  
Le micro-ordinateur ZX 81 travaille en système décimal, traite les logarithmes et les fonctions trigonométriques, il trace des graphiques et construit des présentations animées. Il identifie immédiatement les erreurs de programmation.

**En option : une imprimante (690 F), une extension de mémoire (650 F).**  
Deux façons de rendre votre ZX 81 encore plus performant : COPY l'imprimante qui écrit tout ce qui se trouve sur l'écran, et l'extension de mémoire qui multiplie par 16 la capacité de la mémoire des données/programmes.

**Pour commander votre ZX 81.**  
Par coupon-réponse, en utilisant le bon ci-contre. Vous pouvez payer par chèque ou par mandat-postal. Quel que soit le cas, vous recevrez votre micro-ordinateur Sinclair et votre imprimante dans les délais indiqués ci-contre. Et bien entendu, vous disposez de 10 jours pendant

lesquels vous pouvez demander le remboursement. Nous voulons que vous soyez satisfait, sans doute possible, et nous sommes convaincus que vous le serez.

**Spécifications du ZX 81 :**  
Le micro-ordinateur ZX 81 (167 x 175 mm) est livré avec câbles et connecteurs pour raccordement TV et cassettes, un régulateur incorporé 5 V et le manuel BASIC ZX 81.  
● Mémoire morte ROM BASIC 8K-octets.  
● Mémoire vive RAM 1K-octets extensible à 16K-octets (pour 650 F supp.).  
● Fonction d'entrée des "mots-clés" par une touche.  
● Contrôle des erreurs de programmation.  
● Gamme complète de fonctions mathématiques. Traçage de graphiques.  
● Tableaux numériques et chaîne multi-dimensionnelle.  
● 26 boucles FOR/NEXT.  
● Fonction RANDOMISE.  
● Chargement et sauvegarde des programmes sur cassette.  
● Conception évoluée à 4 circuits.  
Emballage et port gratuits TVA comprise.  
Pour toute inform. : 359.72.50 (4 lignes groupées).

**Démonstration chez Direco International les lundi, mardi, mercredi et vendredi de 9 h à 13 h et de 14 h à 17 h.**

**Découpez ce bon et envoyez-le à : Direco International, 30, av. de Messine, 75008 Paris. Tél. : 359.72.50.**

Je désire recevoir sous 8 semaines (ou 12 semaines pour l'imprimante) par paquet poste recommandé :

le micro-ordinateur Sinclair ZX 81 en kit avec son adaptateur secteur et le manuel BASIC pour le prix de 764 F.T.T.C.  
 le micro-ordinateur Sinclair ZX 81 monté avec son adaptateur secteur et le manuel BASIC pour le prix de 985 F.T.T.C.  
 l'extension de mémoire RAM (16K-octets) pour le prix de 650 F.T.T.C.  
 l'imprimante pour le prix de 690 F.T.T.C. (paiement séparé).

Je choisis de payer :

par C.C.P. ou chèque bancaire établi à l'ordre de Direco International, joint au présent bon de commande.  
 directement au facteur, moyennant une taxe de contre-remboursement de 14 F.

Nom \_\_\_\_\_  
 Prénom \_\_\_\_\_  
 Profession \_\_\_\_\_  
 Rue ou lieu-dit \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_  
 Commune \_\_\_\_\_  
 Code Postal [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]  
 Localité du bureau de poste \_\_\_\_\_

(Pour les moins de 18 ans, signature de l'un des parents)

Signature \_\_\_\_\_

**Démonstration chez Direco International**  
SVS

Déjà 300.000 Sinclair ZX 81 vendus dans le monde.

# sinclair

# Calcul N° 23 de Texas Instruments.



## Un travail pour la TI-54:

A quel moment l'orage passera-t-il au-dessus de nous?

Les premiers éclairs ont été relevés à 22 heures 30 minutes et 20 secondes. 28 secondes après, on a entendu le premier coup de tonnerre. La deuxième série d'éclairs s'est produite à 22 heures 31 minutes et 2 secondes, le tonnerre 25 secondes après. La troisième, à 22 heures 31 minutes et 18 secondes et le tonnerre 24 secondes après. La dernière à 22 heures 32 minutes et 10 secondes et le tonnerre 20 secondes après. A quelle heure l'orage sera-t-il juste au-dessus?

Pour la TI-54, ce calcul est très facile à résoudre. Cette calculatrice scientifique possède les fonctions statistiques à deux variables et la régression linéaire, soulageant ainsi l'étudiant, l'ingénieur ou le scientifique des calculs interminables.

Avec ses 122 fonctions scientifiques et ses 7 mémoires, la TI-54 est la plus sophistiquée des calculatrices de poche non programmables. Mais ce qui lui donne une bonne longueur d'avance, c'est sa facilité de manipuler

les nombres complexes ( $z = x + iy$ ). Pour les physiciens, mathématiciens ou ingénieurs qui font des calculs de mécanique ondulatoire, électroniques, hydrauliques, optiques, acoustiques... c'est le meilleur recours.

La TI-54 est simple et facile à utiliser. Comme toutes les Texas Instruments, elle utilise la notation algébrique directe (AOS Texas Instruments), c'est à dire qu'elle effectue les opérations automatiquement dans leur ordre de priorité algébrique. Le clavier et l'affichage légèrement inclinés en font une calculatrice élégante et fonctionnelle.

Une autre de ses qualités principales est son extrême précision. Avec 8 chiffres à l'affichage, la TI-54 calcule sur 11 chiffres, ce qui vous donne des résultats plus précis.

Comme tous les modèles de sa gamme, la TI-54 est un exemple de ce que Texas Instruments vous propose pour calculer plus efficacement.

Solution: l'orage sera juste au-dessus de nous à 22 heures 36 minutes et 46 secondes.

Le progrès qui fait progresser



# TEXAS INSTRUMENTS

FRANCE

Le nouveau guide 82/83  
vient de sortir



Au sommaire :  
L'après-bac  
1. par type de  
formation  
2. par secteur  
d'emploi.

chez votre marchand de  
journaux,  
ou grâce au  
coupon  
réponse.



25 F



Tél. (1) 523.55.55

Je désire recevoir L'APRES-BAC  
N° Spécial Annuel, j'envoie  
ci-joint un chèque de 33 F  
(port compris) à l'ordre de  
Presse Inter, 22 rue RICHER  
75009 PARIS

NOM .....

ADRESSE .....

VILLE .....

CODE POSTAL .....

# ABONNEZ-VOUS A SCIENCE & VIE

**ABONNEMENT SIMPLE 1 AN : 115 F**

Tarif France et Z.F. - 12 numéros mensuels  
Tarif pour 2 ans : **220 F**

**ABONNEMENT COUPLÉ 1 AN : 169 F**

Tarif France et Z.F. - 12 mensuels + 4 numéros  
Hors Série thématiques trimestriels  
Tarif pour 2 ans : **325 F**

## ÉTRANGER

- **BENELUX** 1 an simple **800 FB** - 1 an couplé **1150 FB**  
Journal LA MEUSE  
8-12, bd de la Sauvenière  
4000 LIÈGE - BELGIQUE  
CCP 000-0028376-52 Pim-Services Liège
- **CANADA** et **USA** 1 an simple **35 \$** - 1 an couplé **50 \$**  
PERIODICA Inc.  
C.P. 220  
Ville Mont Royal  
P.Q. CANADA H3P 3C4
- **SUISSE** 1 an simple **54 FS** - 1 an couplé **78 FS**  
NAVILLE ET CIE  
5-7, rue Lévrier  
1211 GENÈVE 1 - SUISSE
- **AUTRES PAYS** 1 an simple **160 F** - 1 an couplé  
**215 F**. Commande à adresser directement  
à SCIENCE & VIE.

Recommandé et par avion : nous consulter.

## BULLETIN D'ABONNEMENT

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

- A compter du n° ..... veuillez m'abonner pour :  
 1 an       1 an + hors série  
 2 ans       2 ans + hors série

Nom .....

Prénom .....

N° ..... Rue .....

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

Age et profession .....

(Facultatif)

- Ci-joint mon règlement de ..... F par :  
 Chèque bancaire,     CCP 3 volets,  
 Mandat-lettre, établi à l'ordre de  
SCIENCE & VIE.

Etranger : Mandat international ou chèque  
compensable à Paris.

# Pour mieux choisir "votre" ordinateur et pour mieux l'utiliser.



## Lisez

# L'ORDINATEUR INDIVIDUEL

**Vous y trouverez :**

L'actualité et les tendances de l'informatique individuelle • des galops et des bancs d'essai des principaux matériels • des panoramas et des tests comparatifs • le point des grandes manifestations internationales • des articles d'initiation • des synthèses • des programmes • des interviews "exemplaires" • des conseils • des idées • des astuces.

L'ORDINATEUR  
INDIVIDUEL

**chez votre marchand de journaux**

41 rue de la Grange aux Belles - 75010 Paris

# UN BON PLACEMENT A DECOUPER

# Q

Questions:

Vous voulez des placements à forte rentabilité, vite disponibles et à fiscalité réduite?

Vous voulez un bilan gratuit de vos placements?

Vous voulez les conseils et les avis d'un spécialiste?

# R

Réponse:

Un Agent de Change vous renseignera, vous enverra de la documentation, répondra à vos questions.

Nom \_\_\_\_\_

Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Venez, ou retournez ce bon .

Bureau d'Accueil des Agents de Change, la clé de meilleurs placements.

PARIS, 4, place de la Bourse, 75002 Paris.  
BORDEAUX, Palais de la Bourse, 2, place Gabriel, 33075 Bordeaux Cedex.  
LILLE, Palais de la Bourse, Place du Théâtre, 59040 Lille Cedex.  
LYON, Palais du Commerce, Place de la Bourse, 69289 Lyon Cedex 01.  
MARSEILLE, Palais de la Bourse, 13215 Marseille Cedex 01.  
NANCY, 25 bis, rue Stanislas, B.P. 815, 54011 Nancy Cedex.  
NANTES, Palais de la Bourse, 44000 Nantes.



# UN FABULEUX VOYAGE AU CENTRE DE COMMANDES DE LA VIE.



Bébés éprouvettes et génie génétique annoncent déjà la "bio-société" de demain. Après avoir décrypté le code de la vie, après avoir appris à le lire, les biologistes savent maintenant écrire les programmes de la vie.

C'est à ce passionnant voyage au centre de commandes de la vie que vous convie Joël de Rosnay dans la Révolution Biologique, un dossier spécial de Science et Vie.

Pour vous aider à percevoir cette nouvelle réalité, Joël de Rosnay a conçu un outil unique en son genre : le Biokit. En vous servant du Biokit encarté dans la Révolution Biologique, vous découvrirez le rôle de l'ADN et des protéines et vous comprendrez aisément le fonctionnement de la cellule, cette micro-usine dont dépend toute notre vie.

Des origines de la vie au cerveau humain : la Révolution Biologique, un dossier indispensable pour comprendre les défis de la biologie moderne et les enjeux pour le monde de demain.



**LA RÉVOLUTION BIOLOGIQUE**  
Un dossier spécial **SCIENCE & VIE**

# SOYEZ VOTRE MEILLEUR AMI

Vous vous sous-estimez. Vous croyez faire de votre mieux alors que vous n'utilisez qu'une fraction de vos vraies possibilités.

Non, ce n'est pas une boutade, ces faits sont bien connus de tous les savants.

En voici la preuve :

Votre cerveau a plus de 15 milliards de neurones dont 10 % seulement d'après les scientifiques sont connectés entre eux et servent quotidiennement. Pour vous donner une idée de cette puissance énorme, il faudrait faire appel aux mémoires électroniques de 1000 grands ordinateurs pour enregistrer toutes les informations que votre cerveau peut contenir !

Alors pourquoi **vous**, vous sentez-vous si limité dans vos possibilités ? Pourquoi votre mémoire est-elle défaillante ? Pourquoi la simple vie quotidienne vous pose-t-elle parfois des problèmes insolubles ? Pourquoi votre vie professionnelle n'est-elle pas plus épanouissante ?

A ces questions comme à beaucoup d'autres, il n'y a qu'une seule réponse : **vous ne savez vous servir que de 10 % des possibilités de votre cerveau**. Vous ne réussissez pas mieux dans la vie parce que vous ne savez pas encore comment mettre en service les 90 % restant inemployés.

Ce n'est pourtant pas de votre faute. L'évolution humaine, les progrès de la vie moderne font que notre survie est assurée en n'utilisant qu'une fraction de nos ressources naturelles, que ce soit celles de notre cerveau ou celles de notre corps.

Comme nous sommes tous potentiellement capables d'extraordinaires exploits physiques : – courir, sauter, nager – après un entraînement adéquat – nous sommes tous aussi potentielle-

ment capables d'étonnantes prouesses intellectuelles.

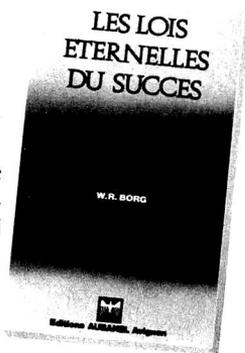
**Vous aussi vous pouvez** : acquérir la pleine maîtrise de vous-même, une mémoire étonnante, un esprit juste et pénétrant, une volonté robuste, une imagination fertile, une personnalité forte qui dégage de la sympathie et un ascendant irrésistible sur ceux ou celles qui vous entourent... **vous gagnerez ainsi automatiquement** la précieuse confiance en vous qui en découle, mais cela n'est possible qu'à certaines conditions.

Comme pour acquérir la maîtrise de votre corps, pour développer votre mémoire, vos capacités intellectuelles, votre personnalité, il faut vous entraîner. Il faut apprendre à mettre en fonction vos dons naturels jusqu'alors négligés, ignorés. Le matériau de base est en vous. Il ne vous en manquait jusqu'à maintenant que le mode d'emploi.

## Une étonnante simplicité

Aujourd'hui ce mode d'emploi existe. Sa simplicité vous étonnera. Une documentation complète vous sera envoyée gratuitement et sans aucune obligation comme à toute personne suffisamment intéressée pour en faire la demande.

Si vous souhaitez employer plus de 10 % de vos capacités, si vous voulez vivre pleinement, mais pas seulement survivre; si vous voulez obtenir plus de vous-même et plus de la vie, remplissez sans tarder le BON GRATUIT ci-dessous.



W.R. Borg, dept. 940, chez AUBANEL, 6, place St-Pierre, 84028 Avignon Cedex.



**BON GRATUIT**

A remplir en lettres majuscules en donnant votre adresse permanente et à retourner à : W.R. Borg, dpt 940, chez AUBANEL, 6, place St-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.

**GILLETTE CONTOUR  
S'ADAPTE  
A TOUTES LES TÊTES.**

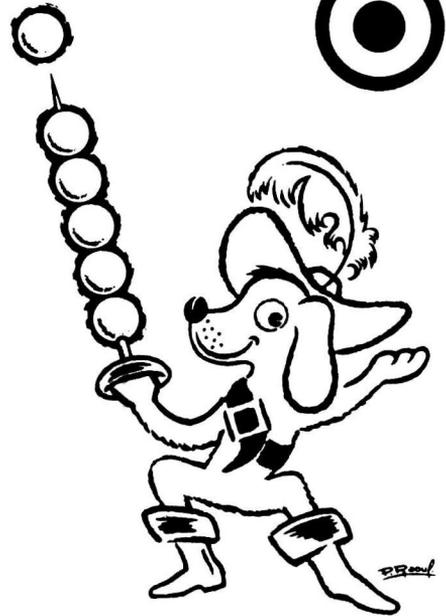
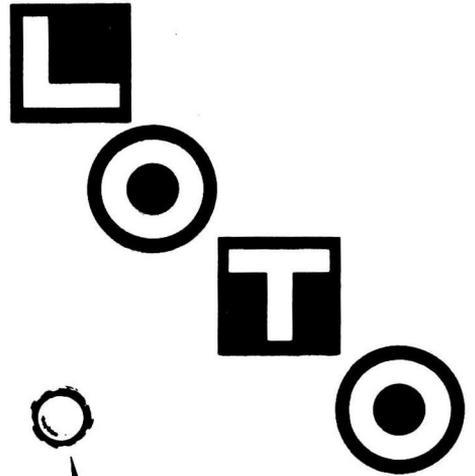


Gillette Contour  
a une tête qui pivote et 2 lames  
pour raser de plus près.  
Sous le nez. Le menton.  
Sur les joues. Et le cou...  
Gillette. Toujours  
une tête d'avance.

**Gillette  
Contour®**

**LE 2 LAMES A TÊTE PIVOTANTE.**

McKENNEN-BRICKSON



**super  
cagnotte**

**6<sup>e</sup> anniversaire**

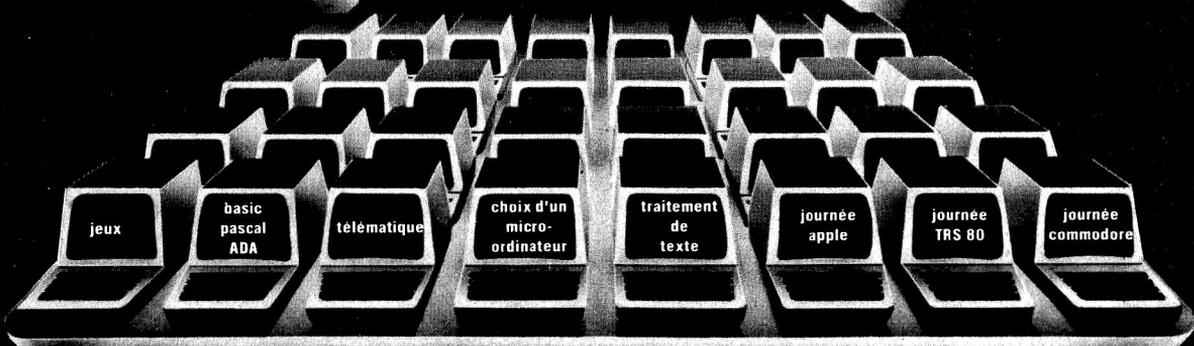
**19 MAI**

**CLOTURE DES JEUX  
MARDI 18 APRÈS-MIDI**

2SC

# L'ÉVÉNEMENT MICROORDINATEURS DE L'ANNÉE

## MICRO EXPO82



## 7<sup>ème</sup> CONGRÈS-EXPOSITION MICROORDINATEURS du 14 au 19 juin 1982 - Palais des Congrès (C.I.P.) Porte Maillot - Paris

### L'EXPOSITION : du 15 au 19 juin

Tous les matériels, toutes les applications des micro-ordinateurs : gestion d'entreprise, comptabilité, traitement de texte, arts graphiques, applications industrielles, enseignement, applications domestiques, jeux...

### LE CONGRÈS : du 14 au 19 juin

Du débutant à l'expert, une occasion unique dans l'année de se former ou de s'informer.

**Séminaires de formation :** microprocesseurs, télématique, langages de programmation BASIC, PASCAL, ADA.

**Conférences avec démonstrations pratiques :** le choix d'un micro-ordinateur, journée APPLE, TRS 80, COMMODORE, les micro-ordinateurs de poche, le traitement de texte.

**Et une journée spéciale (samedi) consacrée aux jeux.**

INFORMATION	
Nom :	_____
Adresse :	_____
Code Postal :	_____
Ville :	_____
<input type="checkbox"/> Programme détaillé	
<input type="checkbox"/> Invitations gratuites	
	A retourner à :
	4 place Félix Éboué
	75583 Paris Cedex 12
	Tél. : (1) 347.30.20
	Télex : 211801 F

S.V. 5/82

# SALORA

# LA TÉLÉV

La **TÉLÉVOLUTION**, c'est une télévision qui évolue avant les autres. Une télévision capable de s'adapter à toutes les innovations futures de l'audiovisuel. C'est la performance technologique réalisée par SALORA, le 1<sup>er</sup> constructeur scandinave de téléviseurs couleur.

● Du 42 cm portable au 67 cm stéréo, tous les téléviseurs couleur de la gamme SALORA sont déjà programmés pour le futur : équipés de la prise péritélévision, bénéficiant de la recherche automatique des émetteurs, ils possèdent la consommation horaire la plus faible du monde\*, ce qui permet l'alimentation par capteur solaire (option 12 volts).

Les postes de la série H peuvent, quant à eux, avoir accès aux banques de données par ordinateur (Teletex), recevoir des émissions en stéréo, assurer une restitution parfaite du son, grâce à l'enceinte Bass Reflex 2 voies (15 watts efficaces), avec réglage des graves et des aigus.

● La Télévolution, c'est aussi un système unique à SALORA d'options adaptables à tout moment pour vous permettre d'avoir un téléviseur véritablement évolutif.

Consultez le tableau des avantages techniques SALORA. Avec lui, vous ferez évoluer votre téléviseur au rythme de vos choix personnels.

● La Télévolution, c'est encore l'avantage de posséder la carte du Cercle SALORA. Grâce à elle, vous bénéficierez des privilèges réservés aux membres de ce Cercle. Vous serez notamment tenus au courant des progrès de l'audiovisuel, des innovations technologiques de SALORA par un magazine spécial d'informations créé par SALORA.

SOYEZ TÉLÉVOLUTIONNISTES !

	1G7	1G5	1G3	1H6	1H1	1HC
Taille d'écran	42 cm	51 cm	56 cm	56 cm	67 cm	67 cm
Tube high focus, black matrix	90°	90°	90°	110°	110°	110°
Télécommande	○	○	○	○	○	●
PAL/SECAM	○	○	○	●	●	●
NTSC				○	○	○
Réglages Grave/Aigu				●	●	●
Amplificateur Audio (W efficaces)	3 W	3 W	3 W	5 W	5 W	15 W
Enceinte bass reflex 2 voies (15 W)				○	○	
Enceintes symétriques						●
Téletex G.B. ou W.G.				○	○	○
Réception stéréo				○	○	○
Enceinte additionnelle				○	○	○
Alimentation 12 ou 24 volts	○	○	○			
Consommation Horaire* (Brevet SALORA)	45 W	45 W	45 W	60 W	60 W	60 W

○ = Option ● d'origine

Le téléviseur 1 HC sera disponible courant 82.

# TÉLÉVISEURS SALO

SPRINT



42 cm

51 cm

56 cm

56 cm

67 cm

# OLUTION



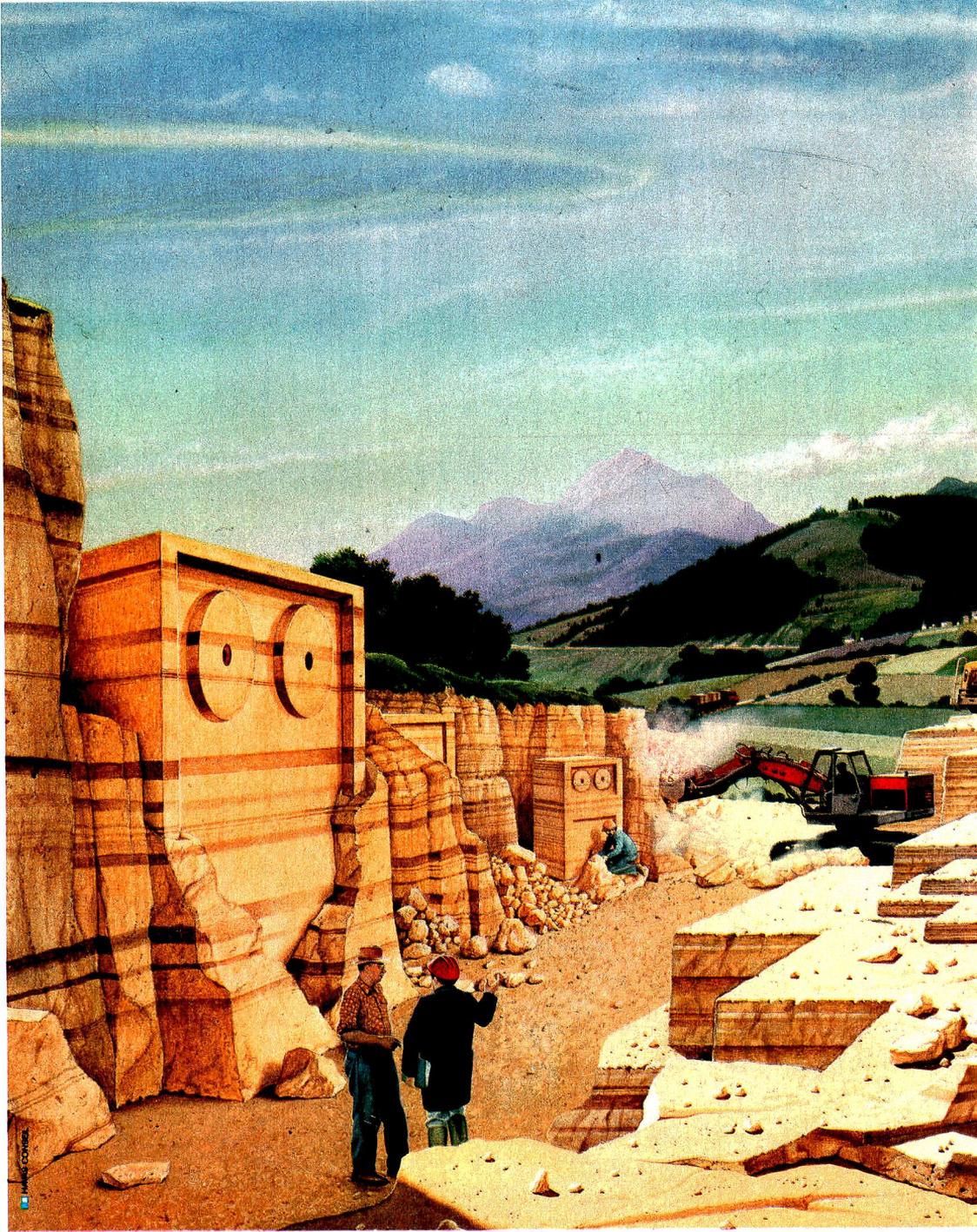
S



**RA : ÉQUIPÉS POUR DEMAIN.**

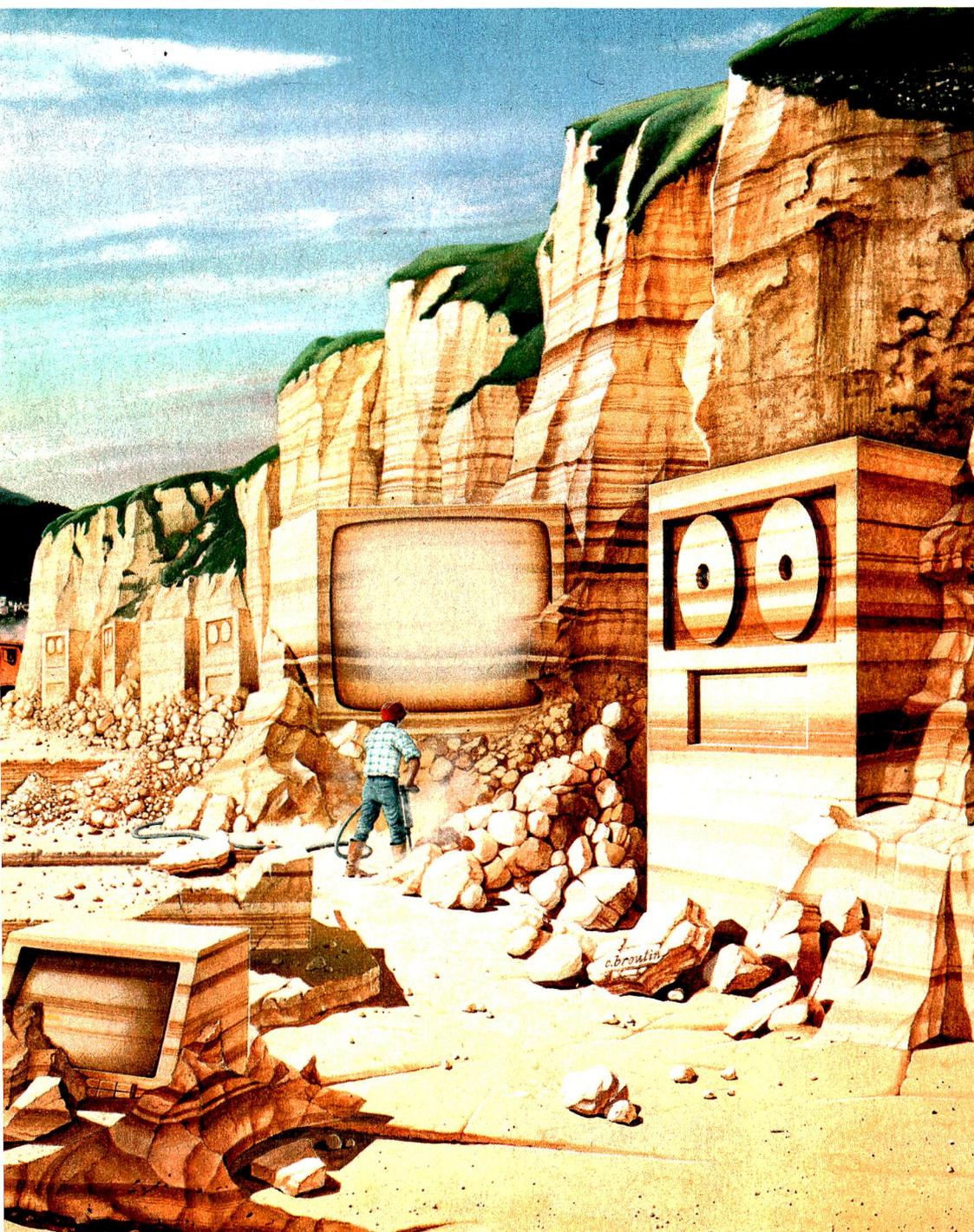
IMPORTE PAR BISSET - 30-32, QUAI DE LA LOIRE - 75019 PARIS.

# EXPLOITONS LES



L'avenir appartient aux gens dynamiques. Les idées et les initiatives sont sans doute aujourd'hui les plus grandes des richesses. Encore faut-il savoir les exploiter et en tirer le meilleur profit, c'est-à-dire se donner les moyens de réussir.

# INITIATIVES.

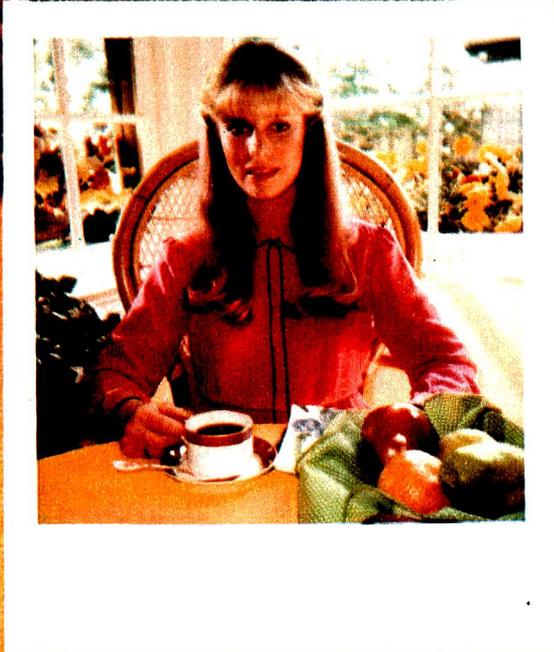


Au Crédit Agricole, nous saurons vous écouter et favoriser vos initiatives. Nous vous aiderons à trouver les solutions les plus avantageuses. Si vous avez des idées, nous ne manquons pas de bon sens.

Ensemble, nous pouvons faire de grandes choses.



**Le bon sens près de chez vous**



# Polaroid 600. Impossible n'est pas Polaroid.

Finis les problèmes de contrejour, ombre portée et autres lumières difficiles. Aujourd'hui, avec le lancement par Polaroid d'un nouveau système photographique composé des appareils instantanés 600 avec "Lightmixer" (ou enrichisseur de lumière) et du film révolutionnaire 600 Asa, il n'y a plus de photo impossible.

## Une révolution technique : le "Lightmixer".

Commandé par un système électronique qui mesure la lumière existante, le "Lightmixer" ajoute juste ce qu'il faut de lumière d'appoint pour obtenir un éclairage équilibré.

Résultat ? Des photos instantanées toujours parfaitement exposées.

## Le film positif couleur le plus sensible du monde : 600 Asa.

D'une sensibilité de 600 Asa, ce nouveau film est quatre fois plus rapide que les films instantanés existant aujourd'hui et requiert beaucoup moins de lumière que les films couleur ordinaires. De plus, il permet d'utiliser des ouvertures de diaphragme plus petites, donc d'obtenir une meilleure profondeur de champ, pour des photos encore plus réussies... en 90 secondes environ.

## Un système photographique instantané plus économique.

Pas besoin d'acheter un flash complémentaire puisque le système "Lightmixer" fait partie intégrante

de l'appareil. Pas besoin d'acheter des piles puisque l'énergie est fournie à l'appareil et au "Lightmixer" par une pile spéciale extra-plate et super-puissante incorporée à chaque film. Enfin, vous ne risquez plus de rater des photos à cause d'un mauvais éclairage du sujet puisque le système "Lightmixer" apporte, à chaque prise de vue, le complément exact de lumière nécessaire.

## Les 3 appareils photo instantanés Polaroid 600.

Entièrement automatiques, ils comportent des circuits logiques intégrés qui font l'ensemble des réglages lorsque l'on appuie sur le déclencheur. Tous trois sont équipés du système "Lightmixer" bien sûr, et utilisent le film Polaroid 600.

L'appareil 640 à mise au point fixe, permet des prises de vue de 1,20 mètre à l'infini. Il dispose d'une cellule sensible aux infrarouges qui fournit au système "Lightmixer" la mesure de la lumière réfléchie par le sujet.

L'appareil 650, grâce à une lentille gros-plan pour portrait, couplée à l'objectif, permet des prises de vue à partir de 60 centimètres.

L'appareil 660 est équipé du système Polaroid de mise au point automatique par ultrasons et d'une cellule photoélectrique qui indique à l'appareil la quantité de lumière d'appoint nécessaire. Il permet de faire des prises de vue de 60 centimètres à l'infini.



Polaroid 600 avec "Lightmixer."

# Polaroid

# Ouvert tout l'été.



Modèle présenté : Renault Fuego CTS \* en option  
toit ouvrant à commande électrique (2180 F TTC) et  
roues en alliage léger (2140 F TTC). Consommations à  
vitesse stabilisée de 90 km/h : 6,21 l/100 km ; 811 cycle  
urbain : 10,61 l/100 km. Prix clés en main au 1382 60 900 F Malesherbes  
83 Renault Fuego à partir de : 49 900 F



Mode d'emploi de la Renault Fuego pour les beaux jours. 1° Admirez d'abord sa ligne : pureté des formes, aérodynamisme. 2° Montez à bord : confort et espace pour quatre personnes, équipements sophistiqués. 3° Ouvrez le toit ouvrant électrique\* : maniement aisé, maximum d'espace découvert. 4° Roulez. Moteur de 1397 cm<sup>3</sup> à 2 litres de cylindrée. Qualités routières dignes des meilleurs coupés de sport. Bientôt l'été, la Renault Fuego va faire les beaux jours des amoureux du coupé et du cabriolet.

# Renault Fuego



**"S'il te plaît,  
apprends-moi des  
images!"**



**RADIOLA**, le spécialiste français de la télévision, innove dans le domaine de la vidéo. Voici le nouveau magnétoscope couleur 20 VR 22, né du Système Européen Vidéo 2000

- Cassettes réversibles jusqu'à 2 x 4 h, offrant l'heure de spectacle vidéo la plus économique.
- Recherche visualisée d'images en accéléré, ralenti et arrêt sur image, avec accès automatique à la séquence choisie.
- Simplicité d'utilisation et sécurité totale grâce au microprocesseur qui interdit toute fausse manœuvre.
- Suivi Dynamique de Piste (système D.T.F.) garantissant une définition et une stabilité exceptionnelles de l'image.

### Magnétoscope 20 VR 22



# RADIOLA

VIDEO

A black and white photograph of a man with dark hair, wearing a white dress shirt and a patterned tie. He is looking directly at the camera with a slight smile. He is holding a white rectangular sign in front of his chest. The sign has text on it. The background is dark and textured.

**A PARTIR DE 6H30**

**RADIO  
AUJOURD'HUI**

**GILL S. NEIDER**

# **INFORMER, C'EST DONNER LES MOYENS DE JUGER.**

La radio du matin, c'est l'information. En se réveillant, on veut savoir le temps qu'il fait, l'heure qu'il est, ce qui s'est passé d'important dans la nuit. Ce schéma presque immuable nous l'avons respecté et nous l'avons bousculé. Les journaux, les bulletins sont toujours là, fidèles au poste, mais puisque la vie c'est un peu plus que l'information, nous avons ouvert Aujourd'hui aux invités, au public, à ce que les quotidiens rangent d'habitude dans leurs pages spectacle.

Trente personnes viennent tous les jours s'asseoir autour de nous dans le studio, de 6 h 30 à 9 h. Il y a des jeunes, des cadres, des hommes, des femmes, qui passent nous voir avant d'aller travailler. Leurs réactions à chaud sont importantes. S'ils rient, s'ils se passionnent, s'ils montrent au contraire des signes d'ennui, nous savons que c'est exactement ce qui se passe dans les salles de bains, les cuisines, les chambres de France où l'on nous écoute. Ils apportent aussi leur enthousiasme, leur chaleur et ramènent le ton de la conversation là où régnait parfois une certaine froideur professionnelle.

Nos invités peuvent être peintre, danseur, chanteur, chômeur ou ministre. Une seule condition à leur présence : qu'ils soient, pour une raison ou pour une autre en rapport avec l'actualité. Pas d'interview-fleuve, pas de mots inutiles. Ils ont trois minutes pour aller à l'essentiel. On s'aperçoit que c'est d'habitude suffisant pour tout dire.

Nous avons une inquiétude en lançant cette idée. Les artistes sont des gens de la nuit. Viendraient-ils à ces rendez-vous de l'aurore? Nous voici rassurés : les romanciers racontent, les chanteurs chantent. Et nous sommes heureux qu'ils soient là, parce qu'ils effacent les cloisonnements artificiels entre l'information, la culture, la variété, entre le grave et le frivole.

Je crois à ces mélanges, à cet éclectisme. Sans doute parce qu'en 18 ans de présence quotidienne à Europe, j'ai eu le temps de voir, d'apprendre. Journaliste, grand reporter, présentateur, animateur, formé de façon polyvalente du sport à la politique, je mets ce savoir du passé au service d'Aujourd'hui. Il faut une grande rigueur dans le travail de préparation et de synthèse, qui commence bien avant que l'aube ne soit levée. Il faut un sens de l'improvisation, du naturel, pour manœuvrer sans heurt au milieu de tous ces invités, sur notre grand plateau où l'on pourrait presque se croire à la télévision. Il faut savoir, justement pallier de la voix cette absence d'image. Il faut lutter contre la montre et prendre le temps de ne rien omettre. Il faut...

En définitive, il faut être passionné par ce métier, aimer chevaucher l'actualité comme un pur-sang qui parfois se cabre, s'emballe. Et passionné, on l'est quand on sait qu'informer, c'est donner au public, au monde, les moyens de juger.



**EUROPE 1**

**LA RADIO LIBRE DE CHOC.**



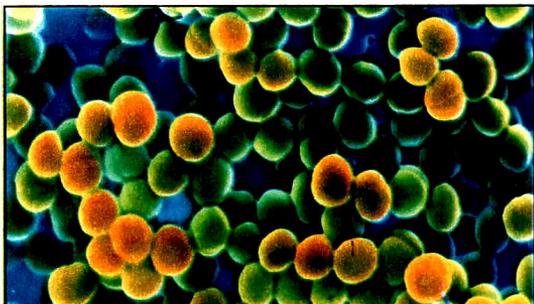
# Le bien-être à sa banque.

## La sécurité.

Les gardiens du bien-être familial c'est vous. Alors il faut savoir parler à toute éventualité, pouvoir, comme l'on dit, "se retourner"... Protéger ses économies, s'assurer des revenus futurs, êtres sûrs que les enfants auront toutes leurs chances... Tout cela s'appelle la sécurité. C'est une des conditions du bien-être et la Société Générale peut y contribuer sérieusement. N'hésitez pas à en parler avec ses conseillers. Les formules d'épargne avec un rendement garanti, les programmes de prévoyance qui vous font réaliser des économies d'impôt, les comptes de sécurité sont autant de solutions sûres qui vous permettront de disposer d'un capital en cas de besoin. Interrogez la Société Générale.

 SOCIÉTÉ GÉNÉRALE

# LES MICROBES REVIENNENT



*Assaillies depuis une quarantaine d'années par un déluge universel d'antibiotiques, et souvent d'antibiotiques administrés à tort et à travers, les bactéries ont contre-attaqué avec des tactiques d'une finesse et d'une complexité déroutantes. Résultat: un nombre croissant d'antibiotiques perdent presque toute efficacité. L'OMS s'alarme et alerte le public. Et les antibiotiques de deuxième génération ne verront pas le jour avant plusieurs années sans doute.*

● L'escalade reprend : un rapport de l'Organisation mondiale de la santé, daté de décembre 81, adresse une mise en garde aux médecins du monde entier sur l'évolution dangereuse des bactéries. En résumé : les antibiotiques perdent leur efficacité à un rythme alarmant.

Exemple : la résistance du staphylocoque. Responsable d'une déroutante variété d'infections, du furoncle à la pneumonie, de l'arthrite purulente à la septicémie (infection généralisée), ce germe particulièrement doué d'adaptation semblait pourtant définitivement vaincu en 1941, quand la pénicilline entra dans la thérapeutique humaine. En 1944, l'usage de la pénicilline est largement adopté dans les armées alliées. On ne note alors que très rarement l'existence de souches de staphylocoques résistantes. En 1946, 14% des staphylocoques isolés sont résistants ; en 1947, 38% ; en 1948, 59% ; en 1950, la majorité des infections hospitalières staphylococciques sont dues à des souches résistantes ; en 1982, 80 à 90% des staphylocoques isolés en culture sont résistants.

Comment un germe neutralise-t-il un antibiotique ? Dans le cas de la pénicilline, le staphylocoque dirige une enzyme ou pénicillinase, appelé bêta-lactamase, contre le noyau bêta-lactam de la molécule de pénicilline, qui est justement la partie active de l'antibiotique. L'enzyme transforme le noyau bêta-lactam en acide pénicilloïque, qui est inactif. Pour contrer la stratégie du staphylocoque, les biologistes imaginent, il y a un quart de siècle, de camoufler le noyau bêta-lactam par des branches qui compliquent

la forme de la molécule et empêchent le staphylocoque de "voir" le noyau et de l'atteindre. Le résultat de cette astuce, ce sont la méthicilline et les céphalosporines, groupe créé à partir du *Cephalosporium*, germe producteur d'un antibiotique naturel, et découvert dans un égout de Sardaigne en 1945. Ces antibiotiques sont mis sur le marché en 1958-1959. Dès 1960, des souches de staphylocoques résistants à ces nouveaux ennemis apparaissent ; elles représentent actuellement de 15 à 40% des germes isolés en milieu hospitalier.

Le schéma d'évolution est toujours le même : au début de son utilisation, l'antibiotique est efficace contre la quasi-totalité des souches. Puis, rapidement, le nombre de souches résistantes s'accroît jusqu'à un maximum, atteint un plateau et, en fonction de l'utilisation (intensive ou non) de l'antibiotique, ce nombre reste stable ou décroît. En d'autres termes, plus on utilise un antibiotique, plus le staphylocoque apprend à lui résister. C'est comme si les germes se donnaient le mot à travers le monde.

Parmi les recherches effectuées sur l'évolution de la résistance des bactéries aux antibiotiques, celle menée, de 1969 à 1978, à l'hôpital Henri-Mondor (Service de bactériologie - Prs Duval et Soussy). Les diverses souches de bactéries isolées quotidiennement entre ces deux dates dans les prélèvements effectués sur les sujets traités dans cet établissement de la région parisienne ont été soumises individuellement à divers antibiotiques. A chaque test, les pourcentages de souches résistantes ont été relevés, et des moyennes annuelles ont été établies. A la

vue des résultats, une constatation s'est imposée : tous les types de bactéries isolées sont, à des degrés divers, résistants à tous les antibiotiques utilisés (voir encadré p. 32).

On a pu constater que l'adaptation d'une bactérie comme le staphylocoque est rapide, puisqu'elle évolue de semestre en semestre et qu'il n'est que deux cas de décroissance nette de la résistance face au chloramphénicol, antibiotique d'usage difficile, et face aux sulfamides. En 1979, dans ce même hôpital, sur 825 souches isolées, 19 seulement, c'est-à-dire 2,3%, n'étaient sensibles qu'à deux ou trois antibiotiques. Parmi ces derniers, la vancomycine, dont l'usage est plus rare que les autres et que le streptocoque ne "connaît" pas encore bien.

C'est plus qu'inquiétant, car l'antibiorésistance s'est étendue à de très nombreux autres germes : streptocoques, pneumocoques, gonocoques, *Hemophilus influenzae* (bacille de la famille des hémophiles, qui détruit la fibrine du sang et provoquent des hémorragies). La porte que l'on crut fermée se rouvre aux grandes maladies infectieuses. L'épidémie de typhoïde de Mexico, en 1972, fut résistante à tous les antibiotiques et causa plusieurs milliers de morts. Les épidémies de méningite à *H. influenzae* chez des nourrissons, aux États-Unis en 1974, et de pneumonies à pneumocoques dans les ghettos noirs d'Afrique du Sud en 1977, ont également causé des morts très nombreuses. L'année même de sa commercialisation, la streptomycine se trouva neutralisée par le bacille de Koch, responsable de la tuberculose qui était devenu résistant à cet antibiotique.

Mais chimistes et biologistes ne jettent pas l'éponge : la découverte de deux chimistes anglais, Reading et Cole, en 1977, permet d'espérer gagner la prochaine manche contre le staphylocoque, par exemple. C'est l'acide clavulanique, molécule naturelle fabriquée par le champignon *Streptomyces Claviligerus*. Son pouvoir antibactérien est faible, mais il possède une particularité précieuse : il est très avide des pénicillines ; il s'y fixe et ne les lâche plus. Du coup, libérée de son vieil ennemi, la pénicilline retrouve son pouvoir. Il devra suffire, dans un avenir encore indéterminé, d'administrer en même temps la pénicilline et l'acide clavulanique, également appelé Monobactam, pour retrouver l'ancienne efficacité du premier de tous les antibiotiques (même si certains médecins craignent que ce processus n'élargisse le "spectre" d'activité de la molécule, c'est-à-dire le nombre d'espèces touchées par elle, ce qui est une autre cause de résistance aux antibiotiques).

Et l'on espère trouver également des inhibiteurs pour tous les enzymes qui détruisent les antibiotiques : *Klebsiella pneumoniae* ou pneumo-bacille de Friedländer, *Proteus mirabilis*, *Hemophilus influenzae*, *Bacteroides fragilis*, *Neisseria gonorrhoeae* et autres, dont les noms savants sont synonymes de péritonites graves,

d'abcès au cerveau, de méningites, d'infections génito-urinaires. La nature devra alors rivaliser d'ingéniosité avec les chercheurs. Mais comment, déjà, les bactéries savent-elles si vite et si bien trouver la parade à l'antibiotique théoriquement efficace ? Et tout d'abord, comment agissent les antibiotiques ? A la condition qu'il ne soit essentiellement toxique que pour la bactérie (rappelons que les antibiotiques n'ont pas de pouvoir contre les virus), un antibiotique "intéressant" agit sur l'une des quatre cibles suivantes de la bactérie :

**Les composants du noyau.** Ce sont les acides nucléiques, ADN et ARN, dont certains antibiotiques bloquent la synthèse des précurseurs. Par exemple, les sulfamides ressemblent de si près à l'acide para-aminobenzoïque, matière première de la fabrication de l'acide folique bactérien, que l'enzyme chargé de transformer le premier pour produire le second l'accepte sans problème. Cela suffirait à détraquer la fabrication des acides nucléiques mais, par-dessus le marché, les sulfamides s'accrochent à l'enzyme, ce qui entraîne le blocage de celui-ci (on dit que ce sont des "inhibiteurs compétitifs"). La construction des bases de l'ADN devient impossible. Autre exemple : certains antibiotiques ajoutent des bras aux segments d'ADN, rendant ainsi impossible l'organisation des longues chaînes d'ADN nécessaires à la cellule bactérienne. Car cette organisation ne souffre pas d'"ajouts" non programmés.

**La synthèse des protéines :** si on la bloque, la bactérie meurt de faim. Or, la streptomycine, par exemple, fausse la lecture du plan fourni par l'ADN messager bactérien ; l'ARN de transfert, sorte de magasinier qui amène les acides aminés sur le chantier de construction, introduit les acides aminés non prévus au programme ; l'ARN ribosomal, chargé du montage, assemble donc les matériaux qui n'ont rien à voir avec la bactérie, qui se trouve ainsi "défigurée". La tétracycline, elle, empêche l'acide aminé de s'attacher à l'ARN ribosomal, tandis que l'érythromycine empêche le ribosome d'avancer dans son déchiffrement du plan de l'ARN de transfert. Mais les cellules de l'organisme qui sert d'hôte aux bactéries ne sont pas affectées par l'action des antibiotiques, étant donné que leurs ribosomes sont différents et que la perméabilité de leurs cellules est également différente.

**La paroi bactérienne,** enveloppe externe, dure, épaisse, « extraordinairement résistante à la pression osmotique » (selon la description de Garrod et Lambert), est absolument sans pareille au niveau cellulaire ; c'est une coque de sous-marin ! Étant donné que sa fabrication est complexe, les antibiotiques peuvent y intervenir à plusieurs niveaux. Par exemple, lors de l'association des acides aminés (et en particulier alanine) et des sucres (acide acétyl-muramique) qui

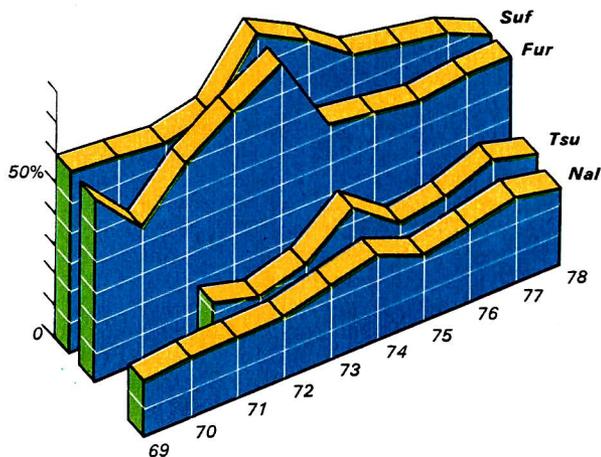
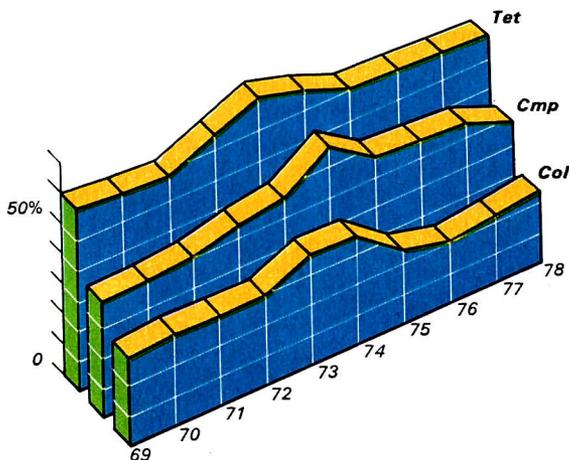
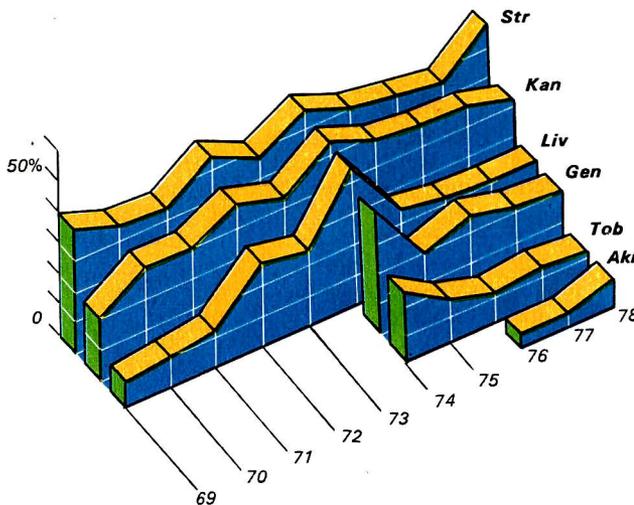
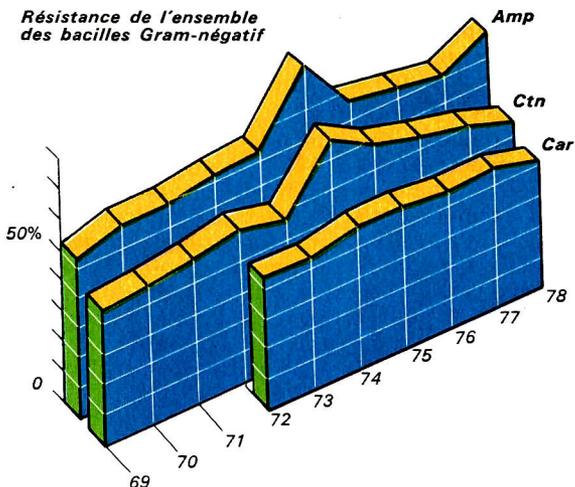
(suite du texte page 33)

# LES BACTÉRIES "SAUVÉES" PAR LES ANTIBIOTIQUES

Les divers souches de bactéries isolées quotidiennement dans les prélèvements effectués sur les sujets traités dans un hôpital de la région parisienne (Henri-Mondor, Service de bactériologie, Prs Duval et Soussy) ont été soumises individuellement et successivement aux divers antibiotiques et, à chaque fois, on a relevé les pourcentages de souches qui y ont résisté pour chaque bactérie. Les

ces germes bien connus responsables d'une grande variété d'infections allant du vulgaire furoncle à la septicémie ou infection généralisée. Considéré comme définitivement vaincu en 1941, il réapparaît peu après 1944, début de l'utilisation massive de pénicilline, premier antibiotique largement diffusé (traitements anti-infectieux dans les armées alliées). De 14% en 1946, le pourcentage de souches résistantes à la pénicilline augmente rapidement, pour se stabiliser à 80-90% dès 1969 (ci-contre).

Résistance de l'ensemble des bacilles Gram-négatif



moyennes annuelles de ces pourcentages ont servi à établir, pour chaque type de bactérie, l'évolution de cette résistance à chacun des antibiotiques en service. La série de courbes ci-dessus représente l'évolution de la résistance de l'ensemble des bactéries familières du milieu hospitalier (essentiellement des bacilles de la famille des Gram-négatif et des Staphylocoques) aux divers antibiotiques entre 1969 et 1978. Une constatation s'impose : toutes les bactéries opposent une résistance plus ou moins grande aux antibiotiques.

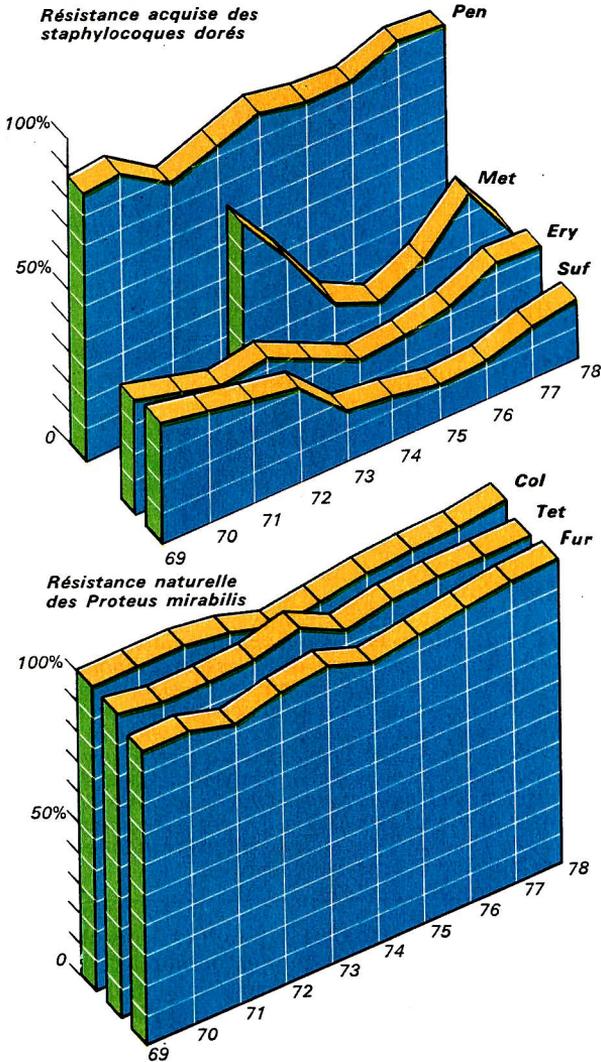
**La résistance acquise.** Le traitement par antibiotiques a opéré au fil des ans sur les générations successives de telle ou telle espèce de bactéries une sélection naturelle aboutissant à une résistance croissante de ces bactéries. C'est ce qui s'est produit, par exemple chez les Staphylocoques dorés,

## LISTE DES ABRÉVIATIONS UTILISÉES

Amp: ampicilline  
Ctn: céfalotine  
Car: carbenicilline  
Str: streptomycine  
Kan: kanamycine  
Liv: lividomycine  
Gen: gentamycine  
Tob: tobramycine  
Akn: amikacine  
Tet: tétracycline

Cmp: chloramphenicol  
Col: colistine  
Suf: sulfamide  
Tsu: cotrimoxazole  
Fur: nitrofurane  
Nal: acide nalidixique  
Pen: pénicilline G  
Ery: érythromycine  
Met: méthicilline  
Suf: sulfamidés

Cette évolution se produit de manière plus ou moins accusée pour la plupart des antibiotiques, d'où la nécessité d'en mettre au point en permanence des nouveaux, pour lesquels les bactéries n'ont pas encore de défense. Ainsi, le *Staphylocoque* est à traiter avec de la Méthicilline ou de l'Ery-



thromycine plutôt qu'avec de la pénicilline. Il est bien entendu, cependant, que ces courbes illustrent une évolution globale, et qu'un traitement ne peut être décidé qu'à la vue de l'antibiogramme personnel du patient intéressé. Notons que, tout comme elle augmente avec l'étendue de la commercialisation d'un antibiotique donné, la résistance d'une bactérie à cet antibiotique finit par diminuer lorsque le médicament tombe en désuétude. C'est le cas des Sulfamides dans le traitement des *Staphylocoques*.

**La résistance d'un type de bactérie à un antibiotique peut aussi être naturelle.** Dans ce cas, la courbe de résistance apparaît pratiquement plate, à 100% de souches résistantes : c'est le cas de la résistance des *Proteus mirabilis* à la Colistine, à la Tétracycline et au Nitrofurantoin.

la composent ; ou encore lors du transport de ces éléments par un "transporteur" phospholipidique ; ou enfin, lors de la division de la bactérie, par blocage de la division de la paroi (c'est ce que font les céphalosporines).

**La membrane bactérienne**, située sous la paroi, et qui joue un rôle capital, puisqu'elle contrôle les entrées et les sorties de matériaux. En effet, la membrane possède une perméabilité sélective et ne laisse passer que les agents qui modifient sa teneur en ions magnésium. Or, certains antibiotiques se lient à cette membrane, surtout les antibiotiques peptidiques (bacitracine, polyamixine, colistine) ; ils en modifient la perméabilité et y font des trous par lesquels fuient les ions intracellulaires. Ainsi vidée, la bactérie meurt.

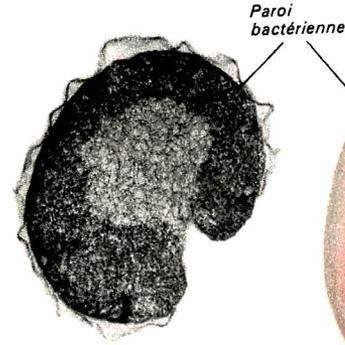
Stratégies subtiles auxquelles les bactéries résistent par des "astuces" non moins subtiles, mais pas aussi récentes qu'on a tendance à le penser. Il y a bien longtemps, en effet, que les bactéries s'adaptent aux modifications du milieu et à leurs ennemis, et les antibiotiques n'ont fait qu'accélérer relativement leur *struggle for life*, selon les termes chers à Darwin. Dès 1887, dans le premier numéro des *Annales de l'Institut Pasteur*, Kossiakoff notait avec inquiétude la modification des microbes en présence de l'acide borique. Au début du siècle, analysant le comportement de parasites, les trypanosomes, en présence du triphényl-méthane, Ehrlich exprimait les mêmes alarmes. Fleming, le "père" de la pénicilline, observa, longtemps avant la commercialisation de celle-ci, que certaines souches de staphylocoque y étaient naturellement résistantes. Preuve supplémentaire qu'il n'y a rien de vraiment neuf sous le soleil, dans leur cours polycopié à l'usage des étudiants en médecine de 3<sup>e</sup> année, J. Duval et C.-J. Soussy notaient en 1979 que « l'usage de plus en plus répandu et parfois inconsidéré des antibiotiques aboutirait à une diminution rapide de leur efficacité » !

Si l'on veut bien admettre une pointe d'humour, il faut "comprendre" les bactéries ; elles existent depuis des millions d'années ; elles ont appris à développer des systèmes de régulation très fins, avec un rendement optimal de leurs enzymes, de leurs protéines, de leur paroi, de leur membrane, de leur capsule, de leur capital génétique... Elles ne vont pas abandonner leurs méthodes et se laisser "suicider" à cause de quelques antibiotiques (qui ne sont peut-être pas non plus des inconnus pour elles), parce qu'elles ont bien sûr dû rencontrer dans le passé un *Penicillium* ou un *Cephalosporium*, dont elles auront gardé un souvenir cuisant... Alors elles se défendent, essentiellement de trois manières :

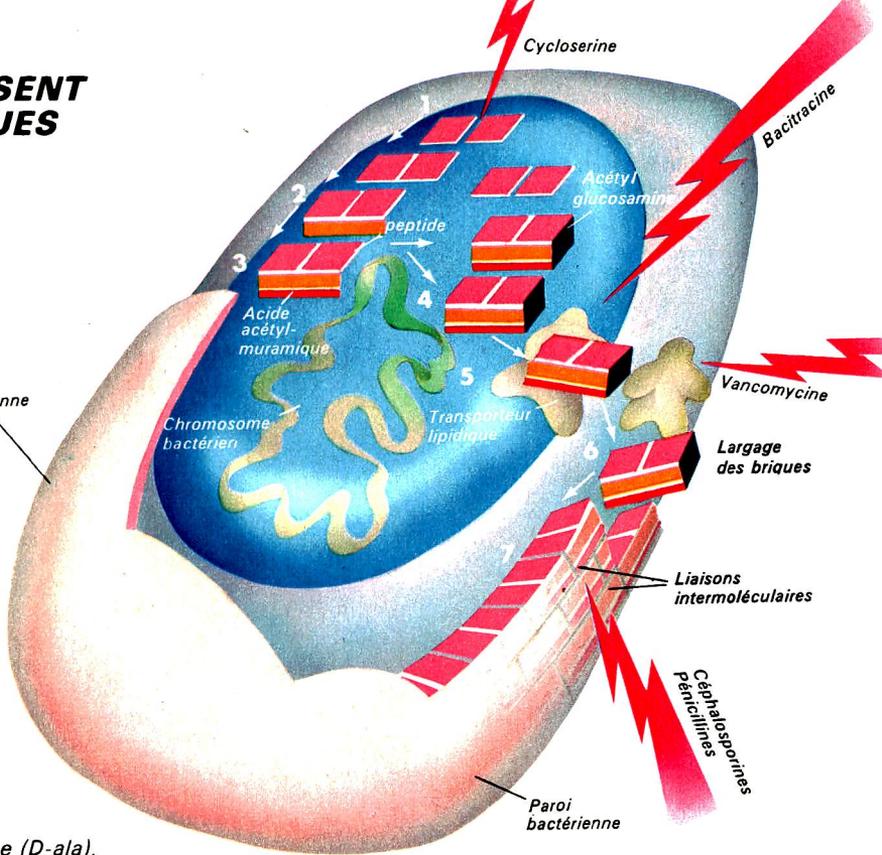
**Par adaptation directe**, le besoin créant l'organe ; les bactéries produisent ainsi des enzymes. Outre la bêta-lactamase, elles produisent des phosphorylases, des adénylases, des acétylases contre les antibiotiques du groupe des aminosides, et particulièrement des acétylases

# COMMENT AGISSENT LES ANTIBIOTIQUES

La paroi bactérienne est un bouclier de protection unique dans la nature, fait d'un mélange de protéines et de sucres bactériens qui, une fois organi-



sé, présente une extraordinaire rigidité. Cette paroi se construit comme suit : Dans le cytoplasme bactérien, des molécules d'un acide aminé, la D-alanine (D-ala), sont unies deux à deux (1) et accrochées à un court peptide pour former une petite protéine (2). Cette petite protéine est ensuite liée à une molécule d'acide acétyl-muramique ou AM (3). Enfin, ce complexe est associé à une molécule d'un sucre bactérien, l'acétyl-glucosamine (AG), pour former la brique de construction unitaire (4) de la paroi bactérienne. Cette brique est amenée, par un transporteur lipidique (5) ou phospholipide (lipid carrier), du cytoplasme, à travers la membrane, jusqu'au chantier de construction de la paroi. Là, il la largue (6) et revient dans le cytoplasme en reprendre une



autre. Tous les niveaux de cette chaîne métabolique peuvent être touchés par des classes d'antibiotiques différents, et interrompre le développement de la bactérie. Ainsi, la cycloserine empêche la liaison deux par deux des molécules de D-alanine ; la bacitracine interdit au phospholipide d'effectuer le transport ; la vancomycine empêche le largage des briques ; les pénicillines et les céphalosporines bloquent la formation des liaisons (7) entre les briques de la paroi, qui perd sa rigidité, comme le montre la photo d'E. Coli ci-dessus à gauche.

contre le cloramphénicol. Elles peuvent aussi s'adapter en modifiant leur perméabilité grâce à d'autres enzymes, les perméases, empêchant de la sorte l'antibiotique de pénétrer en elles. Elles peuvent encore camoufler leur point faible (comme les chimistes l'ont fait pour la pénicilline, en y associant des liaisons en glacis), et elles peuvent enfin apprendre à survivre en milieu pauvre. Comble d'adaptation : il est des bactéries qui ne peuvent plus survivre en l'absence de certains antibiotiques ; elles y sont tellement habituées qu'elles en sont devenues dépendantes...

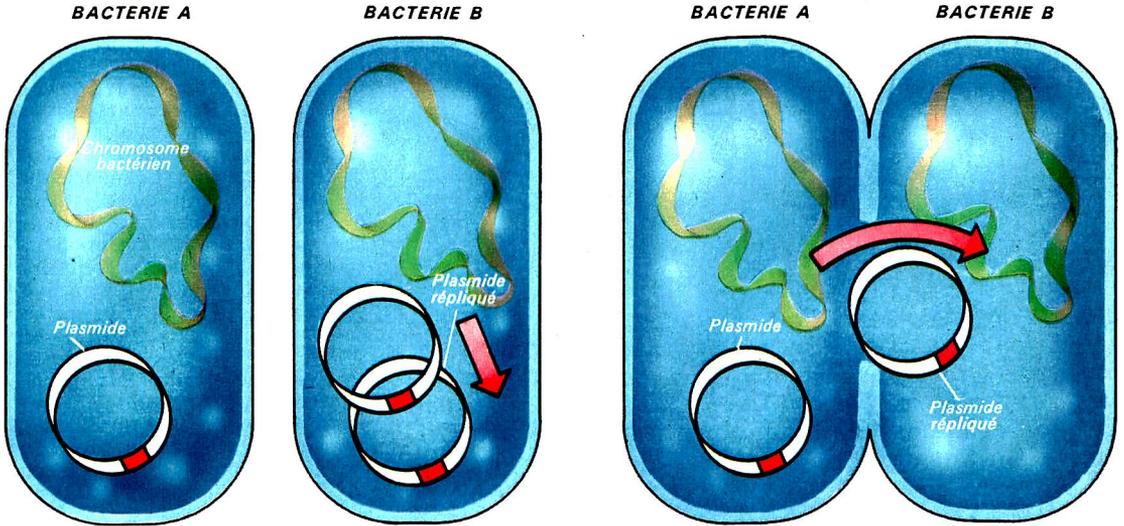
**Par sélection :** les pressions exercées sur une population de bactéries sont en tous points comparables à celles qui se sont exercées, et s'exercent sans doute sur des populations d'autres êtres vivants, qui entraînent l'élimination des plus faibles et la sélection des plus forts. Car dans toute population bactérienne, il

y a des forts et des faibles. Les faibles, sensibles aux antibiotiques, sont les plus nombreux ; les forts, qui résistent naturellement, sont beaucoup plus rares : 1 sur 1 milliard. L'effet de l'utilisation répétée d'un antibiotique est de sélectionner ces derniers et de favoriser l'apparition d'une super-souche. La pression sélective varie en rapidité et en étendue pour chaque antibiotique ; un micro-organisme peut devenir résistant à la streptomycine en une nuit, mais à l'érythromycine en quelques jours. Quand il y a sélection, seule la descendance des forts hérite l'antibiorésistance naturelle, qui n'est pas transmissible aux autres bactéries. Qui plus est, cette mutation sélectionnée ne fait que fortifier un seul caractère, en l'occurrence la résistance à un antibiotique ; on la dit pour cela spécifique.

**Par transfert de gène :** cette troisième cause est à l'origine de la plupart des antibiorésistances de germes. Dans certaines bactéries, un gène

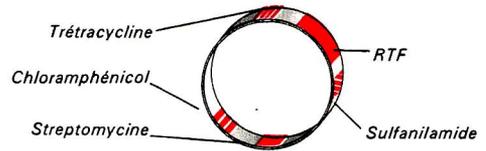
Dessins C. Barrué

## COMMENT LES BACTÉRIES SE TRANSMETTENT LA RÉSISTANCE



L'échange de l'information qui permet à une bactérie de transmettre à une autre sa résistance à un antibiotique se fait le plus souvent par conjugaison : dans la bactérie résistante, le gène de cette résistance se trouve sur un plasmide, anneau d'ADN indépendant du chromosome et qui sert de véhicule de l'échange. Ce plasmide se dédouble, et sa réplique, qui porte elle aussi une copie du gène de résistance, est alors transféré dans une autre bactérie, qui peut d'ailleurs être d'une espèce très différente. Là, ce gène pourra être "lu" et ainsi être exprimé : selon son contenu, il codera pour une enzyme, une protéine, etc. et conférera à la bactérie hôte la résistance à l'antibiotique en question.

Il est donc très important de mieux connaître ces "passeurs" de contrebande, d'établir en quelque sorte leur fiche anthropométrique pour savoir à quels gènes de résistance ils font passer les fron-



tières d'une bactérie à l'autre. C'est ce qui a pu être effectué pour le plasmide R-222. Sa carte génétique révèle qu'il contient les gènes de résistance à la tétracycline, au chloramphénicol, à la streptomycine et à un sulfamide. Il existe également une zone génétique dite RTF qui commande l'opération de transfert ; sans elle, le plasmide ne peut passer d'une bactérie à une autre.

existe, qui commande la fabrication de l'enzyme inactivant un antibiotique. De telles bactéries, on l'a vu à propos de la sélection, sont toutefois rares et elles ne peuvent expliquer toutes les antibiorésistances ; il faut donc faire appel, pour l'explication, à une dissémination de la capacité de résistance par transfert de gène. Quatre mécanismes peuvent rendre compte de ce transfert.

- Le premier est la transduction : le gène est incorporé au virus qui infecte les bactéries, le bactériophage ; il s'intègre à son chromosome et, étant donné que le virus ne se reproduit que par sa symbiose avec la cellule, celle de la bactérie en l'occurrence, tous les virus produits à l'intérieur de la bactérie résistante seront porteurs de ce gène d'antibiorésistance. Quand ils iront infecter les autres bactéries, ils leur communiqueront ce gène, par un transfert inverse, qui est le passage du capital génétique du virus dans la bactérie, puisque le virus se reproduit en insé-

rant son capital génétique dans celui de la cellule et en se faisant ainsi répliquer. Il s'agit donc, paradoxalement, d'une infection chez les agents infectieux eux-mêmes. Dans un premier temps, c'est la bactérie résistante qui infecte le virus vecteur, dans un deuxième temps, c'est le virus infecté qui infecte les bactéries non résistantes.

- Le deuxième mécanisme est la transformation : le gène d'antibiorésistance se transfère directement d'une bactérie à l'autre. Il faut donc supposer que ce fragment d'ADN se promène "tout nu" d'un germe à l'autre, ce qui est rare, car les endonucléases qui patrouillent sur la paroi des bactéries détruisent généralement de tels vagabonds.

- Le troisième mécanisme est la conjugaison : il est sans doute le plus courant. Le gène d'antibiorésistance est intégré dans un plasmide, petit anneau d'ADN contenu dans la bactérie — et indépendant du chromosome de celle-ci. Il sert

(suite du texte page 163)

# LES "IMMUNONS" CLARIFIENT L'IMMUNOLOGIE

*Quand l'organisme subit une petite agression, il ne réagit pas beaucoup, cela se conçoit. Mais quand il subit une très forte agression, parfois il ne réagit pas non plus, et cela se conçoit moins bien. Un nouveau concept, celui des "immunons", permet de l'expliquer.*

● Pour produire les anticorps nécessaires à sa réaction contre un agresseur, le système immunitaire doit obligatoirement passer par un seuil critique d'agglomération de récepteurs cellulaires spécifiques. Cette agglomération mène à la formation d'"immunons", faits d'une vingtaine de molécules spécialisées; ce n'est qu'alors que les globules blancs commencent à produire des anticorps spécifiques. C'est une nouvelle théorie.

Elle a été élaborée à partir d'un modèle mathématique par le Pr Howard Dintzis, directeur du Département de biophysique de la faculté de médecine Johns Hopkins à Baltimore (Maryland), et ses collaborateurs. La théorie s'est avérée compatible avec quelques expériences réalisées sur des animaux et des cultures de tissus — mais des expériences ne constituent certes pas une preuve. Elle permet en tous cas d'expliquer certains phénomènes qui paraissaient contradictoires, et elle pourrait permettre de mieux "manipuler" le système immunologique dans le traitement de maladies infectieuses et allergiques.

Les anticorps sont des molécules (dites aussi immunoglobulines) qui protègent l'organisme contre les antigènes, envahisseurs étrangers tels que les toxines, les bactéries, les virus et, dans certains cas, des cellules appartenant à l'organisme même mais transformées, notamment par le processus cancéreux. Ces anticorps sont synthétisés par des globules blancs spécialisés, les lymphocytes B, chacun de ceux-ci possédant à sa surface des sites récepteurs spécifiques, qui "reconnaissent" un anti-

gène déterminé et qui, par un mécanisme encore inexpliqué, commandent la fabrication d'anticorps spécifiques.

Mais on avait remarqué que l'introduction dans un organisme de certains antigènes donne des résultats paradoxaux. Une très petite quantité d'antigènes peut ne pas provoquer de synthèse d'anticorps décelables, ce qui s'expliquerait par le fait que la quantité d'antigènes est trop faible pour solliciter une réaction. Ensuite, lorsque la dose d'antigènes introduite augmente, la synthèse d'anticorps est déclenchée, et cette synthèse elle-même augmente en fonction de la quantité d'antigènes contre lesquels il faut se protéger.

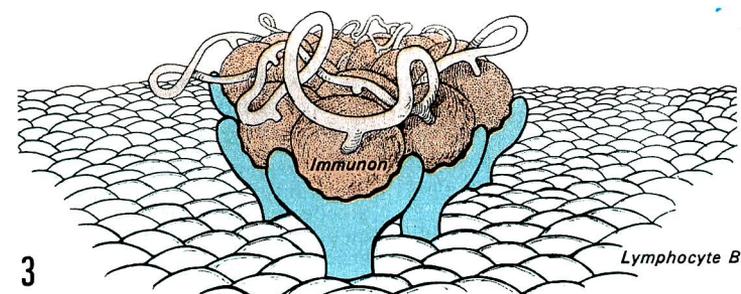
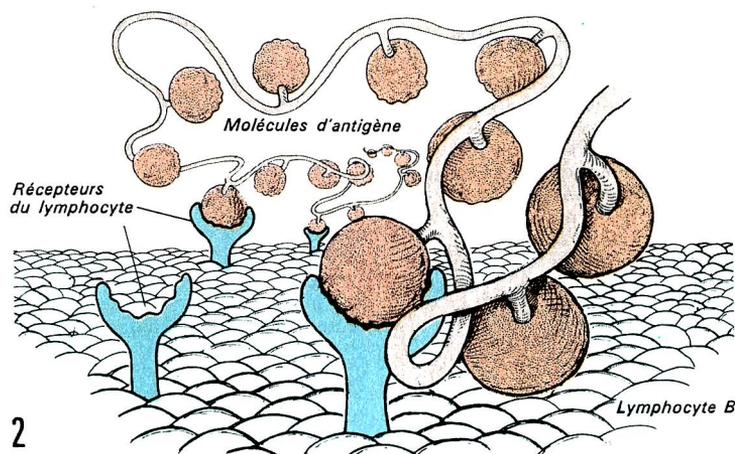
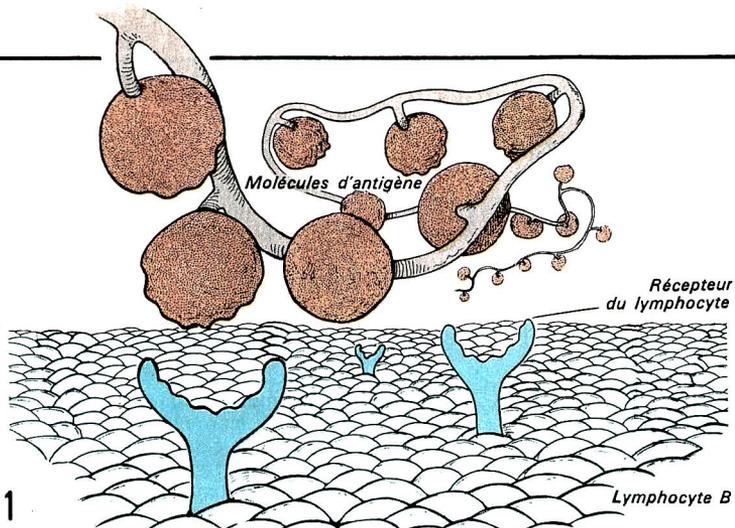
On pourrait s'attendre à ce que cette synthèse d'anticorps continue à augmenter en fonction de l'apport d'antigènes, et ceci jusqu'à un seuil qui représenterait la limite de la capacité de production d'anticorps par l'organisme. Or, ce n'est pas le cas: au fur et à mesure de l'introduction d'antigènes, la production d'anticorps augmente bien; mais à partir d'une certaine quantité d'antigènes, elle diminue rapidement, puis tombe à zéro. Dans certains cas, remarque le Pr Dintzis, une forte dose d'antigènes peut tout simplement inhiber la production d'anticorps.

Ce phénomène semble inexplicable. Mais la nouvelle théorie permet d'en rendre compte. Le modèle mathématique qui la fonde, visait à quantifier certains phénomènes de la différenciation cellulaire en général (par exemple, celle qui se produit lors de la croissance d'un organisme à partir d'un ovule fécondé). Ce modèle a été appliqué à la différenciation des

leucocytes lorsqu'ils se mettent à sécréter des anticorps. Pour bien le comprendre, il faut rappeler que certains antigènes, en particulier les antigènes synthétiques, possèdent un grand nombre de sites réactifs identiques, répétés tout le long de leur molécule. Ceux-ci sont reconnus par les récepteurs des lymphocytes B. Le modèle du Pr Dintzis prévoit que l'activité des lymphocytes B n'est déclenchée qu'à partir du moment où un certain nombre de leurs récepteurs (une vingtaine environ) est activé par les sites réactifs d'un même antigène. Selon de Dr Dintzis les sites récepteurs d'un lymphocyte sont alors reliés entre eux par la molécule antigénique, formant une sorte de grappe qu'il appelle un "immunon". Quand un nombre suffisant d'immunons est présent sur les lymphocytes B, ceux-ci commencent à se diviser, et à se différencier en cellules matures produisant les anticorps.

La théorie a permis de prédire avec une bonne approximation ce qui se passerait lorsque des antigènes synthétiques étaient, soit injectés à des souris, soit introduits dans des cultures de cellules de rates de souris qui contiennent les lymphocytes B. « La corrélation entre notre théorie et le résultat des expériences est remarquable, dit le Pr Dintzis. La théorie prévoit qu'un nombre minimal de récepteurs doivent être reliés pour stimuler la production d'anticorps, et le résultat des expériences correspond à peu près à ce que prévoit la formulation. »

Mais comment cette théorie explique-t-elle la paradoxale inhibition de toute réaction immunologique par l'introduction d'une trop forte quantité d'antigènes? C'est simple, explique le Pr Dintzis: il est normal qu'au fur et à mesure de l'augmentation du taux d'antigènes on obtienne de plus en plus d'immunons et que la quantité d'anticorps sécrétés augmente. Mais à partir d'un certain point, il y a trop d'antigènes autour des lymphocytes, et les sites récepteurs des lymphocytes s'attachent non pas aux sites réactifs du même antigène (ce qui permettrait alors la formation d'un immunon) mais à ceux appartenant à plusieurs antigènes; il n'y a plus d'agglomération, mais des liens disparates entre des sites récepteurs, sur les lymphocytes d'une part, et des antigènes surabondants de l'autre. Alors, le système est débordé, les immunons ne se forment pas et la



### ANTIGÈNES ET LYMPHOCYTES : L'UNION FAIT LA FORCE

La mise en place du système de défense immunitaire de l'organisme telle que l'explique le Pr Howard Dintzis peut se résumer en trois étapes. D'abord, une molécule d'antigène (corps étranger qui peut être un virus, une bactérie ou autre toxine...) pénètre dans l'organisme et parvient à proximité d'un globule blanc spécialisé, le lymphocyte B, qui est représenté ici par la surface alvéolée (1). Celui-ci possède sur sa surface des sites récepteurs, figurés ici par ces sortes de clés à mollette, qui ont pour caractéristique de pouvoir "reconnaître" l'antigène. Dans un deuxième temps, des portions de l'antigène "reconnu" viendront donc s'agripper aux sites récepteurs (2). C'est seulement après que se sont formées au minimum une vingtaine de ces liaisons, entre les récepteurs d'une cellule et l'antigène que l'ensemble va s'agglomérer pour former un "immunon" (3). Cet immunon aura pour effet de déclencher alors la production d'anticorps qui s'attaquent à l'antigène. □.

production d'anticorps est inhibée. Il y a également absence de fabrication d'anticorps lorsque la molécule antigénique ne contient pas assez de sites réactifs. En effet, si elle possède moins de 20 sites réactifs, ceux-ci vont se lier à un nombre de récepteurs insuffisant pour former un immunon à la surface du lymphocyte B, et celui-ci, non stimulé, ne produira pas d'anticorps.

Selon le Pr Dintzis et ses collaborateurs, la théorie de l'immunon, si elle est vérifiée, aura plusieurs implications. D'abord, elle permettrait de mieux comprendre toutes les formes de différenciation cellulaire, et non seulement celle qui transforme les lymphocytes inactifs en lymphocytes producteurs d'anticorps. La stimulation de cellules spécifiques pour que celles-ci réalisent des fonctions tout aussi spécifiques est une activité fondamentale de tout organisme vivant, et une activité encore mal comprise. Mais il n'y a pas vraiment de raison de croire que le mécanisme soit fondamentalement différent d'un système à un autre.

En outre, l'existence de l'immunon, si elle est vérifiée, permettrait de mieux contrôler les réactions immunologiques, la manipulation des récepteurs de surface et favoriserait la formation d'immunons pour renforcer la réaction immunologique contre l'infection ou contre des cellules anormales ; une manipulation inverse préviendrait la formation d'immunons pour minimiser les réactions allergiques à des médicaments ou à d'autres substances.

Les travaux du Pr Dintzis, qui a collaboré avec son épouse, Renée Dintzis, professeur agrégé de biologie cellulaire et biophysique, et le Dr Bert Vogelstein, médecin et cancérologue, ont été publiés dans deux articles détaillés des comptes rendus de l'Académie des sciences des États-Unis. Certains immunologistes jugent la théorie trop simple pour expliquer des phénomènes très complexes, alors que d'autres estiment qu'elle pourrait constituer un outil de travail intéressant. Indéniablement, elle appelle donc bien des vérifications et des enrichissements. Mais sa parution dans une publication respectée, et le soutien financier du National Cancer Institute et de la firme pharmaceutique Bristol-Myers garantissent son intérêt.

Alexandre DOROZYNSKI ■

# PREMIERS ESSAIS D'HYBRIDOMES SUR LES CANCERS HUMAINS

*Des hybridomes, cellules créées en laboratoire, sont implantés directement sous la peau de patients, afin que les anticorps qu'ils fabriquent attaquent en permanence les cellules cancéreuses.*

● Une arme biologique capable d'émettre des anticorps, substances destinées à combattre les cellules étrangères, ou antigènes (virus, bactéries, cellules cancéreuses), a été fabriquée il y a sept ans en laboratoire. Les anticorps qu'elle produisait étaient recueillis, puis injectés dans l'organisme des patients, afin de lutter contre d'éventuelles maladies. Or, bien vite, on s'aperçut que leur efficacité était inégale : positive quand on avait affaire à des affections de type viral ou bactérien ; négative lorsqu'il s'agissait de cancers. Dans l'intervalle des injections, en effet, les cellules cancéreuses reprenaient le dessus, si bien qu'il était impossible de guérir le mal.

Pour espérer détruire définitivement des cellules cancéreuses, il faut les attaquer sans répit. C'est ce qu'ont pensé des chercheurs britanniques de Cambridge, dirigés par le Dr Sikora<sup>(1)</sup>. Pour cela, ils ont imaginé d'implanter l'arme biologique en question directement sous la peau des patients. Les anticorps émis en permanence se dirigent par la circulation sanguine vers les cellules ennemies qui, sous l'assaut continu, succombent.

L'arme productrice d'anticorps, ce sont des cellules hybrides, d'où le nom d'hybridome, issues pour une moitié de cellules cancéreuses et pour l'autre d'un lymphocyte. De la cellule cancéreuse, l'hybridome hérite du pouvoir de se multiplier indéfiniment, alors qu'une cellule normale cesse de se reproduire après un certain nombre de divisions. Du lymphocyte, il ac-

quiert la capacité d'émettre des anticorps qui sont alors produits en grande quantité. Les anticorps sont programmés à l'avance contre les antigènes spécifiques vers lesquels ils sont dirigés. Pour cela, on expose les lymphocytes avant leur fusion avec les antigènes prélevés dans le sang du malade. Les lymphocytes utilisés sont du type B, les seuls à fabriquer des anticorps, l'autre catégorie (les T) n'en produisant pas.

Pour empêcher les hybridomes de se disperser dans l'organisme, on les place dans une minuscule boîte de culture, la classique boîte de Pétri, munie d'un système de filtres qui ne laissent passer que les anticorps. Ceux-ci se diffusent dans la circulation sanguine du patient et se dirigent ensuite vers les cellules cancéreuses. Enfin, pour éviter que les hybridomes soient rejetés par le système immunitaire du patient, on les fabrique d'une part avec des lymphocytes prélevés sur le patient et de l'autre avec des cellules cancéreuses préalablement stabilisées en culture (en général des cellules provenant de myélome). Les premiers essais expérimentaux sont actuellement en cours dans un hôpital britannique. Ils sont réalisés sur des malades atteints d'une tumeur cancéreuse du système nerveux, appelée gliome. Il est encore trop tôt pour juger de l'efficacité du traitement.

Les espoirs sont permis, car la technique des hybridomes est maintenant parfaitement maîtrisée. C'est à l'université de Cambridge, en 1975, que les premiers hybridomes furent réalisés en laboratoire par deux biologistes, Cesar Milstein et Georges Kohler ; c'étaient des hybridomes de cellules de souris. La première diffi-

culté fut alors de trouver un agent capable de réaliser la fusion entre les deux types de cellules : le lymphocyte et la cellule cancéreuse. Bientôt on découvrit qu'une substance chimique (le glycopolyéthylène) et qu'un virus (le virus Sendai) étaient capables de la réaliser.

L'autre difficulté consistait à distinguer les cellules fusionnées, les véritables hybridomes, des cellules qui ne l'étaient pas ; elle fut maîtrisée grâce à la détection radio-immunologique. Celle-ci consiste à marquer les anticorps par des molécules radioactives. Les lymphocytes, qui ont une vie courte, émettent des anticorps pendant une courte durée, alors que les cellules hybrides les émettent en permanence, ce qui permet de les repérer.

Le reste fut plus simple. Chaque hybridome est placé dans une boîte de Pétri, où il se multiplie. On obtient un clone, c'est-à-dire une population d'hybridomes tous identiques, qui fabriquent tous le même anticorps. Point important car, dans la nature, les anticorps produits dans un organisme par l'introduction d'un antigène sont des mélanges de molécules différentes. Précisons aussi que les anticorps sont spécifiques de l'espèce qui les produit. Ainsi des anticorps sécrétés par des hybridomes de souris ne peuvent être utilisés ni chez une autre espèce animale, ni chez l'homme dont l'organisme les rejetterait comme corps étranger.

## **Pallier les défaillances du système immunologique**

La création d'hybridomes humains fut réalisée il y a deux ans. Si elle a tant tardé, c'est parce qu'on ne disposait pas d'une lignée de cellules cancéreuses humaines suffisamment stables pour être fusionnées avec des lymphocytes producteurs d'anticorps. Les premiers à être parvenus au but sont deux chercheurs du Centre médical de l'université Stanford (Californie), Henry S. Kaplan et Lennart Olsson. Les cellules cancéreuses utilisées ont été prélevées sur un myélome (tumeur de la moelle osseuse) préalablement stabilisée en culture. Elles furent ensuite fusionnées avec des lymphocytes producteurs d'anticorps provenant d'un patient atteint de la maladie de Hodgkin, qui est une affection des ganglions lymphatiques.

(1) Ludwig Institute for Cancer Research, Service d'oncologie clinique du Medical Research Council.

Depuis, plusieurs hybridomes humains ont été réalisés dans plusieurs pays. Ils dominent actuellement l'immunologie car la mise à disposition d'anticorps purs permet d'envisager de nombreuses applications thérapeutiques et diagnostiques, ainsi que des recherches fondamentales. Ainsi un virologue américain, le Dr Hilary Koprowski, a créé des hybridomes sécrétant des anticorps spécifiques du virus de la rougeole et un chercheur britannique, le Pr F.E.G. Cox, a identifié des antigènes spécifiques au *Plasmodium berghei*, parasite qui provoque le paludisme chez des rongeurs. C'est déjà un grand pas, car les divers parasites du paludisme ont un système antigénique complexe qui rend difficile la mise au point d'un vaccin. Or, cette maladie atteint plusieurs centaines de millions de personnes dans le monde. Le Pr Cox a déjà réussi à vacciner des souris par des anticorps monoclonaux du *P. berghei*.

Une des cibles évidentes des hybridomes était le cancer. De nombreux cancers ont en effet des composantes immunologiques : l'organisme dispose d'un système de surveillance qui permet sans doute d'éliminer de nombreuses cellules transformées avant que le cancer ne se propage. Mais la surveillance, souvent insuffisante, devient inefficace lorsqu'un cancer se propage massivement. Il y avait donc lieu de supposer qu'une injection plus importante et permanente d'anticorps anticancéreux spécifiques suppléerait aux défaillances du système immunologique. Telle est l'hypothèse que vérifie l'équipe du Dr Sikora dans une série d'essais sur des patients atteints de gliome, cancer qui, dans les cas plus graves, entraîne la mort du patient en un an, avant même que n'apparaissent des métastases dans d'autres parties du système nerveux.

Les chercheurs ont fusionné les lymphocytes prélevés dans le sang du patient avec des cellules de myélome couramment utilisées dans la préparation d'hybridomes humains. Après sélection et clonage, ils ont obtenus des cultures d'hybridomes sécrétant des anticorps spécifiques du cancer du patient. Les hybridomes furent placés dans une boîte de Pétri, spécialement conçue, comme nous l'avons déjà dit, pour ne laisser passer que les anticorps. Puis la boîte fut implantée sous la peau

du patient. La chaleur de l'organisme maintient la culture en vie, et cette culture sécrète en continu des anticorps monoclonaux anticancéreux, qui se diffusent dans la circulation sanguine. Les essais n'ont jusqu'à présent été réalisés que sur quelques cas dits "terminaux" pour lesquels on ne peut guère espérer la survie.

### **Un procédé qui doit encore faire ses preuves**

Reste à savoir si cette thérapeutique est efficace. La culture d'hybridomes contient des marqueurs radioactifs qui permettent de suivre les anticorps-monoclonaux à la trace, au fur et à mesure de leur diffusion dans l'organisme. « Il est clair, nous a dit le Dr Sikora, que ces anticorps vont se fixer de façon préférentielle sur les cellules cancéreuses qui sont leur cible. Mais on ne peut encore juger de leur efficacité. » En effet, la technique des marqueurs radioactifs permet de constater que les anticorps se fixent bien sur les cellules tumorales, mais non d'en évaluer la quantité, ni l'efficacité. Et il est difficile, dans des cas aussi avancés, d'évaluer une hypothétique activité thérapeutique. « Il faudra encore plusieurs mois, poursuit le Dr Sikora, avant que nous puissions tirer une conclusion de ces essais. »

Une autre approche est à l'étude au Centre d'immunologie INSERM-CNRS de Marseille-Luminy, où trois chercheurs, Lee D. Leserman, Jacques Barbet et Patrick Machy, ont réussi à fixer des anticorps monoclonaux à la surface de liposomes. Les liposomes sont des vésicules (sortes de petits sacs) très petites et stables, constituées d'une double couche de lipides (graisses) contenant un milieu aqueux. Ces liposomes, fabriqués en laboratoire à partir de lipides synthétiques purifiés (cholestérol, par exemple) sont capables de traverser les membranes cellulaires. Ils peuvent contenir plusieurs centaines ou milliers de molécules solubles dans l'eau pendant plusieurs jours à la température du corps. Ce sont donc d'excellents transporteurs, capables de protéger leur contenu contre l'agression d'enzymes et d'en empêcher la dilution et l'élimination. Injectés par voies intra-veineuse, les liposomes parviennent jusqu'au foie et y déposent leur contenu. Ils sont déjà

utilisés en thérapeutique pour le traitement de la leishmaniose, maladie parasitaire du foie : ils y transportent des dérivés d'antimoine, toxiques pour ces parasites.

Les travaux des chercheurs de Marseille-Luminy permettent de "cibler" les liposomes en y attachant des anticorps monoclonaux spécifiques à des antigènes cellulaires particuliers. Les résultats préliminaires ont montré que ces liposomes — ou, plus exactement, les substances qu'ils transportent — peuvent ainsi être spécifiquement dirigés pour s'attaquer sélectivement aux cellules portant l'antigène correspondant. En outre, on peut également attacher au liposome une protéine "fusogène", qui s'attaque à la cellule cible (ce pourrait être, par exemple, une protéine du virus de Sendai, celui-là même qui est utilisé pour fusionner deux cellules lors de la création d'un hybridome). Ces expériences sont pour le moment menées sur des cultures de cellules, mais aucune difficulté technique ne semble faire obstacle à une expérimentation sur l'animal, voire un jour à des essais cliniques.

« Mais je crois que nous en sommes encore loin, nous dit un chercheur du centre de Marseille-Luminy. Certes, on peut faire des essais, et peut-être obtenir des résultats. Mais avant tout, il s'agit de mieux comprendre la biologie de la cellule, le mode d'action des substances anticancéreuses, les moyens que l'on peut utiliser pour les déposer là où on en a besoin. » Le Dr Sikora pense, lui aussi, qu'il est fort possible que les anticorps monoclonaux s'avèrent plus efficaces pour faciliter le transport de drogues anticancéreuses puissantes et spécifiques, que pour agir directement sur les cellules tumorales, dont les mécanismes immunitaires sont encore mal connus.

Il est néanmoins encourageant de constater que l'on peut "fabriquer" des anticorps spécifiques à partir des cellules d'un patient cancéreux et que, chez le patient auquel on a en quelque sorte greffé une culture d'hybridomes, les anticorps se dirigent vers leur cible. Mais il n'y a encore aucune certitude quant à l'efficacité d'une telle forme de traitement, ou son éventuelle extension à d'autres formes de cancer.

# LA DÉPRESSION SEMBLE BIEN HÉRÉDITAIRE

*Le "mal de vivre" passe inéluctablement du domaine philosophique à celui de la neurochimie et, depuis peu, à celui de la génétique. Il sévit par familles, de manière héréditaire, ainsi que l'indiquent des analyses génétiques. Le discours y perd, mais les malades y gagnent.*

● Lorsque Larry Pardue, psychiatre à l'université de Tulane (Nouvelle-Orléans) diagnostiqua sur lui-même une dépression, il y a une dizaine d'années, il ne se doutait pas qu'il levait un beau lièvre : l'héritabilité de la dépression. Le père du Dr. Pardue avait lui-même souffert de "mélancolie", le terme traditionnel qui définit une forme grave de dépression, et avait subi une lobotomie préfrontale (cette intervention chirurgicale consiste à couper des faisceaux de fibres nerveuses reliant le cortex cérébral à des formations à la base du cerveau).

Le jeune Larry Pardue, lorsqu'il était étudiant, se sentait "mal dans sa peau", et avait des idées de suicide. Il avait déjà terminé ses études de psychiatrie lorsque le diagnostic de "dépression" fut pour lui confirmé. Peu de temps après, il apprit qu'une de ses nièces souffrait de la même maladie, et qu'un de ses grand-oncles s'était suicidé. Le Dr Pardue entreprit alors une enquête sur sa propre famille et apprit ainsi que 19 de ses parents proches ou éloignés avaient été atteints de dépression.

En 1975, il publia les résultats de cette enquête dans l'*American Journal of Psychiatry*, une revue professionnelle, sans toutefois révéler le nom de la famille (en l'occurrence la sienne) qui en avait été l'objet. La distribution des cas de dépression en fonction de l'arbre généalogique semblait correspondre à un mode de transmission héréditaire. Était-ce là une coïncidence, ou une indication qui pouvait laisser penser que la dépression avait une composante héréditaire et donc, vraisemblablement, une origine biochimique ?

Cette dernière hypothèse semblait d'autant plus vraisemblable que tous les membres de la famille Pardue atteints de dépression avaient été traités avec succès par des antidépresseurs d'une seule classe, les dérivés tricycliques, qui empêchent le recaptage par les cellules nerveuses d'une substance intervenant dans la transmission nerveuse, la noradrénaline.

L'article du Dr Pardue attira l'attention, non seulement de psychiatres, mais aussi de généticiens, qui remarquèrent que l'"arbre généalogique" de la dépression pourrait impliquer une transmission héréditaire de cette maladie. L'un de ces généticiens, le Pr. Lowell Weitkamp, de l'université Rochester dans l'État de New York, s'adressa au Dr Pardue pour lui demander des échantillons de sang prélevé sur des membres de cette famille. Le Dr Pardue accepta et fit donc parvenir au Pr. Weitkamp du sang de plusieurs des membres de sa famille, en gardant toujours le nom secret. Leur étude ne permit cependant pas au Pr. Weitkamp de parvenir à des conclusions nettes, et il décida d'entreprendre une enquête plus vaste, en collaboration avec un généticien canadien, le Pr. Harvey Stancer, de l'université de Toronto.

Ces deux chercheurs étudièrent les dossiers de 120 familles, dont un ou plusieurs membres avaient été atteints de dépression, et en sélectionnèrent 20 qui correspondaient aux critères définis : il fallait qu'au moins deux membres d'une même famille fussent atteints de dépression et celle-ci devait être suffisamment sévère pour que les patients aient été hospitalisés pendant au moins deux se-

maines. Ensuite, ils se mirent à la recherche du gène hypothétique de la dépression.

Comment dépister un gène dont on n'est même pas certain qu'il existe ? La façon la plus simple, c'est de déterminer si un patient et son parent, également atteint, ont en commun d'autres gènes, transmis avec le, ou les, gènes de la dépression, et donc voisins sur la molécule d'ADN sur laquelle sont codées les informations génétiques. Parmi les gènes, les plus facilement identifiables sont ceux du système HLA, qui définissent l'unicité du "moi" immunologique et qui "définissent" aussi spécifiquement un individu que ses empreintes digitales. Le système HLA (pour *Human Leucocyte Antigen*) a été d'abord mis en évidence chez les leucocytes (globules blancs), lors de recherches poursuivies notamment par le Pr. Jean Dausset, de l'hôpital Saint-Louis à Paris et prix Nobel 1980.

Il existe, non seulement à la surface des leucocytes, mais de toutes les cellules de l'organisme (sauf des globules rouges qui sont des cellules sans noyau), des structures protéiques identiques pour l'ensemble des cellules d'un individu, mais variables d'un individu à un autre. Ce sont les "marqueurs" du système HLA. Le nombre de combinaisons possibles dépasse 40 milliards ; c'est dire que les chances pour que deux individus aient les mêmes marqueurs HLA sont infinitésimales, sauf, bien sûr, si ces individus sont des jumeaux "identiques", c'est-à-dire issus d'un seul ovule fécondé. Par ailleurs, le système HLA permet d'identifier des individus à risque pour certaines maladies : par exemple, 90% des personnes souffrant de spondylarthrite ankylosante, caractérisée par un rhumatisme avec atteinte des régions articulaires sacro-iliaques, possèdent une variante du système HLA, dite B-27, qui ne se rencontre que chez 7% environ des individus de groupes ethniques blancs. L'identification de cet antigène chez une personne implique que celle-ci court un risque environ 120 fois supérieur à la moyenne de contracter cette maladie.

Pour le Pr Weitkamp, l'étude du système HLA chez les patients atteints de dépression devait pouvoir permettre de déceler un gène voisin d'un gène HLA, et qui serait, associé à l'incidence de la dépression. Cette étude fut réalisée selon la méthode dite "en double

aveugle", qui permet d'éviter l'influence subjective du chercheur, lequel, consciemment ou inconsciemment, risquerait d'interpréter les résultats d'une expérience d'une manière qui favorise son hypothèse. En l'occurrence, l'équipe du Pr Stancer, de Toronto, se livra à une étude psychologique standardisée des membres des familles étudiées, alors que celle du Pr Weitkamp procéda à l'identification des marqueurs HLA à partir d'échantillons de sang. Ce n'est qu'en fin de parcours que les résultats des deux études étaient réunis. C'est alors que l'on constata que ce résultat définitif était curieux et difficile à interpréter mais indiquait néanmoins qu'une composante héréditaire intervenait dans la dépression.

Le Dr Weitkamp avait déjà réalisé un an auparavant une recherche comparable dans les familles où des enfants étaient atteints de diabète juvénile, maladie à composante héréditaire. Il avait constaté que lorsqu'une famille a deux enfants diabétiques, 60% de ces enfants ont des marqueurs HLA communs, alors que s'il y a dans la famille trois ou plus d'enfants diabétiques, moins de 40% d'entre eux ont des marqueurs HLA en commun. À première vue, ces chiffres semblent paradoxaux, car on pourrait penser que plus un couple a d'enfants diabétiques dans sa descendance, plus ces enfants auront des marqueurs HLA en commun. Mais ce n'est pas le cas : la maladie, ou la prédisposition à la maladie, sont transmises non par un seul gène, mais par plusieurs. On se doutait bien d'ailleurs que la transmission héréditaire d'une maladie aussi complexe que le diabète ne dépend pas d'un gène unique, dominant ou récessif, mais d'une association de gènes (un gène dominant se manifeste s'il est transmis à un enfant

par un seul de ses parents ; pour que s'exprime un gène récessif, il faut qu'il soit en double exemplaire, donc transmis à l'enfant par ses deux parents).

Quant au fait que plus une famille a d'enfants diabétiques, moins ces enfants ont de marqueurs HLA en commun, il peut s'expliquer de la façon suivante : si les deux parents sont porteurs de gènes du diabète, ils les transmettront, à coup sûr, à leurs enfants. Ces enfants n'auront donc pas nécessairement des marqueurs HLA en commun puisque, quel que soit le résultat du "coup de roulette" génétique au moment de la fécondation, ils recevront de toute façon les gènes du diabète (rappelons que chez l'homme, la cellule sexuelle, ou germinale, contient 23 chromosomes, alors que les autres cellules en ont 46 et qu'elle est le résultat d'une division par deux, au hasard, du nombre complet de chromosomes ; chaque parent transmet donc la moitié de ses gènes : l'enfant aura pour une moitié les gènes de sa mère et pour l'autre, ceux de son père. En revanche, si un seul des parents a des gènes-diabètes, tous les enfants ne les recevront pas puisque certains recevront les gènes correspondant (de la même paire de chromosomes) du parent non-porteur). On peut donc s'attendre à ce que les enfants atteints héritent, avec les gènes du diabète, des marqueurs HLA voisins provenant également du parent porteur.

La situation est en réalité bien plus complexe, car un parent peut avoir certains gènes du diabète et le second, d'autres de ces gènes (il peut en outre y avoir des gènes dominants et des gènes récessifs, des gènes qui s'expriment, ou ne s'expriment pas, selon qu'ils sont associés ou non à d'autres gènes). Mais Weitkamp pensait que la dépression, ou la tendance à la dépression, se transmet également par

une association de gènes : il supposa que l'expérience réalisée en collaboration avec Stancer donnerait en gros des résultats analogues à ceux qu'il avait obtenus avec le diabète. Sa théorie précisait donc que si dans une famille il n'y a que deux enfants dépressifs et d'autres qui ne le sont pas, c'est que chacun des parents n'a pas le double jeu des gènes dépression. Au contraire, si tous, ou presque tous, les enfants d'un couple sont dépressifs, c'est que ce couple transmet obligatoirement des gènes-dépression et que chacun de ses parents en possède deux jeux. Leurs enfants n'auront donc pas une association aussi nette entre leurs marqueurs HLA. Mais, entre ces deux extrêmes, peuvent exister des variantes : un parent possède un double jeu de certains gènes-dépression, l'autre possède un jeu partiel des mêmes gènes, etc.

Or, les résultats obtenus confirment la théorie : dans les fratries où une paire frère-sœur est atteinte de dépression, 44% de ces enfants dépressifs ont une forte association de marqueurs HLA, alors que si la fratrie comprend trois ou plus de trois enfants atteints, 16% seulement d'entre eux ont une association de marqueurs HLA en commun.

Les résultats ne permettent pas au Dr Weitkamp d'élaborer un modèle génétique cohérent de la transmission de la tendance dépressive, c'est-à-dire de définir le nombre de gènes impliqués, de préciser s'il s'agit de gènes récessifs ou dominants, ni de les localiser. Des chercheurs de l'université de Washington ont simulé sur ordinateur le déroulement de plusieurs formes de transmission multigénétique (par plusieurs gènes) et constaté que le genre d'association observée par le Dr Weitkamp ne se produit que dans des cas très particuliers, où interviennent divers degrés d'expression de gènes aussi bien que leur fréquence. Par ailleurs, le terme de "dépression" peut recouvrir plusieurs symptômes semblables de désordres biochimiques différents.

Néanmoins, l'hypothèse de l'hérédité est dans le droit fil des recherches sur la nature chimique des maladies mentales. « Nous voilà sur la piste biochimique de la dépression, dit le Dr Pardue, il est temps de la déstigmatiser. » Et c'est pour cela qu'il a décidé de révéler que la famille anonyme dont il avait étudié la généalogie n'est autre que la sienne.

**Alexandre DOROZYNSKI** ■



# LE SECRET DE LUCIFER

*Depuis qu'on a entendu parler des poissons lumineux, on imagine parfois les profondeurs océanes comme les nuits de Broadway où, vers 700 mètres de fond, des cortèges se croiseraient en tous sens, s'épatant mutuellement à grand renfort de signaux clignotants. En fait, un "voyageur" sous-marin évoluant entre 1 000 et 2 000 mètres ne verrait sans doute que de rares lueurs, peut-être seulement le nuage lumineux d'un calmar surpris par le visiteur importun.*

● La mer recèle un grand nombre d'êtres vivants, qui ont l'étrange faculté d'émettre de la lumière : certains jettent des éclairs, d'autres brillent quelques secondes puis s'éteignent, d'autres encore luisent des heures durant...

Comment et pourquoi le font-ils ? Suivant l'espèce considérée, les raisons diffèrent. La disparité même de ces phénomènes, regroupés sous le nom générique de "bioluminescence", fait qu'ils intéressent tous les domaines de la biologie, en particulier les mécanismes d'émission de lumière, qui offrent aux biochimistes des moyens uniques d'investigation et, plus spécifiquement, débouchent sur de nouvelles techniques de marquage permettant de "pister" toutes sortes de réactions à l'intérieur d'un composé organique. D'autres scientifiques, beaucoup moins nombreux, s'intéressent au "pourquoi" du phénomène, c'est-à-dire au rôle comportemental, et donc à la signification, de ces lumières.

**1. Les mécanismes de la bioluminescence.** Ce phénomène a été constaté depuis longtemps. Au IV<sup>e</sup> siècle avant J.-C., Aristote notait déjà que « certaines choses produisent de la lumière dans le noir, comme les yeux de certains poissons, certaines écaillés, certains champignons »... 300 ans plus tard, Pline l'ancien décrit à son tour des organismes marins bioluminescents, en particulier la "pholade dactyle", mollusque fort prisé des gourmets autant, semble-t-il, pour son goût que pour le spectacle qu'offraient les bouches illuminées des convives. Au milieu du XV<sup>e</sup> siècle, les travaux du naturaliste français Guillaume Rondelet et de l'allemand Conrad Gesner font de nouveau allusion à des phénomènes de luminescence chez les organismes marins comme les pennatules (sorte de coraux), mais c'est au début du XX<sup>e</sup> siècle que le lyonnais Raphael Dubois commence à comprendre

la nature des mécanismes biochimiques présidant à l'émission de la lumière.

Ayant reçu de la Jamaïque quelques insectes bioluminescents (des pyrophores), il préleva leurs organes lumineux et les broya dans un mortier avec un peu d'eau froide ; l'ensemble émit alors une vive lueur qui dura quelques minutes. Cette expérience pouvait être répétée à volonté, à condition de ne pas priver d'oxygène la "mixture". Il recommença ensuite en broyant les organes dans l'eau chaude. La luminescence avait disparu. Il eut alors l'idée de mêler les deux mélanges. Le résultat fut étonnant : la luminescence était ranimée d'une manière spectaculaire. Dubois en conclut que la réaction lumineuse impliquait deux produits : l'un, stable avec la température, puisqu'il avait résisté aussi bien à l'eau chaude qu'à l'eau froide, ne devait être présent qu'en quantité limitée puisque la réaction n'avait duré que quelques minutes dans l'eau froide ; l'autre, instable, puisqu'il avait été détruit par l'eau chaude.

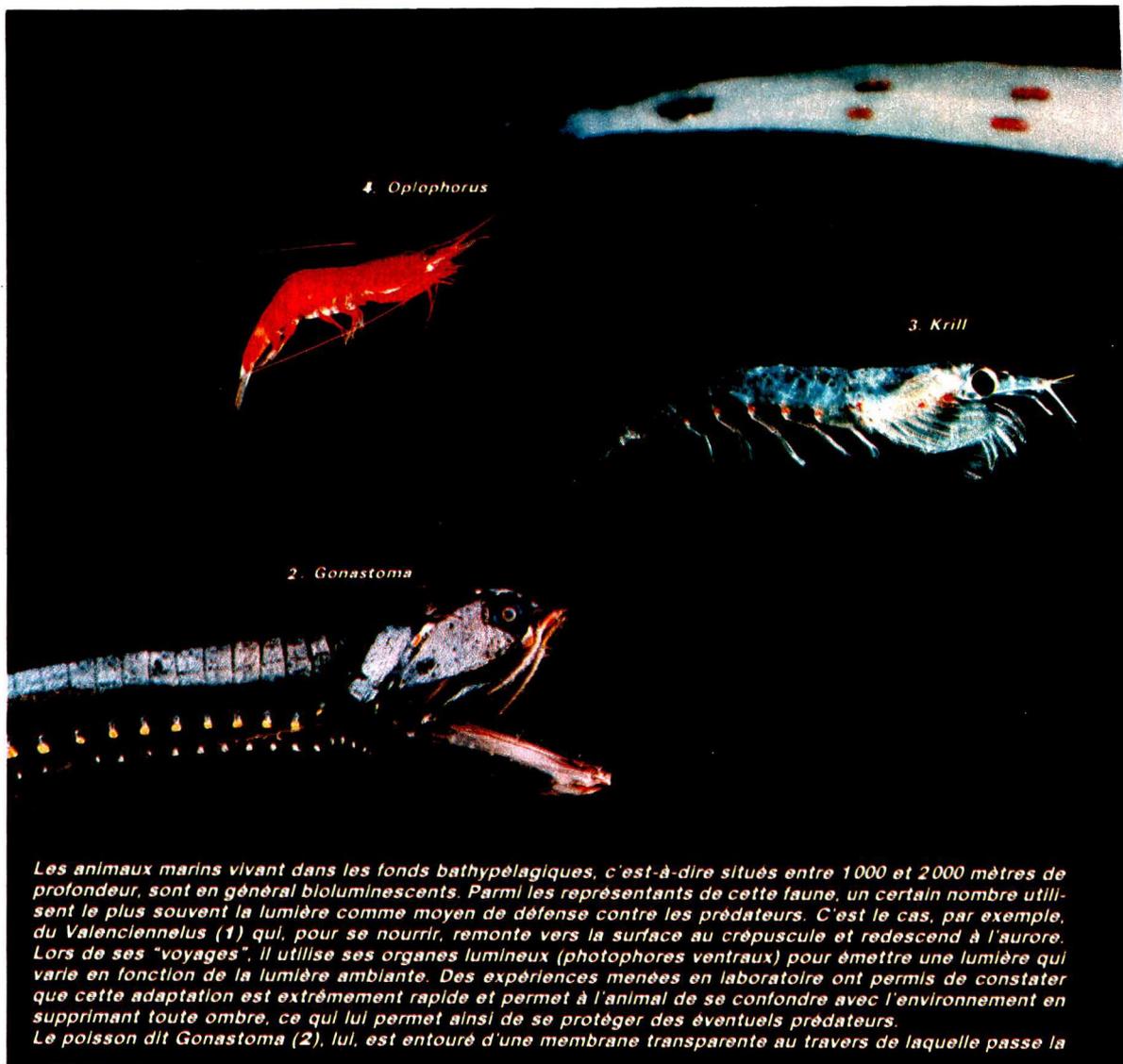
De là vint à Dubois l'idée qu'un enzyme thermosensible réagissant avec un substrat pouvait être à l'origine du phénomène ; en effet un enzyme est le catalyseur d'une réaction ; il est également présent au début et à la fin de la réaction dans laquelle, par contre, le substrat s'est consommé. Dubois appela l'enzyme "Luciférase" et le substrat "Luciférine". Cette terminologie évocatrice a été d'ailleurs conservée, mais recouvre d'une manière globale toutes les catégories d'enzymes pour l'une, toutes les catégories de substrats pour l'autre.

Depuis les travaux de Dubois, les progrès dans ce domaine ont conduit à établir une classification (non exhaustive) des réactions biolumineuses qui peuvent se regrouper, grosso modo, en deux catégories.

● Il y a d'abord des réactions de type enzyme-substrat, dans lesquelles la luciférine est oxydée



**UN POISSON QUI PÊCHE AU FANAL...** Comme son congénère plus connu la Baudroie, ce poisson (le *Melanocetus Johnsoni*) est pratiquement tout en gueule. Le premier rayon de sa nageoire dorsale s'est modifié puis a migré sur le bord de sa tête, se transformant en un filament terminé par une boule, place juste au-dessus de sa gueule : cet organe glandulaire, rempli de bactéries lumineuses, lui sert d'appât. En effet, pour "pêcher", il enterre son corps dans le sable, ne laissant dépasser que ce filament. Les poissons sont alors attirés et, lorsqu'ils passent suffisamment près, sont piégés par le *Melanocetus* qui se déterre et les dévore sur place. Seule la femelle se livre à ce stratagème pour chasser, le mâle (considérablement plus petit) n'ayant qu'une fonction de reproduction.



Les animaux marins vivant dans les fonds bathypélagiques, c'est-à-dire situés entre 1000 et 2000 mètres de profondeur, sont en général bioluminescents. Parmi les représentants de cette faune, un certain nombre utilisent le plus souvent la lumière comme moyen de défense contre les prédateurs. C'est le cas, par exemple, du Valenciennælus (1) qui, pour se nourrir, remonte vers la surface au crépuscule et redescend à l'aurore. Lors de ses "voyages", il utilise ses organes lumineux (photophores ventraux) pour émettre une lumière qui varie en fonction de la lumière ambiante. Des expériences menées en laboratoire ont permis de constater que cette adaptation est extrêmement rapide et permet à l'animal de se confondre avec l'environnement en supprimant toute ombre, ce qui lui permet ainsi de se protéger des éventuels prédateurs. Le poisson dit Gonastoma (2), lui, est entouré d'une membrane transparente au travers de laquelle passe la

dans une réaction catalysée par la luciférase ; la molécule d'oxyluciférine ainsi créée passe d'un état stable (les électrons périphériques sont sur leur plus basse orbite) à un état excité (ces mêmes électrons "sautent" sur une orbite plus éloignée), en absorbant l'énergie chimique dégagée par la réaction. Elle retourne ensuite dans un état stable en émettant de la lumière sous forme d'un photon d'énergie correspondante. Ce type de réaction a été observé chez certains poissons (comme l'Apogon) ou mollusques (comme le Latia). Des mécanismes légèrement plus complexes peuvent aussi avoir lieu, dans lesquels, par exemple, l'ATP (adénosine triphosphorique, essentielle dans des processus tels que la contraction musculaire) joue un rôle important bien qu'elle ne soit pas dans ce cas source d'énergie, ou encore dans lesquels l'oxydation est précédée d'une réduction...

● Dans la deuxième catégorie de réactions interviennent ce que l'on appelle des photoprotéines, c'est-à-dire des molécules formées à partir de la liaison entre l'enzyme et le substrat. La différence avec les composés des réactions précédentes vient de ce qu'ils sont capables d'émettre un photon sans réaction chimique. En fait la molécule est dans une configuration métastable, c'est-à-dire que par suite d'une réaction préalable, elle s'est placée dans une géométrie qui, énergiquement, n'est pas la plus favorable, mais l'est suffisamment tout de même pour qu'il faille un élément extérieur pour la faire revenir dans la géométrie la plus stable. Tout se passe comme pour une arbalète qui, une fois tendue pour placer la flèche, n'est pas dans son état le plus stable, mais au moins dans un état où, en l'absence d'intervention, elle ne bougera pas ; il faudra appuyer sur la gachette pour qu'elle se



## COMMENT LA LUMIÈRE PEUT ÊTRE UNE ARME

*lumière émise par les organes lumineux. La repartition de ces derniers se fait au moment de la maturité sexuelle. Plus familier que le précédent, le Krill (3) est un crustacé (qui ressemble à une toute petite crevette) dont les photophores rouges, qui sont au nombre de 10, sont situés à la naissance de ses pattes. Très abondant en profondeur, ce crustacé constitue la principale nourriture des baleines. Moins connu, l'Oplophorus (4), crustacé lui aussi, possède de très nombreux photophores situés à l'extrémité de ses pattes cette fois (terminaisons bleutées ici). Ce petit animal, extrêmement rapide, replie ses pattes lorsqu'il se déplace à grande vitesse et, ainsi, toute la lumière qu'il émet est alors concentrée sur son ventre. Si celle-ci attire un importun affamé de façon dangereuse, il envoie alors brusquement un très gros nuage de lumière qui éblouit le gourmand, ce qui lui laisse le temps de s'enfuir.*

détende et que la flèche parte. De même, la molécule retournera dans son état le plus stable en émettant un photon si un "messager" vient appuyer sur la gachette. C'est le rôle que jouera, par exemple, un ion calcium dans le cas de l'aéuorine (composé que l'on peut tirer des organes lumineux de certaines méduses et en général chez les Coelanthérés). Comme chaque protéine a sa spécificité et induit des réactions strictement proportionnelles à la quantité d'ions "messagers", il est ainsi possible d'observer divers phénomènes : par exemple, en injectant de l'aéuorine dans des cellules d'oursin au moment de la fécondation, la membrane plasmique largue un ion calcium et il se produit un flash de lumière. On peut ainsi mesurer une courbe de luminescence, c'est-à-dire une courbe de flux de calcium qui révèle alors les sources de ces ions. Les applications d'un tel procédé ne

manquent pas, et beaucoup de chercheurs se penchent actuellement sur les possibilités de l'utiliser en tant que sonde.

**2. Le rôle et la signification des signaux.** Dans une direction différente, certains scientifiques comme le professeur James Morin, de l'UCLA (université de Californie, Los Angeles), s'intéressent plutôt à la nature des signaux émis. Malheureusement, en ce domaine, on ne peut pas encore, actuellement, fixer de règles générales car, pratiquement, il y a autant de problèmes qu'il y a d'espèces bioluminescentes. Malgré cette restriction, on suppose aujourd'hui que la bioluminescence de certains organismes marins est un signal, donc un message, et que poissons et crustacés utilisent leurs capacités d'émission un peu à la façon des lucioles qui sont les seuls animaux pour lesquels on est en

(suite du texte page 180)



Ces six photos ont été prises  
avec un zoom Canon 70-210 mm équipant un Canon AE1 Program.  
Et ceci sans changer de place, ni changer d'objectif.

..la meilleure approche du sujet

## Avec un zoom Canon sur votre Canon

ON peut aimer les très belles photos. Mais, aimant aussi son confort, détester s'embarrasser d'objectifs multiples.

Et c'est pourquoi il existe des zooms Canon - c'est-à-dire des objectifs « plusieurs en un seul ».

Sur votre boîtier Canon, installez par exemple un zoom 70-210, vous aurez du même coup à votre disposition toute une gamme de téléobjectifs. Installez un zoom 24-35, vous aurez toute une gamme d'objectifs grand-angle.

Et vous pourrez ainsi changer d'objectif tout en gardant le même, en place une fois pour toutes sur votre boîtier.

Un zoom Canon comporte en effet une optique plus complexe que celles des objectifs classiques. Car tout un groupe de lentilles, agissant comme une loupe, se déplace à l'intérieur du zoom pour modifier le cadrage du sujet que l'on photographie.

### Sans changer d'objectif

Mais pour utiliser ce zoom, rien de plus simple. Il suffit, comme pour un autre objectif, de faire tourner la bague de mise au point jusqu'à ce que l'image soit nette dans le viseur. A partir de quoi il ne reste plus qu'à choisir, toujours dans le viseur, entre les différents cadrages que propose le zoom - qui, à volonté, rapproche ou éloigne du sujet que l'on photographie.

Quant aux automatismes, aucun problème avec un zoom Canon sur votre Canon. Le micro-ordinateur qui traite l'information est programmé pour travailler avec un zoom aussi bien qu'avec tous les autres objectifs Canon.

### Plus rapide, moins lourd et finalement moins cher

Et si un zoom est un peu plus cher qu'un objectif classique, il coûte beaucoup moins cher que plusieurs objectifs (tout en rendant les mêmes services que ceux-ci). Et on gagne en poids. Et on gagne en temps,

puisqu'il suffit d'une fraction de seconde pour passer d'un objectif qui vous assure un gros plan à un autre (le même!) qui vous permet une photo en plan général.

Certes le zoom, dont le cinéma professionnel use et abuse, a connu des débuts difficiles en photo. Car on lui reprochait des images moins « piquées »...

Mais c'était là péché de jeunesse. Et les zooms Canon, aujourd'hui, sont capables d'assurer à chaque photo prise une définition égale à celle des meilleurs objectifs classiques.

D'ailleurs, beaucoup de reporters, travaillant dans l'actualité donc l'imprévisible, apprécient maintenant le confort du zoom. Qui leur permet d'avoir toujours, au bon moment, le bon objectif sur leur appareil.

Quel zoom Canon faut-il choisir (puisqu'il en existe treize, tous à diaphragme très ouvert)?..

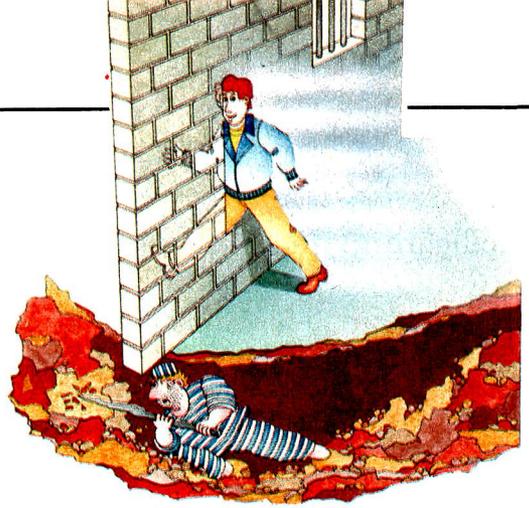
Cela dépend de ce que l'on veut photographier. Mais demandez à votre spécialiste Canon de vous présenter le 70-210 : il est fabuleux de précision, et il accepte même une mise au point à 1,20 mètre!

Impact-Feb



Sept zooms, parmi les treize de la gamme Canon.  
Dont un 35-70 mm, qui est le premier zoom autofocus commercialisé au monde.

# L'EFFET TUNNEL



*Les particules obéissent à des lois qui sont parfois très éloignées des nôtres. Dans notre monde il n'y a pas de "passe-muraille" : un prisonnier devra donc dépenser de l'énergie pour se creuser un passage ; par contre, dans le monde atomique, une particule pourra traverser certaines barrières sans perdre d'énergie, comme par enchantement, ou plutôt par effet tunnel.*

● Les lecteurs de Lewis Carroll que laissait incrédules la merveilleuse traversée du miroir par la jeune Alice réviseraient aujourd'hui leur scepticisme. Cette traversée est possible, sinon par une petite fille, du moins par une particule. A l'échelle atomique, les règles déterminant le passage d'un obstacle (comme la répulsion électrostatique dans le cas de particules qui se repoussent tels des aimants opposés) ne sont plus les mêmes qu'à notre échelle. Ainsi, dans certains cas, une particule n'ayant pas assez d'énergie pour "sauter" l'obstacle, se faufile au travers comme si un tunnel s'était brusquement ouvert devant elle. Cette singularité a été nommée, justement, "effet tunnel", formule d'ailleurs floue, car elle suggère que la particule creuserait son tunnel, donc dépenserait de l'énergie. Or, le passage se produit sans dépense d'énergie : il aurait donc sans doute mieux valu l'appeler l'effet "passe-muraille"... Au début de l'année, une vérification expérimentale a été faite à Zurich, par une équipe de chercheurs d'IBM.

L'effet tunnel, c'est donc la traversée par une particule d'une région qui lui est "classiquement" interdite. Interdite par quoi ? Par le déséquilibre entre son énergie propre et celle qui s'oppose à elle. Si l'on veut lancer une balle par dessus une haute muraille, il faut lui fournir une énergie suffisante, faute de quoi elle heurte le mur et rebondit, car il est difficile d'imaginer qu'elle puisse traverser le mur sans dommages pour apparaître de l'autre côté. A l'échelle atomique aussi, il y a des murailles : ce sont les "barrières de potentiel" ; barrières énergétiques telles que la dépense que doit fournir un homme gravissant une montagne pour vaincre la pesanteur ; la montagne est pour lui une barrière de potentiel (le potentiel étant ici celui de gravitation). Au niveau atomique, la gravitation

n'intervient pas (elle est infime) ; ce sont les forces d'attraction ou de répulsion entre charges électriques (les forces électrostatiques) qui élèveront des barrières de potentiel : par exemple, un électron (chargé négativement) se trouvera comme face à un mur, si d'autres charges négatives sont en sa présence, créant une répulsion électrostatique.

Mais il passera par-dessus ce "mur" si son énergie cinétique (liée à sa vitesse) est suffisante. Dans le cas contraire, on s'attendrait à ce qu'il rebondisse comme le ferait une balle ; mais cela, c'est la vision classique rejetée par la mécanique quantique. En effet, la genèse de l'effet tunnel se confond avec celle, plus vaste, de la mécanique quantique (voir *Science & Vie* n° 775). Certains phénomènes restaient inexplicables pour les chercheurs du XX<sup>e</sup> siècle ; on ne savait pas par exemple pourquoi la lumière envoyée sur un métal en fait éjecter des électrons dont la vitesse est proportionnelle à la couleur de cette lumière. De là vint l'idée que la lumière fournit par paquets une énergie proportionnelle à sa couleur. En plus de sa nature ondulatoire, déjà prouvée, elle se vit donc attribuer un aspect corpusculaire : toute onde électromagnétique (c'est-à-dire non seulement la lumière visible mais aussi bien les rayons X que les ondes hertziennes), comporte aussi des particules, les photons. Après la lumière vint le tour des atomes : Bohr avait proposé un modèle planétaire dans lequel les électrons devaient graviter autour de leurs noyaux sur des orbites bien précises, toute zone comprise entre ces orbites leur étant interdite. Ce modèle, dans lequel les électrons peuvent, en "sautant" d'une orbite à l'autre, absorber ou émettre des photons dont l'énergie correspond à l'espacement entre ces orbites, était pourtant incomplet, car encore trop imprégné des visions classiques du siècle

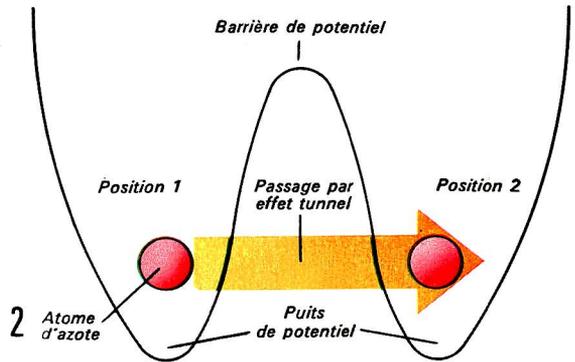
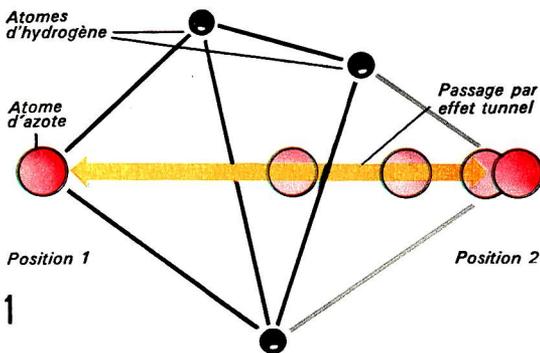
précédent, et rapidement il fut modifié : en 1923 un jeune physicien français, Louis de Broglie, avança dans sa thèse de doctorat une idée aussi incroyable que géniale ; si, comme le prétendait Einstein, on pouvait dans certains cas considérer les ondes comme des particules, alors la réciproque devait aussi être vraie. Les particules, que l'on avait pris l'habitude de considérer comme de petites billes, devaient avoir en plus un aspect ondulatoire. Pour conserver ce double aspect, de Broglie eut l'idée d'associer à une particule un paquet d'ondes.

En effet, un ensemble de vagues à la surface de la mer est représentatif d'une onde ; mais rien ne distingue l'une ou l'autre crête de vagues distantes de cent mètres. Par contre, si l'on considère plusieurs ensembles de vagues, dans certains cas leur mélange sera tel qu'elles se superposeront en un endroit, formant une grosse vague alors qu'ailleurs, elles s'aplatiront mutuellement. On a ainsi récupéré ce qui est typi-

sence. La découverte de l'effet tunnel, étroitement liée à la nature ondulatoire des particules, comme on va le voir plus loin, eut pu être faite plus tôt ! Newton avait déjà constaté que si l'on met face contre face deux prismes totalement réfléchissants, dont l'un est légèrement convexe, et que l'on dirige de la lumière sur eux, l'onde lumineuse traverse le premier prisme, puis le second, sans déviation, à l'endroit où ils se touchent ; partout ailleurs elle est totalement réfléchie.

Cependant, une observation poussée montre que la région "transparente" est plus large que la zone de contact réelle entre les deux prismes. La lumière traverse une zone qui lui est "normalement" interdite puisque, hors de la zone de contact strict, elle aurait dû être totalement réfléchie. En fait elle ne peut le faire que si l'épaisseur de cette zone est faible, et plus précisément de l'ordre de la longueur d'onde de la lumière utilisée, soit environ un micron avec la

## UNE PYRAMIDE RENVERSANTE



La molécule d'ammoniac ( $NH_3$ ) a la forme d'une pyramide avec 3 atomes d'hydrogène et un atome d'azote (1). L'atome d'azote devrait a priori rester à sa place (position 1), car il n'a pas suffisamment d'énergie pour vaincre la barrière répulsive créée par les 3 atomes d'hydrogène. En fait, l'atome d'azote peut se "faufiler" à travers cette barrière pour aller à la place symétrique de celle qu'il occupait (position 2). De là, il fera d'incessants allers-retours. En effet, tout se passe pour l'azote comme s'il était au fond d'un puits bosselé en son centre (2). Dans la partie gauche, il est dans une position équivalente à la position 1 du dessin 1. La bosse du centre correspond au plan formé par les hydrogènes, et sa hauteur correspond à l'importance des forces qui s'opposent au passage de l'azote. Dans la partie droite, il est dans une position équivalente à la position 2 du dessin 1, c'est-à-dire qu'il est passé, par effet tunnel, à travers la barrière. Ce phénomène voit son origine dans le fait que les particules n'ont pas seulement un aspect "boules de billard", mais se comportent parfois comme des ondes qui peuvent s'infiltrer dans des régions qui autrement seraient interdites.

que d'un corpuscule, c'est-à-dire sa localisation en un endroit, tout en fondant la description sur le concept d'ondes. L'idée de Broglie fut confirmée expérimentalement en 1927 par deux jeunes chercheurs américains, J. Davisson et Lester H. Germer.

Dès lors, on considéra les particules atomiques, en dehors de toute image, comme ayant parfois un aspect ondulatoire et parfois un aspect corpusculaire. Les physiciens ne parlèrent plus de la présence d'une particule en un endroit, mais seulement de sa probabilité de pré-

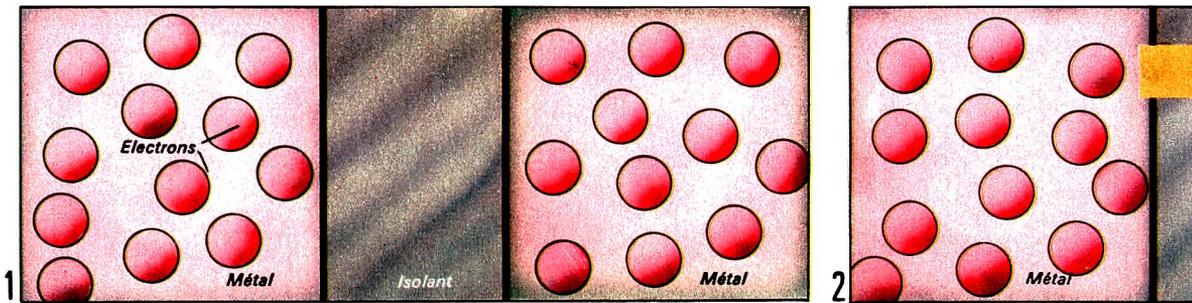
lumière visible. Par ailleurs, des expériences menées avec des ondes hertziennes (de longueur d'onde 18 cm) tombant sur des prismes séparés par plusieurs centimètres, ont montré des effets identiques.

Là réside l'explication de l'effet tunnel. En effet, une onde a la forme, par exemple, d'une courbe sinusoïdale dont les extrémités décroissent plus ou moins vite. Arrivant dans une zone s'opposant à son passage, l'extrémité de l'onde y pénètre sur une distance qui est de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde (c'est-à-dire de

la distance entre deux crêtes consécutives). C'est donc bien grâce à sa nature ondulatoire que la particule bénéficie, et seulement dans certaines conditions, d'un passeport pour une région qui lui est interdite.

Si l'on décrit un électron comme un paquet d'ondes, la situation sera identique : arrivant sur une barrière, une grande partie du paquet d'ondes est réfléchi comme prévu "classiquement" mais l'extrémité du paquet va pénétrer dans la barrière et la traverser si son épaisseur est de l'ordre de la longueur d'onde de l'électron (soit quelques angströms). L'idée qu'un électron soit partagé en deux peut paraître choquante mais, en mécanique quantique, les concepts de trajectoire et de position d'une particule doivent être abandonnés au profit d'une description en termes de probabilités. Dire alors

alpha étaient éjectées, elles aussi, par effet tunnel. En 1932, lorsque Chadwick découvrit le neutron. L'hypothèse fut affinée. Les noyaux comportent des neutrons et des protons ; or, lorsque deux neutrons et deux protons s'assemblent, ils récupèrent en se liant une énergie (car des particules ne s'unissent pour en former une plus grosse que si elles y ont "intérêt", c'est-à-dire si elles gagnent de l'énergie), qui n'est pas suffisante pour qu'ils sortent du puits, mais suffisante pour traverser ses parois par effet tunnel. La probabilité d'un tel effet est parfois très faible, par exemple une particule alpha dans un noyau d'uranium a une vie moyenne de 4 milliards et demi d'années, et pourtant frappe les "parois" du noyau environ  $10^{22}$  fois par seconde. Cela veut simplement dire que la probabilité de fuite par effet tunnel est extrêmement



**MOLÉCULE EN SANDWICH...** Dans un métal, les électrons peuvent se déplacer, donc participer à un courant ; par contre, dans un isolant, les électrons, très liés à leurs noyaux, ne peuvent pas bouger. Si l'on met un isolant en "sandwich" entre deux métaux (1), il s'oppose à un passage d'électrons d'un métal à l'autre. Malgré tout, un courant s'établit par effet tunnel, à condition d'abord que l'isolant ne soit pas trop épais (10 à 20 angströms) et ensuite qu'il y ait de la "place" dans l'un des métaux pour que les électrons de l'autre puissent s'y insérer (2). Pour satisfaire à cette dernière condition, il faut simplement établir une ten-

qu'une partie de l'électron ou du paquet d'ondes est transmise et l'autre réfléchi, signifie simplement que cet électron a une certaine probabilité d'être soit réfléchi, soit lancé à travers la barrière.

Une des premières applications de ce concept porta sur la radio-activité alpha : en 1928, alors que le neutron n'avait pas encore été découvert, les physiciens supposaient que, puisque les noyaux atomiques émettent des particules alpha (noyaux d'hélium composés de 2 protons et 2 neutrons), c'est qu'ils les contenaient. Dans un premier temps, les physiciens, après avoir admis que les noyaux sont ainsi composés, en vinrent à se demander où les alphas trouvaient assez d'énergie pour s'en échapper. L'effet tunnel allait permettre de répondre : tout se passe pour les alphas comme s'ils étaient au fond d'un puits, plus précisément au fond d'un château d'eau ouvert à son sommet : ils bougent en tous sens à l'intérieur, mais sans pouvoir jamais approcher le sommet pour s'échapper, faute d'énergie. Tous les calculs le prouvaient d'ailleurs. Or, ils sortaient ; comment ?

Le physicien américain Gamow trouva la réponse hypothétiquement d'abord : les particules

faible ; mais elle existe, il suffit d'attendre.

La probabilité de fuite est parfois très importante : la molécule d'ammoniac (voir dessin) a deux configurations géométriques équivalentes, c'est-à-dire deux manières de rassembler ses atomes : l'atome d'azote peut passer indifféremment de part et d'autre du plan formé par les trois atomes d'hydrogène. Pour cela, il lui faut vaincre une barrière énergétique, en l'occurrence la répulsion électrostatique que lui opposent les atomes d'hydrogène, ce qu'il ne peut faire que par effet tunnel mais avec une probabilité très forte parce que cette barrière est beaucoup moins importante que celle d'un noyau : ainsi, l'azote a une fréquence de passage de 23 870 Megahertz. On connaît cette fréquence avec une telle précision qu'elle fut utilisée pour la réalisation d'horloges à ammoniac plus précises que les horloges à quartz (une seconde d'imprécision en trente ans).

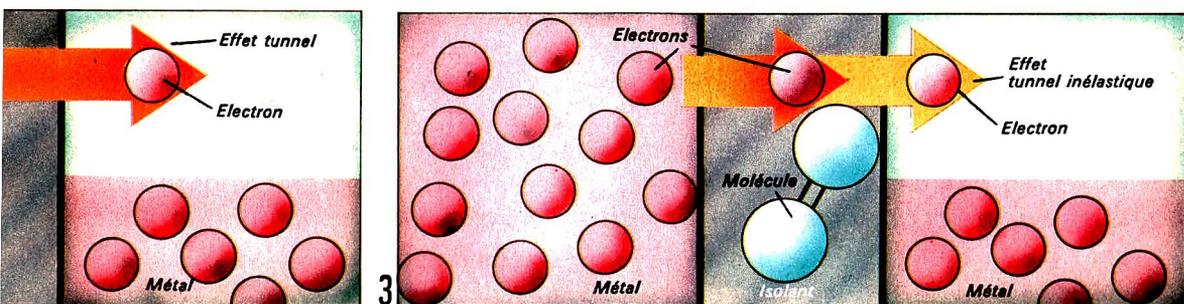
L'effet tunnel fut appliqué avec succès dans beaucoup d'autres réalisations : diode "tunnel", effet Josephson (c'est-à-dire l'établissement d'un courant supraconducteur à travers une barrière isolante), etc. Mais, il n'y avait jamais eu, pour des raisons techniques, d'expérience

certaine prouvant sa réalité. C'est donc une expérience très délicate qui a été réalisée au laboratoire de Zürich : il s'agissait d'observer le passage d'électrons par effet tunnel à travers le vide créé entre deux électrodes, le vide formant une barrière idéale puisque par définition il n'y existe rien qui permette de diffuser des particules. Or, la théorie prévoyait qu'un tel effet ne pourrait se produire que sur des distances très petites (de l'ordre de la dizaine d'angströms). La plus légère vibration pouvait tout fausser.

Pour éviter cela, il fallait réduire les vibrations de l'immeuble où était situé le laboratoire. La chambre à vide (enceinte dont l'atmosphère est aspirée jusqu'à obtenir un "vide" très poussé) fut d'abord placée sur une plaque de béton extrêmement lourde permettant ainsi d'absorber une partie des vibrations. Puis, les vibra-

l'un trouveront de la place dans l'autre (voir dessin). Jusque là, il n'y a rien que de très normal, mais si l'on insère une molécule à l'interface entre l'isolant et l'un des métaux, les électrons passant par effet tunnel dans l'isolant vont arriver à proximité de la molécule et exciter cette dernière ; ils perdent alors une partie de leur énergie avant de parvenir dans l'autre métal.

La différence avec le "sandwich" sans molécule est très importante, car à partir de l'instant où la différence de potentiel est établie, aussi faible soit-elle, il y a un courant d'électrons. Mais lorsqu'il y a la molécule, pour une valeur précise de la tension, le courant subit une variation brutale, ce seuil correspondant à l'énergie de vibration de la molécule. On peut donc d'abord calculer avec cet outil quelle énergie absorbe la



sion entre les deux métaux. Si l'on insère une molécule à l'interface isolant-métal (3), les électrons passant par effet tunnel vont céder une partie de leur énergie à cette molécule (phénomène représenté ici par le dégradé jaune-orange de la flèche). Cela implique que la mesure du courant établi va présenter une variation brutale lorsque la tension aura atteint un seuil, et cela permet de déterminer l'énergie de vibration de la molécule introduite.

tions résiduelles furent supprimées en faisant flotter l'ensemble dans un champ magnétique à l'intérieur de la chambre à vide. Cet appareillage, constitué d'une pointe de tungstène amenée à proximité (quelques angströms) d'une plaque de platine, devait permettre de mesurer avec une grande précision, le passage d'un courant d'électrons de la pointe vers la plaque.

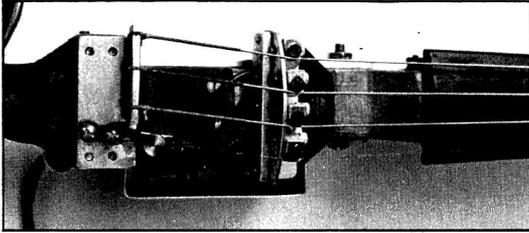
Grâce au subterfuge de l'effet tunnel, dans une structure "sandwich" métal-isolant-métal, les électrons de l'un des métaux peuvent traverser l'isolant pour passer de l'autre côté ; normalement, dans un isolant, des électrons ne peuvent se déplacer, car ils sont trop liés à leurs noyaux. Par contre, un métal est conducteur parce que les électrons périphériques sont peu liés à leurs noyaux et ont la possibilité d'être libres, c'est-à-dire de se déplacer dans le métal, donc de participer à un courant.

Dans la structure sandwich, les électrons d'un des deux métaux, peuvent ainsi traverser l'isolant par effet tunnel, à condition bien sûr qu'il y ait de la place pour les accueillir de l'autre côté. Comme d'habitude en électricité, il faut pour cela établir une différence de potentiel entre les deux métaux ; à ce moment-là, les électrons de

molécule, ce qui permet d'étudier les modes de vibration (les plus étudiées jusqu'à présent sont l'ADN, les acides aminés, l'hémoglobine, les alcools...). Cette technique (appelée spectroscopie par effet tunnel inélastique) a été perfectionnée en France par une équipe du groupe de physique des Solides de l'École normale supérieure. Elle est d'une importance considérable pour tout ce qui concerne la chimie des surfaces (comment une molécule par exemple est adsorbée sur une plaque d'alumine), la catalyse, la lubrification, l'adhérence de certains matériaux, etc.

Elle pourrait, en particulier, être appliquée à la conception d'un détecteur de pollution. La méthode est dans ce cas l'inverse de celle décrite précédemment : les molécules qui viennent "s'accrocher" sur une surface (préparée préalablement), sont inconnues, mais la mesure du courant tunnel renseigne sur leur nature. Clé d'un grand nombre de réalisations techniques, l'effet tunnel est devenu pour les physiciens aussi banal que l'est, pour nous, la chute d'une pomme. Il est pourtant la preuve que parfois l'imagination scientifique n'a rien à envier à celle des romanciers. **Sven ORTOLI** ■

# LE VIOLON À TRANSISTORS, C'EST BRANCHÉ!



*On savait depuis le XIX<sup>e</sup> siècle que le son du violon ne devait pas grand-chose à l'harmonie de ses formes. Mais de là à remplacer la caisse de l'instrument par des transistors et des haut-parleurs, il y avait quand même un bond! Max Mathews n'a pas hésité à le franchir. Et même si son violon électronique n'atteint pas encore la perfection d'un stradivarius, il n'a pas dit son dernier mot...*

● Deux violonistes jouent un duo de Bartok : normal, non? Pas tout à fait. L'oreille s'y tromperait, mais l'œil ne peut laisser échapper un léger détail : l'un des instruments n'a pas de caisse! Son corps se réduit à un manche relié par des câbles à un système de filtres et de haut-parleurs. Car sur le violon construit par l'ingénieur américain Max Mathews (1), les talents de l'électronicien se substituent à ceux du luthier. De quoi faire se retourner dans leur tombe tous les grands maîtres, de Da Salo à Maggini, d'Amati à Stradivarius, de Guarnerius à Vuillaume!

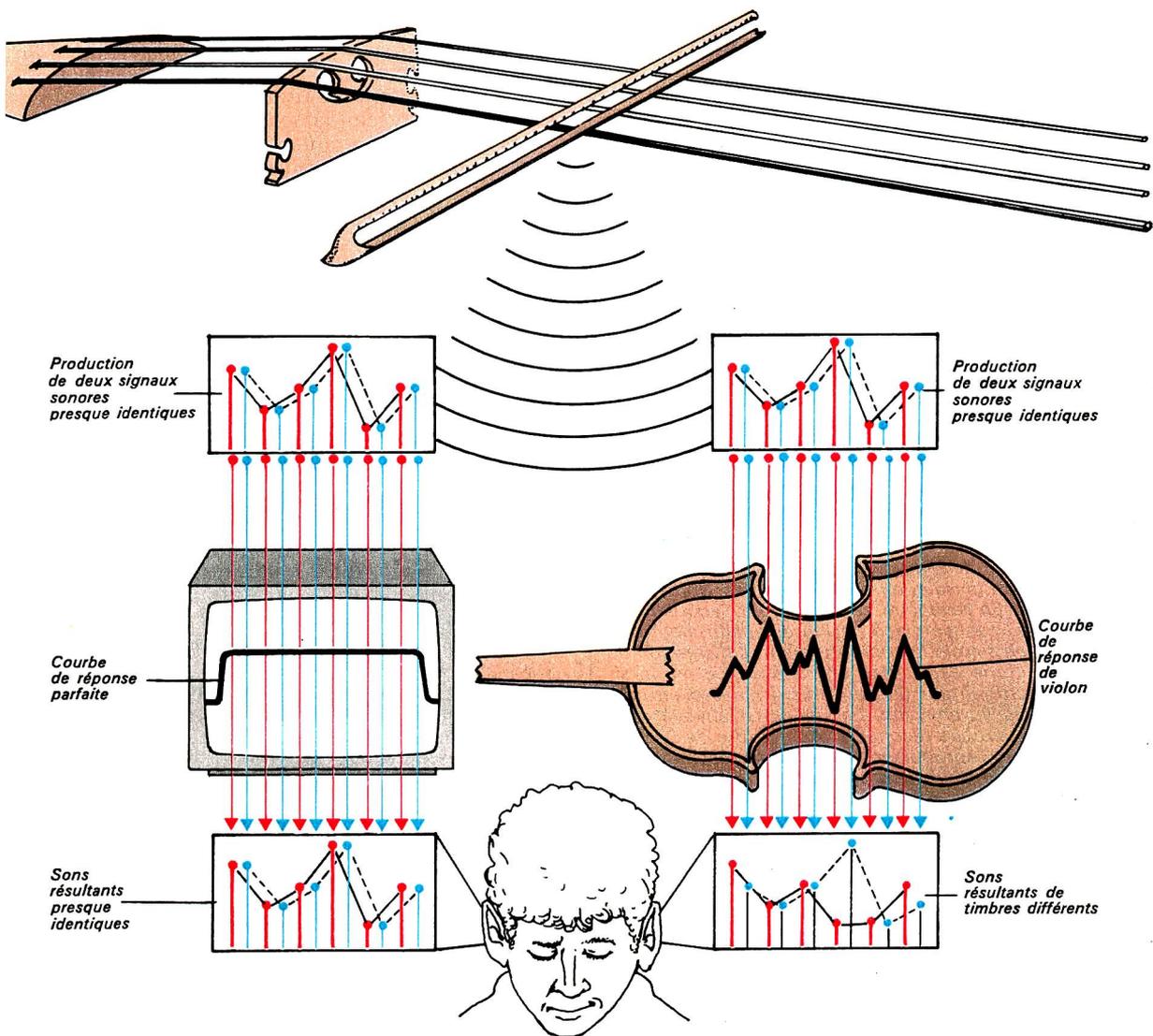
Pourtant, l'homme par qui le scandale est arrivé n'est peut-être pas Max Mathews, pas plus que son compère le violoniste virtuose Janos Negvesy, qui lui prête main-forte — ou plutôt main agile — dans son entreprise sacrilège. En vérité, le mythe du violon a été assassiné il y a plus de cent cinquante ans par Félix Savart. Le 31 mai 1819, à Paris, devant les Académies des Sciences et des Beaux-Arts réunies, ce médecin féroce d'acoustique présenta un violon qui, pour l'époque, n'était pas moins révolutionnaire que celui de Mathews (voir *Science & Vie*, n° 737, p. 35). Qu'on en juge : trouvant la forme classique trop compliquée, Savart avait fabriqué une caisse plate et trapézoïdale, dont les ouïes étaient droites et non incurvées en f. Or cet instrument, pour ainsi dire une boîte de cigares à

cordes, fut jugé excellent par l'éminente assemblée, où siégeait notamment le compositeur Chérubini. Et lorsqu'on en joua à l'abri des regards, les auditeurs se montrèrent incapables de le distinguer d'un violon traditionnel...

Savart démontrait ainsi pour la première fois un fait capital : si nous distinguons sans hésiter une note de violon — ou d'un autre instrument de la même famille — ce n'est pas à cause de la forme de la caisse, c'est parce que le son est produit par le frottement de l'archet sur une corde. Le système archet-corde constitue l'excitateur, la source du signal sonore, tandis que la caisse ne joue que le rôle passif de résonateur. Elle est l'équivalent de l'ensemble constitué par l'amplificateur et les haut-parleurs d'un tourne-disque. Tout comme la tête de lecture, la corde frottée ne peut à elle seule produire un son audible : sa surface est trop réduite pour déplacer le volume d'air nécessaire, et vouloir faire de la musique avec une corde seule reviendrait à vouloir s'éventer avec une aiguille à tricoter.

Savart s'était contenté de modifier la caisse. Plus extrémiste, Mathews la supprime carrément. Il ne conserve que le système excitateur : manche, cordes, archet. On joue exactement comme sur un violon ordinaire. Mais au lieu que la vibration des cordes soit amplifiée par le corps sonore, elle est convertie par des capteurs en un signal électrique (voir encadré p. 54). Ce signal est à son tour traité par un ensemble de filtres électroniques et finalement sonorisé par des haut-parleurs. Au fond, Mathews n'a fait que pousser jusqu'au bout le raisonnement de Savart : puisque la spécificité du violon réside dans son système excitateur, rien n'empêche de

(1) Né en 1926, Max Mathews dirige un centre de recherches à la Bell Telephone. Membre de l'Académie des sciences des États-Unis, il est un des principaux pionniers de la synthèse des sons par ordinateur. Lui-même violoniste amateur, il étudie cet instrument depuis plus de 10 ans. Il a été responsable scientifique à l'IRCAM de 1975 à 1979.

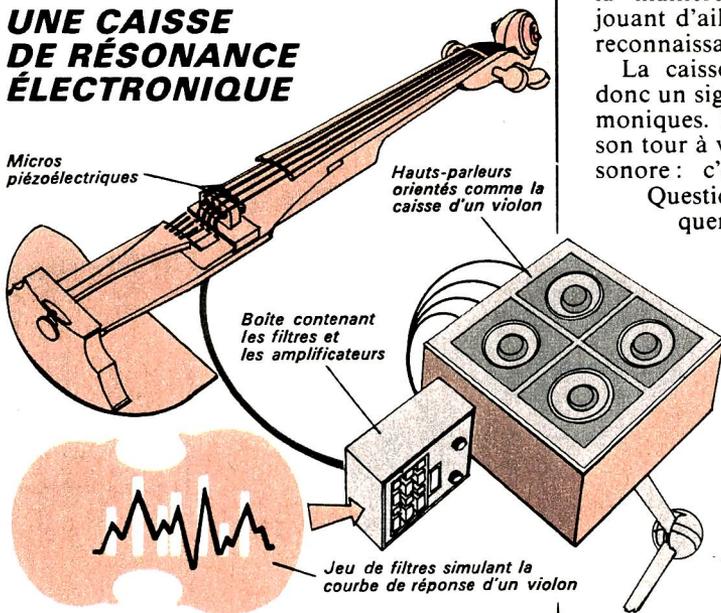


## QUAND L'IMPERFECTION DEVIENT SOURCE DE RICHESSE

Tout instrument de musique se compose de deux éléments aux fonctions complémentaires : un système excitateur qui produit le signal sonore, et un résonateur qui l'amplifie pour le rendre audible. Dans le cas du violon, l'excitateur est constitué par l'ensemble archet-cordes, le résonateur étant la caisse de l'instrument. On peut donc dire que la caisse de résonance d'un violon joue vis-à-vis de la corde frottée un rôle comparable à celui de l'amplificateur d'une chaîne hi-fi. Mais à la différence de ce dernier, elle possède une "courbe de réponse" très irrégulière. Cet apparent défaut enrichit considérablement la sonorité, comme le montre ce dessin inspiré des travaux de l'acousticien Émile Leipp. Supposons que l'archet produise deux signaux sonores presque identiques, et ne différant que par un

léger décalage en hauteur. Si le violon avait une courbe de réponse "parfaite", c'est-à-dire plate, l'auditeur percevrait deux sons très voisins, dont l'un serait seulement un peu plus aigu que l'autre. La réponse réelle du violon produit un tout autre effet. Pour chacun des deux signaux, les harmoniques qui "tombent" sur des pics de la courbe sont amplifiées, tandis que ceux qui tombent dans des creux sont atténués. Mais étant donné le décalage de fréquence entre les deux signaux, ce ne sont pas, dans les deux cas, les mêmes harmoniques qui sont amplifiées ou atténuées. Conséquence : l'auditeur percevra à la fois une variation de hauteur et de timbre, et aura l'impression d'une plus grande variété, d'une plus grande richesse sonore que dans le cas de la courbe de réponse plate.

## UNE CAISSE DE RÉSONANCE ÉLECTRONIQUE



Sur le violon de Mathews, le système excitateur de l'instrument classique (manche, cordes, archet) est conservé. En revanche, le résonateur "acoustique" (la caisse) est remplacé par un dispositif électronique qui en simule le comportement. La vibration de chaque corde est captée et transformée en un signal électrique par un petit micro piézo-électrique placé près du chevalet. Le signal est envoyé dans un jeu de circuits résonants. Au nombre de 20 à 30, ces circuits reproduisent les pics de résonance de la courbe de réponse d'un violon classique. Finalement, le signal modifié par les circuits résonants est, après amplification, sonorisé par des hauts-parleurs.

(suite de la page 52)

remplacer le résonateur "acoustique" que constitue la caisse par un résonateur électronique. Pour peu que ce dernier réussisse à imiter parfaitement le comportement de la caisse, la sonorité du nouvel instrument sera indiscernable de celle d'un violon classique.

Mais c'est plus facile à dire qu'à faire. Le comportement d'une caisse de violon n'a rien de simple. Pour comprendre le problème, il faut examiner ce qui se passe à partir du moment où l'archet frotte la corde (voir encadré p. 55). Celle-ci est entraînée dans un mouvement vibratoire fort complexe, fait d'un grand nombre de composantes dont les fréquences sont toutes des multiples d'une même fréquence de base, le fondamental. Ces fréquences multiples du fondamental s'appellent des harmoniques. La fréquence du fondamental donne la hauteur de la note jouée, tandis que le nombre et l'intensité des harmoniques — c'est-à-dire le spectre — déterminent le timbre, la "coloration" du son. Il faut ajouter qu'un spectre donné ne représente qu'une photographie, un instantané du son qui est un phénomène essentiellement transitoire : fréquences et intensités se modifient sans cesse,

la manière dont cette modification s'opère jouant d'ailleurs un rôle très important dans la reconnaissance de l'instrument.

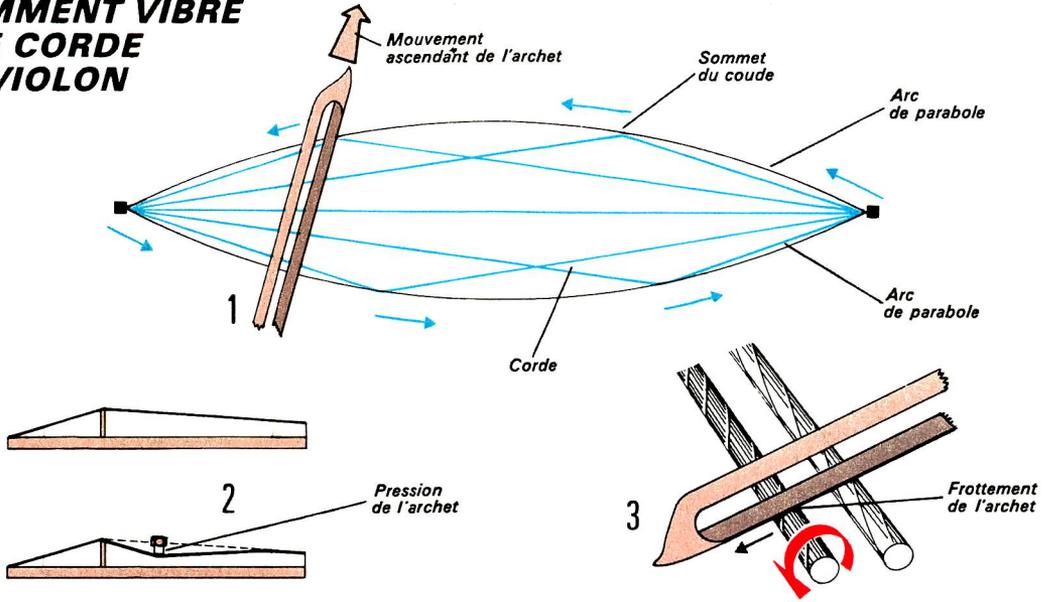
La caisse de résonance d'un violon reçoit donc un signal vibratoire fait de nombreux harmoniques. Excitée par ce signal, elle se met à son tour à vibrer, produisant un nouveau signal sonore : c'est celui-là que nous entendons.

Question importante : la répartition en fréquences et intensités du nouveau signal, son spectre, est-il semblable à celui du signal émis par la corde ? Si la caisse du violon se comportait comme l'amplificateur d'une chaîne haute-fidélité, la réponse serait affirmative : le principe de base de la "hi-fi" est d'amplifier de la même façon toutes les fréquences, de sorte que le signal qui sort des haut-parleurs soit le plus proche possible de celui qu'émet la tête de lecture. Pour reprendre la terminologie consacrée, un bon ampli doit avoir une courbe de réponse la plus plate possible : il "répond" de manière homogène à toutes les composantes.

Seulement, et c'est là que l'affaire se corse, il n'en va pas du tout de même pour une caisse de violon : sa courbe de réponse ressemble beaucoup plus à un relief montagneux jeune et accidenté qu'à ce plateau bien rectiligne dont rêvent les ingénieurs du son ! La raison en est qu'elle est constituée de plus d'une dizaine de pièces de bois d'épaisseur et de qualité différentes. La table, c'est-à-dire le dessus de l'instrument, est en épicéa, choisi pour son élasticité, et elle est beaucoup plus mince que le fond et les éclisses — les parois latérales — qui sont, eux, en érable. L'ensemble est complètement hétérogène, et les différentes parties du corps sonore ne répondent pas de la même manière à la sollicitation de la corde. De ce fait, la courbe de réponse d'un violon présente de nombreux pics de résonance, c'est-à-dire des fréquences pour lesquelles la réponse de l'instrument est forte ; ces pics sont séparés par des vallées, régions de fréquences où la réponse est faible. Les harmoniques du signal de la corde qui correspondent à des pics seront donc fortement amplifiés, tandis que ceux qui tombent dans les vallées auront tendance à être étouffés. La caisse du violon se comporte donc à l'opposé d'un ampli hi-fi, et le son rayonné par la caisse n'a pas du tout le même spectre que celui de la corde !

Mais comment une réponse aussi "imparfaite" peut-elle produire une sonorité qui, à nos oreilles, semble atteindre la perfection, du moins pour les meilleurs instruments ? L'explication la plus vraisemblable est qu'une courbe irrégulière engendre une sonorité beaucoup plus riche que ne le ferait une courbe de réponse parfaite selon les critères de la technologie, c'est-à-dire plate. Pourquoi ? Parce qu'à cause précisément de l'irrégularité, deux si-

# COMMENT VIBRE UNE CORDE DE VIOLON



Le mouvement principal d'une corde de violon, celui qui détermine la note, est la vibration transversale (1). Sous l'action de l'archet, la corde se déplace dans un fuseau constitué de deux arcs de parabole, qui, étant donné leur faible courbure, peuvent être assimilés à deux arcs de cercle. Il ne faut pas croire cependant que la corde épouse la forme du fuseau. En réalité, elle a en permanence la forme qu'elle prendrait si un doigt la plaquait sur un point donné du fuseau. De sorte que son allure est celle d'une ligne droite coudée en ce point.

Le sommet du coude se déplace le long des arcs de parabole en changeant de position une fois par pé-

riode de vibration. Par exemple, pour un la de fréquence 440 Hz, il y a 440 changements par seconde. Le sens du déplacement est contraire à celui des aiguilles d'une montre pour un mouvement ascendant de l'archet (comme sur la figure) et s'inverse pour un mouvement descendant.

Deux autres vibrations moins importantes introduisent des "épices" supplémentaires. La première est la vibration longitudinale (2) qui ajoute une composante aiguë. Elle vient de ce que la longueur de la corde, qui est élastique, varie au cours du jeu. La seconde est la vibration de torsion (3), due au fait que la corde "roule" sous l'archet. Elle introduit une composante grave.

gnaux différents ne seront jamais transformés exactement de la même façon par la caisse (voir l'encadré p. 53). Autrement dit, les plus petites variations de spectre sur la corde pourront se traduire, dans le son rayonné, par d'importantes variations de timbre.

Cela est particulièrement sensible dans le cas du vibrato, que l'on peut décrire schématiquement comme une modulation de fréquence autour d'une note. Cela revient à produire un spectre dont la forme globale est fixe et qui varie seulement en hauteur. Avec une courbe de réponse plate, cette forme fixe ne serait pas affectée, et le seul effet audible du vibrato serait une modulation de hauteur sans grand intérêt. Au contraire, si le spectre fixe se déplace sur une courbe de réponse irrégulière, sa composition va se modifier en permanence : un même harmonique sera tantôt amplifié, tantôt étouffé, selon qu'il "tombera" sur un pic de la courbe ou au contraire dans une vallée. À l'oreille, l'effet sera non seulement une modulation de hauteur, mais aussi de timbre, et paraîtra beaucoup moins prévisible. D'une manière générale, une courbe de réponse irrégulière produit des sons

beaucoup plus changeants et permet des effets plus variés qu'une courbe de réponse plate. Le problème de la hi-fi est bien sûr différent, puisqu'il ne s'agit pas de produire des sons originaux, mais de restituer le plus exactement possible un message sonore enregistré.

Max Mathews a lui-même vérifié qu'en réglant son dispositif de manière à avoir une réponse homogène, il obtenait un violon reconnaissable, mais inexpressif. L'instrument ne répondait ni au vibrato, ni aux modulations de pression d'archet, ce qui n'est guère étonnant à la lumière de ce qui précède. De plus, le son était légèrement strident. Bref, l'instrument sous cette forme aurait pu satisfaire un débutant, mais certainement pas un virtuose.

Il fallait donc mettre du relief dans la courbe. Pour cela, Mathews se servit d'abord de la courbe de réponse d'un violon réel, en l'occurrence un stradivarius. Il sélectionna sur cette courbe 17 pics auxquels il adjoint 3 résonances supplémentaires dans l'aigu. Les 20 fréquences choisies se trouvaient toutes comprises entre 200 et 5000 Hz, ce qui correspond à la bande des fréquences fondamentales produites

(suite du texte p. 177)

# LES MYTHES ONT LA VIE DURE

180 questions ont été posées à un échantillon représentatif de la population française (1 100 personnes de plus de 15 ans) pour déterminer la place qu'occupent encore chez nous les croyances archaïques. Voici une analyse succincte de ce sondage (1).

● Les réponses font apparaître des différences selon le sexe des personnes interrogées, les tranches d'âge, le niveau social ou la profession ainsi que le montre le tableau suivant qui donne, par catégorie, le taux des personnes ayant répondu « oui » à la question : « Le Soleil tourne-t-il autour de la Terre ».

du côté féminin ? L'examen des réponses à une autre question conduit à une analyse différente. Cette question permettait de répartir les mêmes enquêtés, selon leur accord ou leur désaccord, avec la phrase « l'espace est un sujet qui m'intéresse ». Chez les hommes, 38,4% se déclarent intéressés, contre 20,2% chez les

blèmes de l'espace. On retrouve le même phénomène avec les tranches d'âge : les croyants aux OVNI sont proportionnellement beaucoup plus nombreux chez les adolescents que chez les personnes âgées, mais c'est aussi chez les premiers qu'on enregistre le plus d'intérêt pour l'espace.

Cela montre avec quelle prudence il convient d'interpréter les données des sondages ; ce que font du reste les deux responsables de cette enquête Kapferer et Dubois. Mais comment arrivent-ils, pour expliquer les résultats les plus paradoxaux (comme le retard pour une minorité importante à intégrer la représentation héliocentrique du système solaire, ou la croyance aux horoscopes de 48% des femmes), à mettre en cause la « survivance des mythes » ? Là encore, leur conviction n'est pas subjective. Elle résulte d'une analyse, non plus de réponses schématisées à un questionnaire standardisé, mais d'entretiens de longue durée, à la manière des psychologues, avec une trentaine de personnes choisies parmi les catégories les plus diverses : un prêtre, un militant marxiste, un pilote de ligne, un marin-pêcheur, des travailleurs manuels ou intellectuels, des civils, des militaires, des « scientifiques », des « littéraires », des jeunes et des moins jeunes, etc. A travers leurs propos, notés sur le vif, avec leurs ruptures syntaxiques, leurs hésitations, leurs apparentes incohérences, transparaisent en filigrane les archétypes millénaires.

Par exemple, ce que Kapferer et Dubois appellent « la pensée verticale », c'est-à-dire l'opposition entre le haut et le bas, imposée par l'expérience quotidienne et toujours vécue sur le mode absolu, bien que depuis belle lurette on nous ait appris qu'aux antipodes les Australiens ne marchent pas la tête en bas. Le bas, c'est la Terre bien ferme sous nos pas ; le haut, c'est le ciel, où nous devons croire que le Soleil tourne, puisque chaque jour nous l'y voyons tourner. Mais le bas, c'est aussi ce qui est borné, encombré d'obstacles, impur. Le haut est le royaume de l'infini, de la liberté, de la pureté. Quand Galilée, avec sa lunette, découvrit les montagnes de la Lune et observa la rotation des taches du Soleil, on lui objecta qu'il avait mal vu : dans les lieux incorruptibles, ces luminaires ne pouvaient être que des sphères parfaites. Pour la plupart des religions, comme pour le langage courant, le

<b>CEUX QUI Y CROIENT ENCORE</b>			
<b>Sexe</b>			
Hommes	33,7%		
Femmes	42,7%		
<b>Age</b>			
15-19 ans	33,3%	35-49 ans	38,5%
20-24 ans	36,3%	50-64 ans	38,9%
25-34 ans	36,6%	65 ans et plus	42,8%
<b>Niveau d'éducation</b>			
Primaire	53,3%	Secondaire	36,5%
Primaire supérieur	40,8%	Supérieure	15,7%
Technique/Commercial	31,8%		
<b>Type d'éducation supérieure ou secondaire</b>			
Littéraire	30,7%	Scientifique	14,2%
Technique	37,3%		
<b>Profession du chef de famille</b>			
Profession libérale,		Employé, cadre moyen	28,6%
Cadre supérieur	20,9%	Ouvrier	48,4%
Petit patron,		Inactif	43,4%
commerçant, artisan	30,3%	Agriculteur	26,0%
<b>Fréquentation de l'église</b>			
Tous les dimanches	37,0%	Jamais	37,8%
Quelquefois	43,3%	Non catholique	30,2%

A la question : êtes-vous d'accord avec la phrase « je crois aux soucoupes volantes et aux OVNI » ? 38,8% des hommes et seulement 31,8% des femmes répondent « tout à fait d'accord » ou « plutôt d'accord ». La rigueur scientifique, serait-elle avantagée

femmes. Or, il est clair que c'est parmi les gens qui s'intéressent à l'espace qu'on peut trouver les amateurs d'OVNI. Le fait qu'il y ait parmi les « soucoupistes » plus d'hommes que de femmes n'est donc que la résultante du moindre intérêt, chez celles-ci, pour les pro-

bas symbolise le mal ; l'enfer, comme l'indique son étymologie, est le séjour inférieur. En haut régnent l'harmonie divine, le bien, la clarté.

Ces connotations survivent dans le mythe moderne des OVNI. Venues d'en haut, les soucoupes volantes transcendent les lois physiques. Elles se jouent de l'inertie, accélèrent ou freinent instantanément et en silence. Leurs pilotes disposent d'une technologie bien supérieure à la nôtre. Ils savent voyager dans une autre dimension ; ils se dématérialisent et se rematérialisent en un clin d'œil ; quand ils veulent, ils communiquent avec les humains par télépathie. Comme la plupart des entités mythologiques, ils se montrent volontiers bienveillants : s'ils viennent à nous, c'est pour apporter leurs connaissances, pour persuader les Terriens querelleurs de vivre enfin en paix.

Quant à l'astrologie, elle associe de vieilles croyances magiques et occultistes — correspondances entre le microcosme, le corps humain, et le macrocosme, l'Univers — avec le modèle géocentrique : tant que nous croyons que le Soleil tourne autour de nous, nous pouvons nous considérer comme le nombril du monde.

Parmi les gens qui attachent de l'importance à leur "signe" de naissance, certains ne savent même pas qu'il porte le nom d'une constellation. Parmi ceux qui le savent, bien peu sauraient trouver "leur" constellation sur la voûte céleste. Moins nombreux encore sont ceux qui ont appris que les constellations n'ont pas de réalité physique : les étoiles qui les composent peuvent être très éloignées les unes des autres, simplement elles sont pour nous dans la même direction. Enfin, seule une toute petite minorité d'amateurs d'horoscopes a entendu parler de la précession des équinoxes, qui décale lentement les constellations par rapport aux "signes" du zodiaque : ceux-ci portent toujours le nom d'une constellation qui s'y trouvait il y a deux mille ans, alors que depuis longtemps elle a glissé dans le "signe" voisin, avec son influence imaginaire. Il n'est pas un seul astronome qui croie à l'astrologie !

Comment se fait-il que tant de personnes consultent leur horoscope, alors que l'astrologie a perdu toute crédibilité scientifique ? C'est — répondent les deux auteurs de l'enquête du CNES —

d'un mythe plus vivace que jamais, celui d'une alliance entre l'homme et les forces cosmiques. Nous avons besoin de croire qu'elles participent à nos projets et à nos vies. D'où les vieilles croyances animistes, qui attribuaient une âme et des intentions aux arbres, aux rochers, à la foudre, et à chaque planète son dieu particulier. Notre langage est encore imprégné de cette antique culture. Nous sommes nés sous une bonne (ou une mauvaise) étoile, nous nous fions à notre étoile, nous sommes d'un tempérament jovial (c'est à dire jupitérien), martial, lunatique. Et pour des millions de gens, le besoin de la grande alliance s'investit dans le mythe astrologique.

De la sécheresse des chiffres dans le sondage comme du contenu plus nuancé des entretiens surgit la même évidence : en dépit du progrès des connaissances, les modes de pensée préscientifiques sont encore omniprésents. L'espace, dans cette enquête, a été pris comme support de démonstration, mais, soulignent Kapferer et Dubois, des conclusions identiques seraient obtenues dans d'autres domaines de la connaissance, qui touchent souvent aux problèmes vitaux de notre société, comme celui de l'énergie. Faut-il pour autant en conclure, comme le titre même de l'ouvrage, à l'échec de la science ? Si échec il y a, même partiel, est-il sans remède ?

La science, nous dit-on, favorise elle-même la persistance des mythes : sa spécialisation croissante, son ésotérisme augmentent l'écart qui sépare le profane du savant. Opinion proche de celle qu'exprime, dans un récent ouvrage, le physicien Jean-Marc Lévy-Leblond, quand il se demande si la science contemporaine n'est pas allée trop vite, élargissant le fossé qui sépare la connaissance commune de la connaissance scientifique(?). Constat qui pousserait à des prédictions pessimistes si quelques chiffres, dans le sondage de Kapferer et Dubois, ne venaient justement montrer que tout n'est pas si noir.

Si l'on considère la répartition, par niveau d'instruction, des enquêtés qui croient à la déclaration « Le Soleil tourne autour de la Terre », on trouve le pourcentage le plus élevé (53,3%) chez ceux qui n'ont reçu qu'une instruction primaire, le plus bas (15,7%) parmi ceux qui ont bénéficié d'une instruction supérieure, les valeurs in-

termédiaires s'échelonnant entre les niveaux extrêmes. Par ailleurs, les auteurs de l'enquête ont procédé à une ventilation portant uniquement sur les bénéficiaires d'une instruction secondaire ou supérieure, en les répartissant entre trois types d'éducation : littéraire, technique, scientifique. C'est parmi les scientifiques que les retardés du géocentrisme sont les moins nombreux : 14,2%. Vient ensuite les littéraires (30,7%) puis les techniciens (37,3%). Conclusion : pour remplacer dans la tête de nos contemporains le mythe géocentrique par une représentation plus moderne du système solaire et de l'Univers, rien ne vaut l'instruction, poussée le plus loin possible ; et le type d'instruction le plus efficace est celui qui privilégie l'esprit scientifique.

Mais la diffusion de l'esprit scientifique ne s'arrête pas à la porte des écoles. On peut supposer que parmi les lecteurs d'une revue comme celle-ci, la proportion des gens qui pensent que le Soleil tourne autour d'eux est inférieure à ce qu'elle est pour la moyenne de la population... Ce qui peut conduire à une ultime réflexion sur l'étude du CNES : on commettrait une erreur si, pour dissiper les mythes, on s'en prenait à ceux qui, de bonne foi, les portent encore en eux. Les gens qui croient aux OVNI ou à la télépathie ne sont pas pour autant des débies. Ils sont seulement mal informés, et n'ont pas su séparer le mythe de la connaissance scientifique.

Et puis si les mythes entravent aujourd'hui la connaissance, n'oublions pas qu'ils ont été aussi un des moteurs de la pensée. Les aspirations profondes qu'ils symbolisent, il est revenu à la science et à la technique de les réaliser. Icare n'a pas existé, mais le mythe d'Icare a engendré l'avion et la fusée. Les "paroles gelées" qu'on trouve dans Rabelais, ce sont les microsillon et la bande magnétique. Le miracle du contact entre humains séparés par la distance, ce sont les télécommunications. Donc, ne détestons pas les mythes : sachons les domestiquer.

**Michel ROUZÉ ■**

(1) Sondage réalisé par l'IFOP et avec le concours du CNRS, d'après les travaux de J.-N. Kapferer, B. Dubois, professeurs au CESA et auteurs d'*Échec à la science et de la Survivance des mythes chez les Français*. Nouvelles Éditions Rationalistes, 15, rue de l'École-Polytechnique, 75005 Paris.

(2) Jean-Marc Lévy-Leblond, *L'Esprit de sel*, Fayard.



# BLEU CIEL

Un peu de soleil de Tunisie. Et beaucoup de souvenirs de ciel bleu, de palmiers, de chameaux et d'immenses déserts de sel. Le séjour s'est effectué en douceur, avec la Carte Bleue Visa. Pour louer une voiture, régler le restaurant et l'hôtel et, bien sûr, rapporter des cadeaux. Sans trop de devises en poche car, dans le monde entier, nulle n'est plus connue que la Carte Visa. Et elle permet de payer jusqu'à l'excursion dans une vieille cité romaine. En réglant votre billet d'avion avec une Carte Bleue, vous bénéficiez d'une assurance décès-invalidité gratuite.



LA CARTE BLEUE  
VOUS SIMPLIFIE LA VIE

# RECHERCHE

## PHYSIOLOGIE

### DES SATELLITES QUE L'ON AVALE...

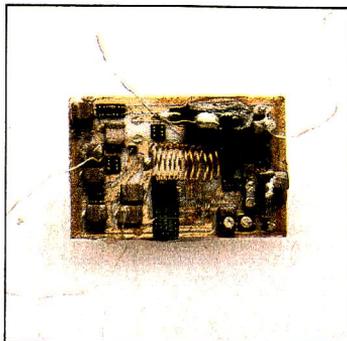
● Les appareils ci-contre ne sont pas plus grands qu'un comprimé pharmaceutique ordinaire. Et pourtant, ce sont des sortes de satellites physiologiques que l'on avale pour savoir comment fonctionnent certains organes.

En effet, à Strasbourg, l'équipe du Pr J.F. Grenier (MM. A. Lambert et F. Crenner de l'Unité 61 de l'INSERM) et le Service de microélectronique du Centre de recherches nucléaires (M. S. Schmitt de l'IN2P3) ont mis au point une capsule autonome permettant de capter et de transmettre par onde radioélectrique l'activité électrique et mécanique de l'intestin.

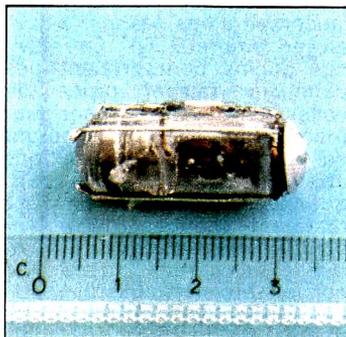
L'utilisation d'un émetteur radio comme moyen de transmission des informations permet de s'affranchir de tout lien avec l'extérieur, rendant cette capsule totalement autonome et supprimant des désagréments pour le patient (présence de fils sortant par la bouche ou le nez). Cette capsule miniature est composée d'un cylindre comportant deux extrémités hémisphériques dont l'une est mobile. Longue de 30 mm et d'un diamètre de 10 mm, elle ne pèse que 4,7 grammes. Trois bras extérieurs fixés à la tête de la capsule peuvent s'écarter de cette dernière, comme les baleines d'un parapluie. Grâce à la technologie de la microélectronique hybride, il a été possible de réaliser un émetteur radio en modulation de fréquence suffisamment petit pour être introduit dans cette capsule, permettant d'avoir ainsi une totale



La capsule et ses bras : 4,7 g.



L'émetteur radio : 35 h d'autonomie.



La capsule nue : 25 mm de long.

autonomie : 2 piles de montre à l'oxyde d'argent permettent la transmission des mesures durant 35 heures avec une portée de plusieurs mètres.

Les bras ont tendance à s'écarter de la capsule grâce à un système de ressorts, comprimés par la demi-sphère mobile. Avant l'introduction chez le patient, ces bras sont maintenus le long du cylindre par un fil en polyéthylène. Une fois la capsule en bonne place à l'intérieur de l'intestin du patient, un signal magnétique extérieur déclenchera la mise en marche d'un micro-four qui brisera le fil de retenue par fusion, ce qui permet aux bras de s'écarter. A chacune des extrémités des bras, une électrode en Ag-AgCl au contact de la muqueuse intestinale permet de mesurer l'activité électrique de l'intestin. La mesure de l'activité mécanique intestinale est quant à elle analysée par la mesure des angles que font les bras avec la capsule. Toutes ces informations sont transmises en continu par l'émetteur FM.

Une fois les mesures faites, les bras sont ramenés le long du corps de la capsule grâce à la décompression des ressorts, provoquée par la résorption d'un fil de catgut qui maintenait en place la demi-sphère mobile. Ceci a pour but de faciliter le passage du capteur par le sphincter anal.

Ce module est d'ores et déjà utilisé en clinique. Il permet d'étudier différentes fonctions du tube digestif dans son ensemble puisqu'au cours du même examen il explore successivement l'estomac, l'intes-

tin grêle et le côlon. Actuellement, la "navette" est utilisée pour étudier la motricité intestinale aussi bien chez l'homme normal que chez l'homme malade. Les investigations dans ce domaine sont plus particulièrement orientées vers la recherche du mécanisme de certaines diarrhées ou constipations, ce qui permet d'envisager l'institution d'un traitement adéquat reposant sur des bases physiopathologiques précises.

De même, il est possible de juger de l'efficacité sur la motricité d'un médicament et éventuellement de son mode d'action. Ce fut le cas en particulier pour la cohérine.

Par ailleurs, comme il existe des rapports très étroits entre motricité intestinale et phénomènes d'absorption, il est possible dès à présent d'envisager indirectement par la mesure du comportement électrique de l'intestin l'existence de mal-absorptions, mais aussi les moyens de les pallier, soit par un régime approprié (fibres alimentaires, par exemple), soit par l'administration de certaines drogues.

Dans un avenir proche, la navette permettra de mesurer, toujours par la téléométrie, la température et le pH (acidité) du tube digestif, qui semblent intervenir dans un certain nombre de désordres fonctionnels intestinaux. A plus long terme, il n'est pas exclu que l'on puisse obtenir des indications sur les fonctions enzymatiques et sécrétoires de l'intestin. Le brevet d'invention est en cours de validation.

●● **Augmentation des défauts congénitaux des animaux de zoo.** L'inévitable incise aux quels sont contraints les animaux en captivité augmente les probabilités d'expression des gènes défectueux, selon deux généticiens de l'État américain de l'Ohio, qui recommandent que l'on mette fin aux croisements forcés entre animaux de zoo.

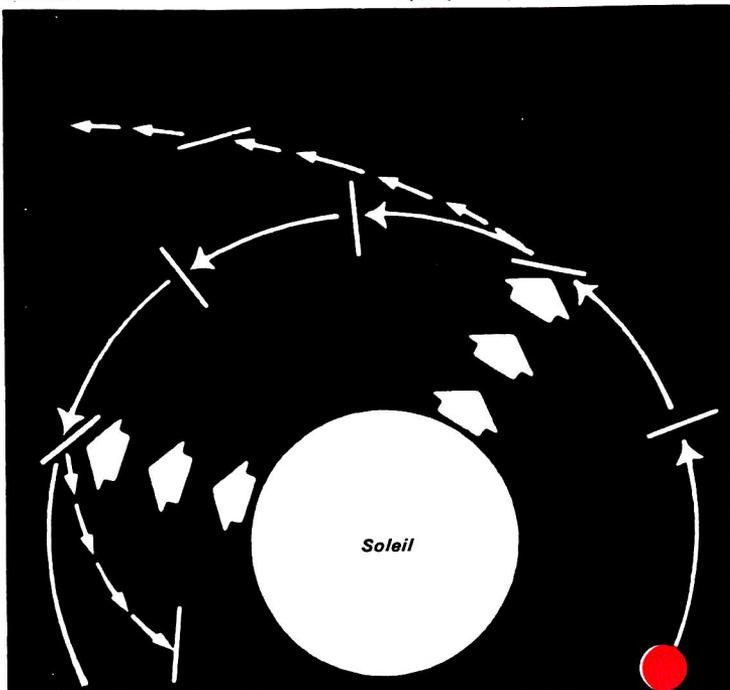
●● **Quatre, et peut-être même six nouveaux satellites de Saturne** ont été découverts dans les données de la mission Voyager 2 d'août 1981, lors de la rencontre de cet engin avec la planète en question. Il y aurait donc, au total, entre 21 et 23 satellites de Saturne.

## ASTRONAUTIQUE

### VOILIERS SOLAIRES : L'IDÉE REVIENT

● Il y a trente ans environ que l'ingénieur allemand Eugen Sänger pensa le premier à utiliser la poussée des photons pour propulser un véhicule astronautique. L'idée semble être restée en sommeil. En revanche, l'utilisation des photons émis par le Soleil pour la propulsion d'un "voilier" solaire, qui est également ancienne, connaît un regain de faveur.

des fruits, car si l'on n'en avait pas tenu compte, les deux *Viking* lancés en 1975 et 1976 auraient "manqué" leur but (Mars) de quelque 15000 km. Elle n'a été remise à l'étude qu'assez récemment, à l'Institut Battelle, de Columbus (Ohio), et reprise par le Jet Propulsion Laboratory de Californie, en vue d'une éventuelle mission vers la Comète de Halley, qui repassera à proximité



L'itinéraire proposé pour le voilier : parti de la Terre (point rouge à droite), il se rapprocherait du Soleil jusqu'à ce que le vent de particules de celui-ci lui donne suffisamment de poussée. Alors il serait réorienté pour repartir à la poursuite de la comète de Halley.

Émise pour la première fois vers 1920 par les Russes Tsiolkovsky et Tsander, elle ne fut mise en application qu'avec les lancements des *Mariner 3* et *4*, en novembre 1964. En effet, ces engins comportaient des panneaux faisant office de voiles qui devaient, théoriquement, économiser du carburant en utilisant la poussée des photons solaires. Dans la pratique, les panneaux de *Mariner 3* restèrent bloqués dans leur compartiment et ceux de *Mariner 4* ne purent jamais être convenablement utilisés. L'utilisation de la poussée photonique fut donc remise, mais elle avait quand même porté

de la Terre dans quatre ans. Le projet du JPL est complexe. En effet, étant donné que cette comète arrivera dans un sens contraire à celui de la rotation de la Terre autour du Soleil, l'ingénieur Jerome Wright a imaginé d'envoyer son voilier solaire tourner d'abord autour du Soleil jusqu'à ce qu'il gagne assez de vitesse pour pouvoir ensuite suivre la comète. Pour cela, il a aussi imaginé un engin complexe, version spatiale d'un autogyre, l'héliogyre, muni d'une hélice à 12 pales radiales, larges de 8 m et longues de... 6,25 km ! Soit quelque 600 000 m<sup>2</sup> de surface réceptrice de photons !

## LA RIBAVIRINE, MÉDICAMENT POLYVIRAL ?

● C'est presque trop beau pour être vrai, mais un médicament qui guérit une grippe déjà déclarée, la pneumonie syncytiale (dangereuse pour les jeunes enfants), les oreillons, la rougeole, la varicelle, l'hépatite, un certain nombre de maladies virales exotiques et l'herpès est déjà prêt. C'est la Ribavirine.

Réalisée par l'International Chemical and Nuclear (ICN), la Ribavirine a été essayée sur des volontaires humains, des étudiants atteints de grippe; ces "cobayes" ont été guéris en un jour. La Ribavirine n'attend plus que le feu vert de la Food and Drug Administration (FDA), organisme d'État américain, qui finira par être aussi bien connu de ce côté-ci de l'Atlantique que de l'autre, en raison de l'inévitable collaboration franco-américaine, dans le domaine médical tout au moins.

On se demande pourquoi la FDA se fait prier pour donner le permis de commercialisation d'un produit aussi extraordinaire. C'est que le mode d'action de la Ribavirine est également extraordinaire et qu'il touche aux fondements mêmes de la vie cellulaire: il empêche la reproduction cellulaire pendant un temps donné et se substitue à un élément vital de la cellule qui n'est pas connu jusqu'ici.

Etant donné que la vie d'un virus est de quelques heures seulement, le virus infectieux meurt de sa belle mort une fois qu'il est privé du système de reproduction de la cellule, qui est le seul qu'il puisse utiliser pour se reproduire. Bref, la Ribavirine est un anti-mitotique, et il est possible que les experts de la FDA y regardent à deux fois avant de laisser prescrire comme toute des médicaments anti-cancéreux pour traiter la grippe.

Par ailleurs, la firme Du Pont se proposerait de commercialiser des mouchoirs en papier imprégné d'ions de zinc, mortels pour les rhinovirus.

Bref, il y a des chances pour que, d'ici peu de temps, l'on passe des hivers sans renifler.

## HOLOGRAPHIE À RAYONS X: PEUT-ÊTRE, ENFIN!

● Le laser à rayons X est comme l'Arlésienne, on en parle souvent, mais on ne le voit jamais. Pour ne pas faire mentir cette réputation, une nouvelle rumeur se propage à son sujet. Le Lawrence Livermore National Laboratory serait sur le point de réaliser une expérience d'holographie aux rayons X: il a en effet commencé de recruter des spécialistes dans ce but; or, l'obtention d'un hologramme, c'est-à-dire d'une image à trois dimensions, nécessite l'utilisation d'un laser...

Cette information suppose donc l'existence d'un laser X en état de marche, mais jusqu'à présent aucune publication dans les revues scientifiques n'a fait la description d'un tel appareil. Rien d'étonnant à cela, puisque les lasers à rayons X devraient, du fait de leur puissance, avoir beaucoup d'applications militaires; ils appartiennent donc à un domaine classé "top secret" et interdit à la publication. Bien entendu, les applications "civiles" seraient pour le moins aussi nombreuses. Celle qui est à l'origine de cette rumeur, l'holographie X, serait sans doute l'une des plus intéressantes.

En effet, avec un laser émettant dans le spectre visible, on peut par exemple réaliser l'hologramme d'un objet de dimensions moyennes (une statue par exemple). Il faut pour cela éclairer l'objet avec un rayon laser et faire croiser la lumière renvoyée par l'objet avec un deuxième rayon (voir page 120). Les interférences créées seront enregistrées sur une plaque photo. Celle-ci, une fois développée, restituera l'image en relief de l'objet holographié. La finesse de l'image dépendant de la longueur d'onde du rayonnement, il n'est pas possible d'utiliser par exemple un laser rouge (d'une longueur d'onde de 6328 angströms) pour voir des objets de taille inférieure à ces 6328 angströms. Le laser à rayons X aurait l'avantage, ayant une longueur d'onde très courte (de l'ordre de la dizaine d'angströms), de "permettre" l'observation des détails très fins. On pourrait ainsi faire l'hologramme d'une cellule,

observer la structure électronique de la matière...

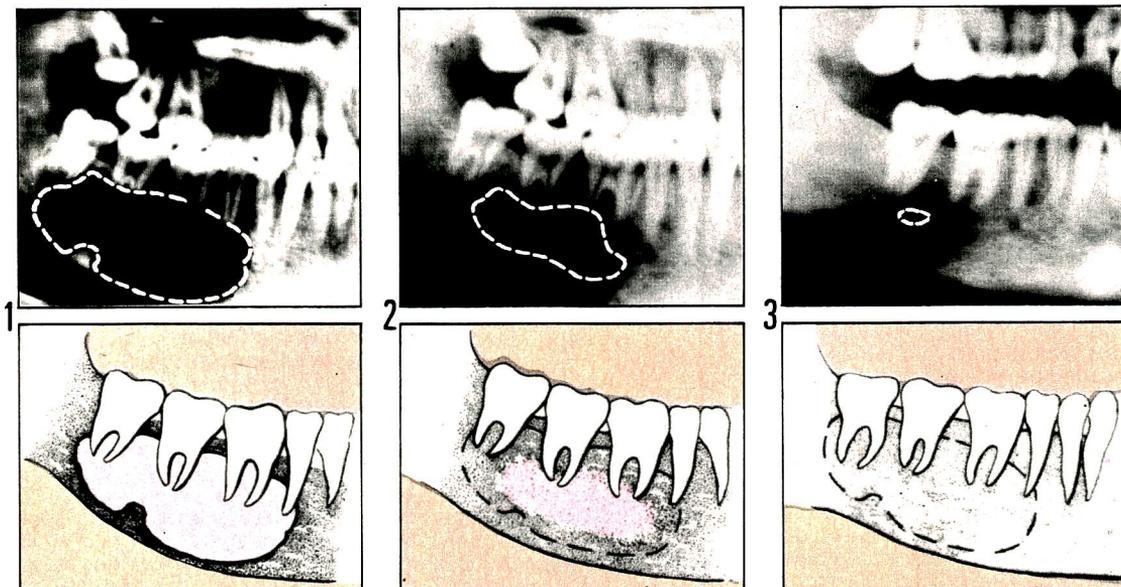
Bien sûr, le principe même d'une holographie X différerait notablement d'une holographie en lumière visible. En effet, la puissance développée par le laser (environ  $10^{10}$  watts/cm<sup>2</sup>) est telle que l'objet holographié sera rapidement détruit... Il faut donc que l'enregistrement soit encore plus rapide. On utilise dans ce but, non pas un film normal, mais un polymère identique à ceux utilisés en micro-électronique pour la conception des circuits imprimés. La nature même de ces polymères, composés de molécules dont la taille est environ de 50 angströms, limite les détails enregistrables à cette même taille. D'autres problèmes techniques seront sans doute soulevés mais, d'ores et déjà, bon nombre de chercheurs ont fait des plans sur la comète "laser X".

## PSYCHIATRIE- ANTHROPOLOGIE

### CAUCHEMARS MORTELS EN SÉRIE

● Dix-huit réfugiés laotiens vivant dans des endroits différents des États-Unis sont morts ces dernières semaines pendant leur sommeil. Les circonstances de leurs décès sont étrangement semblables: ils avaient gémi pendant leur sommeil, avant de mourir. Les autopsies ont exclu toute possibilité d'empoisonnement, de suicide ou d'autre mort accidentelle. Les National Centers for Disease Control d'Atlanta, qui n'ont pas l'habitude de prendre des coquecigrues pour des coqs de bruyère, examinent sérieusement l'hypothèse que les morts aient été causées par des cauchemars. Cette hypothèse a été avancée par un médecin qui rappelle toutefois que la mort par cauchemar semble limitée aux Philippins mâles: elle est connue aux Philippines sous le nom de *bangungut*. Reste à savoir si les cauchemars mortels existent aussi chez les Laotiens...

## SUCCÈS MYSTÉRIEUX DE L'OS ARTIFICIEL



Ces trois radiographies nous montrent les étapes d'une reconstitution osseuse. D'abord, la cavité avant l'injection de l'os artificiel (1). La production osseuse est alors stimulée et, dès le 4<sup>e</sup> mois, le tissu osseux naturel a progressé (2). Au 14<sup>e</sup> mois, il a presque reconquis la cavité (3).

● Les reconstitutions osseuses classiques, telles qu'on les pratique en chirurgie réparatrice, consistent à effectuer des greffes, à l'aide de greffons prélevés, soit sur des cadavres, soit sur le patient lui-même (côte, crête iliaque, tibia antérieur). Elles semblent pouvoir être enrichies par une nouvelle technique. Celle-ci consiste à injecter de l'os pulvérisé et déminéralisé dans les cavités à combler.

Inventée par le Dr Marshall R. Urist et ses collègues, à l'université de Californie à Los Angeles, la technique en question a été appliquée par une équipe de médecins de la Harvard Medical School, à Boston, sur 44 patients. Les premiers résultats semblent positifs; la poudre d'os se change lentement en os véritable.

Ce succès déroute les utilisateurs mêmes de la technique. En effet, les cellules osseuses du receveur, les fibroblastes, commencent à former du cartilage au contact de l'implant; puis ce cartilage se vascularise à partir du 10<sup>e</sup> jour après l'implantation et, au bout du 14<sup>e</sup> jour, le cartilage commence à se transformer en os. Or, d'habitude, les fibroblastes ne pro-

duisent pas de cartilage; c'est un autre type de cellules osseuses, les chondroblastes, qui produisent le cartilage. On ne s'explique donc pas comment les fibroblastes se transforment. Pour le moment, les médecins en sont réduits à supposer que c'est une charge électrique du greffon qui change le rôle des fibroblastes; le phéno-

mène serait catalysé par une protéine que l'on s'efforce de purifier.

La préparation de la poudre d'implant est simple: après broyage, l'os est déminéralisé à l'acide chlorhydrique (pour éviter que l'implant soit détruit par les globules blancs), lavé à l'eau, séché à l'alcool et stérilisé ou irradié.

## ASTROPHYSIQUE

### 14 TONNES PAR JOUR DE POUSSIÈRES COSMIQUES...

● Ce n'est pas toujours la peine d'aller chercher des minéraux célestes dans le cosmos. Il tombe par jour quelque 14 tonnes de poussières cosmiques. Dans les années 50, l'astronome allemand Ernst Opik avait avancé qu'elles provenaient de l'espace; on ne le prit pas très au sérieux.

Mais trois chercheurs de l'université de Bath, en Grande-Bretagne, (Parkin, Sullivan et Andrews), ayant analysé des quantités importantes de ces poussières, en fait des sphères assez régulières, ont d'abord pu vérifier que ces

quantités sont trop élevées pour que la désagrégation de météorites entrant dans l'atmosphère terrestre puisse rendre compte de leur totalité, ensuite que leurs formes sont différentes de celles des poussières météoritiques.

Au taux calculé par ces chercheurs, il tombe donc quelque 5110 tonnes par an de poussières célestes, c'est-à-dire qu'il en serait tombé depuis un siècle plus d'un demi-million de tonnes... On peut se demander si ce n'est pas une donnée de géophysique à prendre en compte...

## OVNI ET CANNIBALISME : UNE EXTRAVAGANTE HISTOIRE VRAIE

● Un journaliste de Pékin, M. Shi Bo, qui se présente comme le rédacteur en chef adjoint de la seule revue chinoise d'études d'OVNI, nous a adressé le texte suivant, que nous croyons nécessaire de reproduire in extenso, afin d'en conserver à la fois la saveur et la teneur. Nous n'avons fait qu'en corriger quelques petites erreurs de style, le français en étant fort correct.

« La presse chinoise évoque de temps en temps l'hypothèse des humanoïdes, mais les termes les plus utilisés sont "homme sauvage" et "ours humain". Pour tirer au clair le problème de l'existence d'humanoïdes dans certaines parties de la Chine, on a organisé plusieurs expéditions dans des régions où l'on en avait trouvé des traces.

» Les montagnes de Jiulong se situent dans le sud-ouest du district de Suichang, province du Zhejiang, à la longitude est de 118°52' et au parallèle nord de 28°21'. C'est une région montagneuse, limitrophe de trois provinces de l'est de la Chine : Zhejiang, Jiangxi et Fujian. Le fleuve de Qiantangjiang y prend sa source, les montagnes de Jiulong couvrent 42 km<sup>2</sup>, le mont principal a 1724,4 mètres de haut. Toute l'année, les pentes sont couvertes de bois verts. Il existe des forêts vierges où l'on n'a jamais mis les pieds.

» En août 1979, le Comité des sciences et techniques de l'arrondissement de Lishui a mis sur pied une équipe de recherche chargée d'étudier sur le lieu les conditions de vie et les activités des humanoïdes ("hommes sauvages"). Au début d'août de cette année, l'équipe est partie dans les montagnes. Durant leurs premiers jours, les explorateurs ont déjà entendu dire les montagnards que, dans ces montagnes, il y avait des "ours humains", créatures bizarres de haute taille au dos large, le corps couvert de poils et sachant marcher comme les hommes, sur les deux pieds. Lorsque ces "ours humains" rencontrent des hommes, ils savent rire, battre des mains...

» Ce qui est encore plus étonnant, c'est que le lendemain, les membres de l'équipe scientifique ont trouvé dans les montagnes des empreintes, des poils et des excréments ressemblant fort à ceux de l'homme mais non humains. La population locale a rapporté que ces vestiges étaient le fait des "ours humains". Le 10 août, les scientifiques ont trouvé dans le nord de la vallée de Fengshuqiang (à 1500 m d'altitude) une niche étrange cachée au fond de la forêt. La partie arrière de la niche s'appuyait contre la pierre et l'ouverture donnait sur les arbres. Il y avait une haie tissée de branches arrachées aux arbres, destinée à empêcher des "ours humains" de tomber dans la vallée. Dans la niche, sur le sol, on trouva une couche très épaisse de chaume et de feuilles mortes, très confortable pour ses hôtes. A en juger par la structure de cette niche, on peut conclure que l'intelligence de l'auteur de cette œuvre équivaut au moins à celle d'un enfant de 4 ans, sans quoi une telle construction n'est pas concevable. Donc, les ours ne sont certainement pas architectes de cette niche compliquée. Quant aux singes, il paraît qu'ils sont incapables de couper des branches d'arbre grosses comme un bol et de tisser une haie aussi parfaite. On sait que les singes, logeant habituellement dans des grottes, ou bien en plein air entre les branches d'arbres, ne savent pas construire leurs nids.

» Le 19 août 1979, l'équipe scientifique a découvert dans le sud-est de la vallée de Fengshuqiang (à 1550 m d'altitude) 11 autres niches semblables à la première. Cette vallée se trouve à 15 km du mont principal des montagnes de Jiulong. Les pentes aux alentours sont abruptes et couvertes de forêts vierges. Ces 11 niches se disposent sans ordre net et se dispersent sur une superficie de 250 m<sup>2</sup>. Certaines niches sont distantes de quelques mètres seulement. Les niches se ressemblent beaucoup du point de vue de leur dimension et de leur construction, sauf

une, qui était moitié moins grande que les autres. Ayant analysé les coupures de branches, on a déterminé que certaines niches ont été construites il y a deux ans, d'autres il y a 7 ou 8 mois et 3 ou 4 mois et qu'une était faite de branches toutes fraîches, ce qui signifiait qu'elle venait d'être construite. Les branches ont été arrachées à un mètre du sol et la plus grosse devait être abattue par trois personnes. Des niches aussi grandes et aussi confortables ne peuvent pas être l'œuvre d'ours sauvages, de sangliers, ou de singes. A-t-elle alors été construite par des humanoïdes ou "ours humains" ?

» Il court des récits très "vivants" sur les "ours humains" dans les montagnes de Jiulong. Les populations locales disent qu'avant la Libération, en 1949, dans un ravin qui s'étend sur plus de 10 km, entre l'arrondissement de Huangshayao, du district de Suichang, et le district de Jiangshan, où la forêt était très dense, s'activaient des "ours humains". Dans les kiosques se trouvant à deux extrémités du ravin, on posait des tronçons de bambous ; si le voyageur devait passer tout seul ce ravin, il était obligé de se mettre deux tronçons de bambous à ses deux bras. Lorsque l'"ours humain" l'attrapait, le voyageur pouvait se tirer et l'"ours humain" ne saisissait que deux tronçons laissés ainsi par le voyageur...

» En juillet 1977, Huang Jiaxun, paysan âgé de 54 ans, de la brigade de production de Chengken, a vu un "ours humain" assis sur une grosse pierre de la pente en face, à 200 m environ de lui. Il a fait résonner un tronçon de bambou ; à ce bruit, l'"ours humain" s'est levé et s'en est allé lentement vers l'autre côté de la montagne. En octobre de la même année, Huang Jiaxun a vu une nouvelle fois l'"ours humain" au même endroit.

» Le 14 août 1978, Huang Jialiang, âgé de 74 ans, a vu un "ours humain" sur la pente de Baishuiji, au pied des montagnes de Jiulong. Il n'était qu'à 20 m environ de lui, il le contemplait en détail. L'"ours humain" était aussi haut que la porte, tout le corps était couvert de poils roux et des che-

veux longs cachait ses yeux. Il marchait en s'appuyant sur une branche d'arbre, comme se servant d'une canne ; à chaque pas, il branlait sa tête et ses cheveux flottaient au vent.

Sur le terrain plat, il marchait avec ses deux pieds et quand il grimpait la montagne, il s'aidait de ses deux mains. L'empreinte de son gros orteil laissée sur le sol était aussi grande qu'un œuf. Dans l'arrondissement de Huangshayao, les "ours humains" sévissaient en 1970 et les paysans avaient même organisé une équipe d'extermination. Les montagnes de Jiulong sont donc une région fréquentée par les "ours humains" (humanoïdes), dans le district de Longquan, proche de Jiulong. Mais dans le district de Qingyuanxian et même celui de Fucheng, province du Fujian, on en a aussi découvert des traces.

» En 1957 s'est produit un événement insolite dans la brigade de production de Qinglu de la commune populaire de Shuinan, arrondissement de Songyang, district de Suichang : dans l'après-midi du 24 avril du calendrier lunaire, le ciel était couvert de gros nuages noirs ; il tombait une pluie fine. Les hommes sont allés travailler dans la montagne. Soudain, du côté d'un ruisseau s'est fait entendre un cri aigu d'une petite fille appelant au secours. A ce moment-là, non loin du ruisseau, une femme transportait des engrais. Ayant entendu l'appel au secours, elle leva immédiatement la tête et vit une créature d'aspect bizarre, ressemblant fort à un homme, se précipiter sur sa fille de 13 ans, Wang Congmai. Elle pensait tout de suite qu'il s'agissait d'un "ours humain" pour en avoir entendu parler. Si la fille tombait dans les mains de l'"homme sauvage", c'en était fait d'elle. A ce moment, la femme, Xu Fudi, se précipita en criant vers sa fille. Voyant une femme s'élançer sur lui, l'"homme sauvage" prit peur et sauta dans une rizière en contre-bas. Il marchait lentement et Xu Fudi le rattrapa. Elle leva un gros bâton et, à tour de bras, frappa la créature ; le bâton se rompit sur le crâne de l'"homme" qui, chancelant et poussant des cris de douleur, se préparait à se battre contre la femme. Alors, une dizaine de femmes du village sont arri-

vées, les coups de bâtons plurent sur la tête et le corps de l'"homme sauvage" qui, peu de temps après, s'écroula. Les femmes se rendirent compte qu'elles avaient tué un humanoïde. C'est un événement que d'avoir tué un humanoïde dans cette montagne. Quelqu'un suggéra de couper les mains et les pieds de l'humanoïde afin de demander au gouvernement du district d'être cité à l'ordre du jour. Obéissant à une légende qui dit qu'on peut avoir du courage lorsqu'on a mangé de la viande de l'"ours humain", les villageois ont découpé le "gibier" et l'ont fait cuire. C'est ce qu'on a appelé l'événement de l'"ours humain" du 23 mai 1975. Le journal *Songyang* a même publié un article intitulé « Un animal humain abattu ». Selon les souvenirs des témoins, l'homme sauvage avait tout le corps couvert de fins poils longs de 3,3 cm, sa taille était de 1,50 m environ et il pesait de 70 à 80 kg. Il était mâle et encore très jeune ; sur son crâne, on a vu clairement une touffe de cheveux noirs et mous, longs de quelques dizaines de centimètres. Ses dents étaient blanches, sa langue ressemblait à celle de l'homme. Son nez était un peu plat, mais ses oreilles, ses sourcils ainsi que ses yeux étaient semblables à ceux de l'homme. Ses pectoraux étaient saillants et son nombril, ses cuisses, ses jambes, ses genoux et ses organes génitaux mâles avaient une ressemblance parfaite avec ceux de l'homme. Sa peau était fine et blanche, il y avait sur son derrière une tâche brune-noire. Dans son estomac, on a trouvé de jeunes pousses de bambou.

» Les mains et les pieds de l'"ours humain" coupés sont passés dans la main d'un professeur d'un lycée, Zhou Shou-song, actuellement au lycée de Bihu, district de Lishui. A l'époque, celui-ci enseignait la biologie au lycée de Songyang.

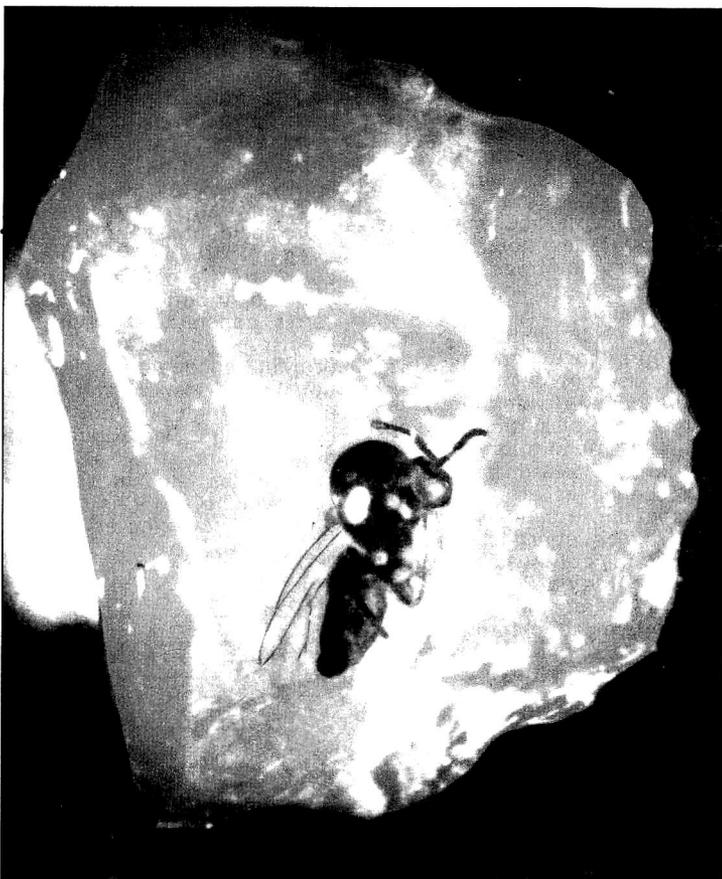
Ayant appris qu'on avait abattu l'"ours humain", rarement vu, il voulait en obtenir un spécimen. Mais il était trop tard, l'"ours humain" était déjà cuit et mangé par les villageois ! Il n'en restait plus que ses mains et ses pieds, dont il se contenta, et retourna au lycée mettre ces membres coupés dans du formol. Le 23 octobre 1980, Yang Feng, chef adjoint du bureau

des affaires scientifiques et techniques de l'arrondissement de Lishui, a retrouvé les spécimens dans le dépôt du lycée de Songyang.

» Cette redécouverte du spécimen des mains et des pieds de l'humanoïde a attiré l'attention des curieux et des scientifiques. Les vestiges sont bien réels. Mais s'agit-il vraiment des mains et des pieds de l'"homme sauvage" ? Quelle réponse scientifique peut-on donner ? Pour tirer au clair la nature de la créature tuée par les femmes du village de Qinglu, le comité des sciences et techniques de l'arrondissement de Lishui a invité des savants à vérifier et à étudier le spécimen. Au bout d'un mois d'enquêtes sur le lieu, et après de minutieuses analyses chimiques du spécimen, les spécialistes ont passé le spécimen aux rayons X, pris des photos ; ils ont visité des zoos de Hangzhou, de Shanghai, de Hefei, pour faire des comparaisons avec les primates. Les spécialistes croient qu'il est difficile de nier l'existence de l'humanoïde dans les montagnes de Jiulong. Aussi, le spécimen dont on dispose a une valeur sans égal pour déceler le mythe de l'humanoïde en Chine.»

La seule conclusion certaine que l'on puisse en tirer pour le moment est que les villageois de Suinan ont tout simplement commis un acte de cannibalisme et tout simplement mangé un individu un peu plus velu que d'habitude. La pilosité corporelle est, en effet, plutôt rare chez les races asiatiques, et plus d'un Européen passerait sans doute, surtout dans des régions où l'on est peu informé, pour un "ours" ou un "humanoïde"...

●● Une "plainte en naissance" injustifiée, introduite par une fillette de six ans, par le biais de son oncle, et demandant la condamnation du médecin accoucheur qui mit la fillette au monde, a été déclarée irrecevable par la Cour d'appel de Londres. La fillette est aveugle, sourde et mentalement handicapée, car sa mère avait eu une rubéole pendant sa grossesse. Les juges estiment toutefois que l'oncle de la fillette n'a pas tout à fait tort...



## CETTE MOUCHE A 40 MILLIONS D'ANNÉES

● Cette mouche a volé il y a une quarantaine de millions d'années, quelque part sur les rivages de ce qui est aujourd'hui la Mer Baltique. Puis elle est tombée sur une saignée de résine, dont elle n'a sans doute pas réussi à se dépitier, elle y est morte, la saignée a continué et, au cours des millénaires, la résine s'est transformée en ambre, nous conservant ainsi un spécimen unique de moucheron des champignons.

Elle a été trouvée en Pologne et a terminé son voyage à l'université de Californie, à Berkeley, où le Dr George O. Polnar s'est empressé de l'examiner au microscope. A sa grande surprise, il a constaté que l'insecte — une femelle — était extraordinairement bien conservé. Il ne s'est pas produit d'infiltration de ses tissus, comme cela se produit pour la plupart des fossiles. Les cel-

lules et même les structures intracellulaires sont dans un tel état de conservation que Polnar espère pouvoir en extraire le matériel génétique, afin de reconstituer l'évolution de la lignée de l'insecte.

Ce ne semble pas jusqu'ici être impossible, étant donné que tout est là : les fragments de chromatine qui donnent sa coloration à l'insecte, ses fibrilles musculaires, ses dépôts de graisse et jusqu'aux mitochondries, ces petites unités fournisseuses d'énergie qui se trouvent à l'intérieur des cellules. Rappelons que des généticiens soviétiques s'efforcent actuellement d'extraire aussi le matériau génétique de mammoths extrêmement bien conservés, non seulement pour déterminer l'évolution qui mène aux éléphants actuels, mais aussi pour tenter de recréer par hybridation une lignée de mammoths modernes...

## LA RECETTE DE LA "SOUPE PRIMITIVE" A CHANGÉ...

● Les théories de l'évolution des étoiles indiquent que le Soleil est de 30% plus chaud aujourd'hui qu'il y a 4 milliards d'années. Et pourtant, à l'époque, l'atmosphère de la Terre était plus chaude qu'aujourd'hui ; telle est la contradiction relevée par deux savants de l'université d'East Anglia, en Grande-Bretagne.

L'erreur, postulent-ils, vient du modèle analysé : on avait supposé qu'il y avait eu, au début, il y a un peu plus de 4 milliards d'années, beaucoup d'ammoniac dans la "soupe primitive", celle où se formèrent les premiers acides aminés qui donnèrent plus tard naissance à la vie. Dans ce modèle, déclarent T.M.L. Kingley et P. Brimblecombe, afin d'expliquer que la température terrestre était alors plus chaude en dépit d'un Soleil plus froid, on a imaginé qu'il y avait tellement d'ammoniac dans l'atmosphère primitive que les gaz d'ammoniac, qui absorbent beaucoup de chaleur, avaient créé un effet de serre qui tenait la Terre au chaud.

Mais nos chercheurs jugent que ce modèle pêche par inexactitude : il aurait fallu énormément d'ammoniac pour obtenir cet effet de serre, soit  $10^{-5}$  atmosphères, ce qui est improbable. « Le gaz de l'atmosphère primitive fut plutôt le gaz carbonique », déclarent-ils. Il y eut bien de l'ammoniac, mais en quantités réduites, juste assez pour stabiliser les acides aminés, sans quoi ceux-ci auraient perdu leur groupement amine ( $NH_2$ ) dans la "soupe".

La recette de la "soupe", que l'on pensait composée essentiellement d'hydrogène, de méthane plus l'ammoniac, change aussi : elle était pauvre en hydrogène et sans oxygène.

●● **Découverte d'un Néanderthalien égyptien, vieux de 60 à 80 000 ans, à Assouan. Selon de Dr Fred Wendorf, de l'université de Dallas, l'un des chercheurs, cette découverte, purement accidentelle, aura des répercussions importantes.**

## LES CHAMPS MAGNÉTIQUES ONT BIEN DES EFFETS SUR L'ORGANISME

● On utilise désormais couramment les champs magnétiques en médecine, pas pour leurs propriétés intrinsèques, mais parce qu'on ne peut pas faire autrement. C'est ainsi que la résonance magnétique nucléaire mise en jeu dans les scanners soumet le corps humain à des champs magnétiques très intenses, puisqu'ils varient de 1000 à 50000 gauss (alors que le champ magnétique terrestre, lui, n'est que d'un demi-gauss).

Comme on sait depuis longtemps que les différents organes du corps humains produisent aussi un champ magnétique (on a même découvert qu'un courant électrique faible appliqué sur un doigt fait apparaître un champ particulier autour de la zone de projection primaire opposée du cortex cérébral), on s'est demandé quelle peut bien être l'action de champs puissants sur l'organisme.

Ces recherches, qui n'ont rien à voir avec certaines théories extravagantes sur les "champs telluriques", ont fait l'objet de recherches au CERN de Genève (Centre d'études et de recherches nucléaires) ainsi qu'au Battelle Pacific Northwest Laboratory de Richland (Washington). Elles ont porté sur l'animal. Les résultats méritent attention.

● Entre 9000 et 43000 gauss, intensités correspondant à celle que produit un réacteur de fusion, il y a troubles de croissance et malformations après une longue exposition.

● A des intensités beaucoup plus faibles (0,15 à 15 gauss), on a noté une augmentation du volume de la thyroïde et une augmentation du poids des testicules chez les jeunes rats dont les mères avaient subi cette intensité.

● Aux mêmes intensités, toutefois, on a relevé des lésions cérébrales et un accroissement de la vulnérabilité à l'infection chez le lapin.

● Une baisse des leucocytes a en effet été notée, de même qu'un accroissement de la vitesse de sédimentation, ce qui correspond à l'augmentation du risque infectieux.

● Les expériences sur l'homme sont moins concluantes. Entre 15000 et 20000 gauss, les Américains n'ont constaté, et seulement chez les porteurs de prothèses dentaires métalliques, qu'un goût particulier dans la bouche et des douleurs dans les dents plombées. Mais les Soviétiques, qui ont toujours été friands de telles recherches, semblent avoir poussé leurs investigations plus loin, puisqu'ils ont signalé des effets positifs à des intensités faibles (accroissement de l'appétit et amélioration du comportement, retardement de la sénescence et effets — douteux — sur le cancer). On rappellera à cet égard les résultats déroutants obtenus à Bordeaux par M. Antoine Prioré avec sa singulière "machine".

Étant donné que tout appareil électrique engendre un champ électromagnétique, il va de soi que nous sommes environnés de tels champs, que nous mettions en marche un moulin à café électrique ou un téléviseur. On ignore encore presque tout des effets combinés éventuels des champs électromagnétiques et des ondes électromagnétiques qui voyagent autour de nous du fait des communications radio. Peut-être cela vaut-il donc la peine, ne fût-ce que pour la santé de certaines professions, d'établir les avantages ou les inconvénients des champs magnétiques.

### MÉDECINE

## LES BIORYTHMES EN QUESTION

● Ayant étudié 396 cas d'infarctus du biorythme afin d'y trouver une rythmicité qui appuierait les théories de biorythmes, le Dr Alain Poussard, d'Aix-en-Provence, n'en a trouvé aucun indice.

Il a publié dans *La Gazette médicale de France* le détail de ses travaux. Après avoir déterminé les biorythmes théoriques de chacun de ses malades, selon la méthode indiquée par les "biorythmiciens" (cycle physique de 23 jours, cycle psychique de 27 jours et cycle intellectuel de 32 jours), Le Dr

Poussard a d'abord recherché un rapport quelconque entre le moment de l'infarctus et celui du biorythme. Néant. Puis il a fait de même avec le groupe de 80 malades décédés à la suite de l'infarctus. Néant. Enfin, il a refait la même chose avec les mêmes malades en prenant leurs biorythmes les jours de leurs décès, qui ne coïncident évidemment pas avec ceux de leurs accidents. Néant. Statistiquement, les valeurs observées « sont très proches de celles d'une distribution faite au hasard », conclut le Dr Poussard. Précisons que ces travaux n'affirment aucunement les notions acquises en matière de chronobiologie, qui portent sur les variations circadiennes du métabolisme, des sécrétions hormonales, etc., et qui, elles, se révèlent de plus en plus utiles en médecine et en pharmacologie.

### MÉDECINE

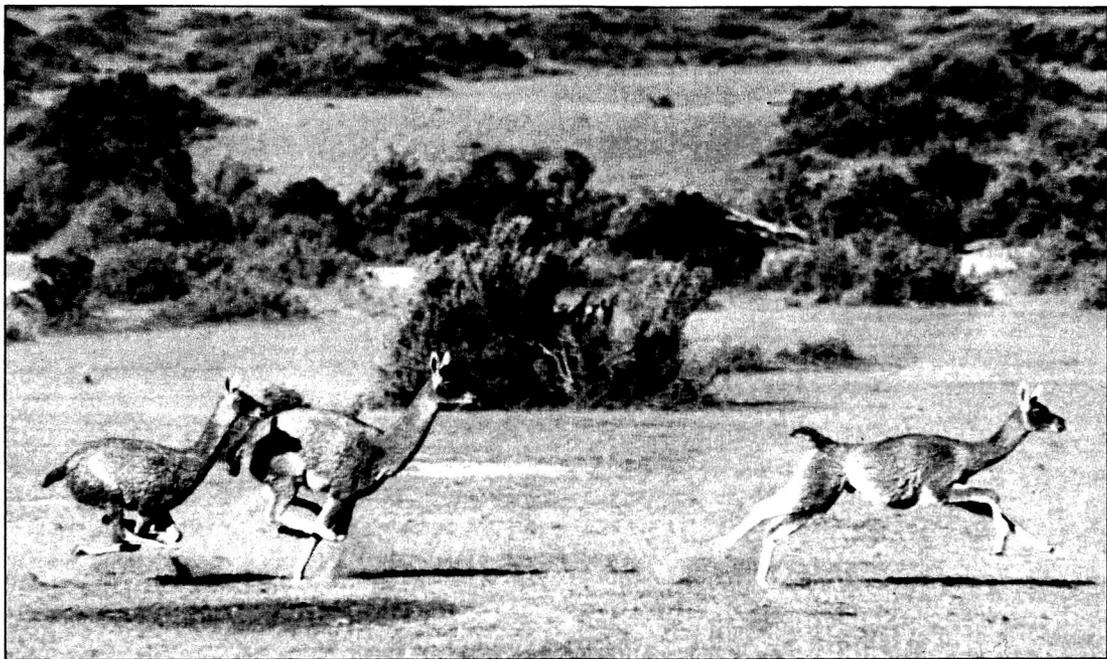
## L'INFECTION À L'ENTÉROVIRUS 70 RESTE MÉCONNUE

● Une conjonctivite qui entraîne la paralysie des membres inférieurs, cela n'est pas commun. Telle est pourtant la conjonctivite hémorragique aiguë (CHA) qui a fait son apparition aux Amériques, l'an dernier, et ensuite en Afrique et en Asie, après une dizaine d'années d'absence.

Apparue à Macapa, à l'embouchure de l'Amazone, elle a pris les proportions d'une épidémie qui a atteint en quelques mois la plus grande partie de l'Amérique du Sud et de l'Amérique centrale, puis les États du sud des États-Unis. Causée par un virus peu connu, l'entérovirus 70, comme l'ont démontré le Japonais Kono et l'Indien Wadia, elle attaque le système nerveux, provoquant une paralysie asymétrique des membres inférieurs. La paralysie est permanente, d'où les alarmes de l'OMS.

L'entérovirus 70 est très difficile à isoler dans les selles, et l'on ignore tout de son mode de propagation. La dernière épidémie remonte à 1972; elle se produisit en Inde et affecta tout le Sud-Est asiatique. A l'époque, on n'y comprit rien. Maintenant, on en connaît au moins l'agent, mais pas le traitement.

## LA PATAGONIE EN PASSE DE DEVENIR UNE DES GRANDES RÉSERVES D'ANIMAUX



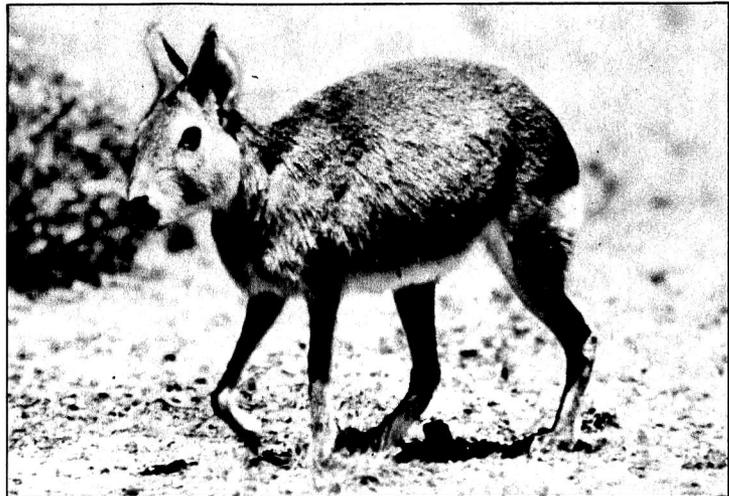
● La péninsule de Valdès, sur la côte atlantique de l'Argentine, est en passe de devenir un havre nouveau pour un grand nombre d'espèces animales qui étaient jusqu'alors en voie d'extinction. En effet, les efforts conjoints du gouvernement argentin et de zoologistes américains, entrepris dès le début des années soixante, vient d'offrir une trêve à des animaux tels que le guanaco, "cousin" du chameau (dont on voit ci-dessus une bande galopant), le rhéa, "cousin" de l'autruche, le mara (également représenté sur cette page, ci-contre), sorte d'hybride de lapin et de rat, les éléphants de mer, les pingouins et les orques épaulards.

Sur un espace de quelque 2000 km<sup>2</sup> de terres désertes, ces espèces et plusieurs autres ont commencé à se reconstituer. Les chasseurs, et en particulier les chasseurs de guanacos, sont interdits. Il faudra se contenter de la laine des moutons (la laine de guanaco était très appréciée). Les orques épaulards, décimés en Antarctique par les baleiniers soviétiques, brésiliens et japonais, se refont également une santé au large de la péninsule, au grand

dam des éléphants de mer, d'ailleurs, qui en sont les victimes de choix.

Les orques "chassent" l'éléphant de mer en le projetant en l'air d'un coup de museau. Assommée par le choc, la proie est consommée alors par l'orque sans trop de problèmes. Mais le danger est certainement moindre pour les populations d'éléphants de mer que celui que constituent les chasseurs.

Enfin, un bon tiers des baleines qui subsistent dans l'Atlantique sud fréquentent désormais les parages de la péninsule de Valdès, s'approchant parfois très près de ces nouveaux rivages hospitaliers. Seul danger en vue: le regain d'intérêt touristique pour la région, qui amène des troupeaux d'amis des bêtes un peu indiscrets en bruyants bateaux à moteur, armés de biscuits et de caméras... ■





# La première\* caméra vidéo toujours au point.



**Auto Focus**  
Ultrasonique

Le nouveau système assure l'automatisme intégral de la mise au point, même sur un objet se déplaçant en cours de prise de vue.

Filmer la vie en vidéo, c'est fabuleux. Filmer en vidéo, en étant certain que toutes les images seront nettes, c'est ce que vous offre le nouveau système Auto-Focus à ultrason Panasonic.

Avec la caméra Auto-Focus WV 3300 Panasonic, la vidéo entre enfin dans le domaine de l'automatisme intégral : il suffit d'appuyer sur le bouton de déclenchement, la caméra règle elle-même l'ouverture (jusqu'à F1,4), la mise au point (système Auto-Focus) et l'équilibre du blanc.

Avec la main qui reste enfin disponible, vous pouvez actionner le zoom électrique (6 fois) ou passer en position macro (jusqu'à 1 cm).

Quand Panasonic fait progresser la technologie, c'est pour vous rendre la vie plus facile.

\*En France (commercialisée en avril 1982).

**VHS**



alliance

# Panasonic

**LA VIDÉO COMME VOUS L'AIMEZ.**

**VIDÉO PORTABLE**

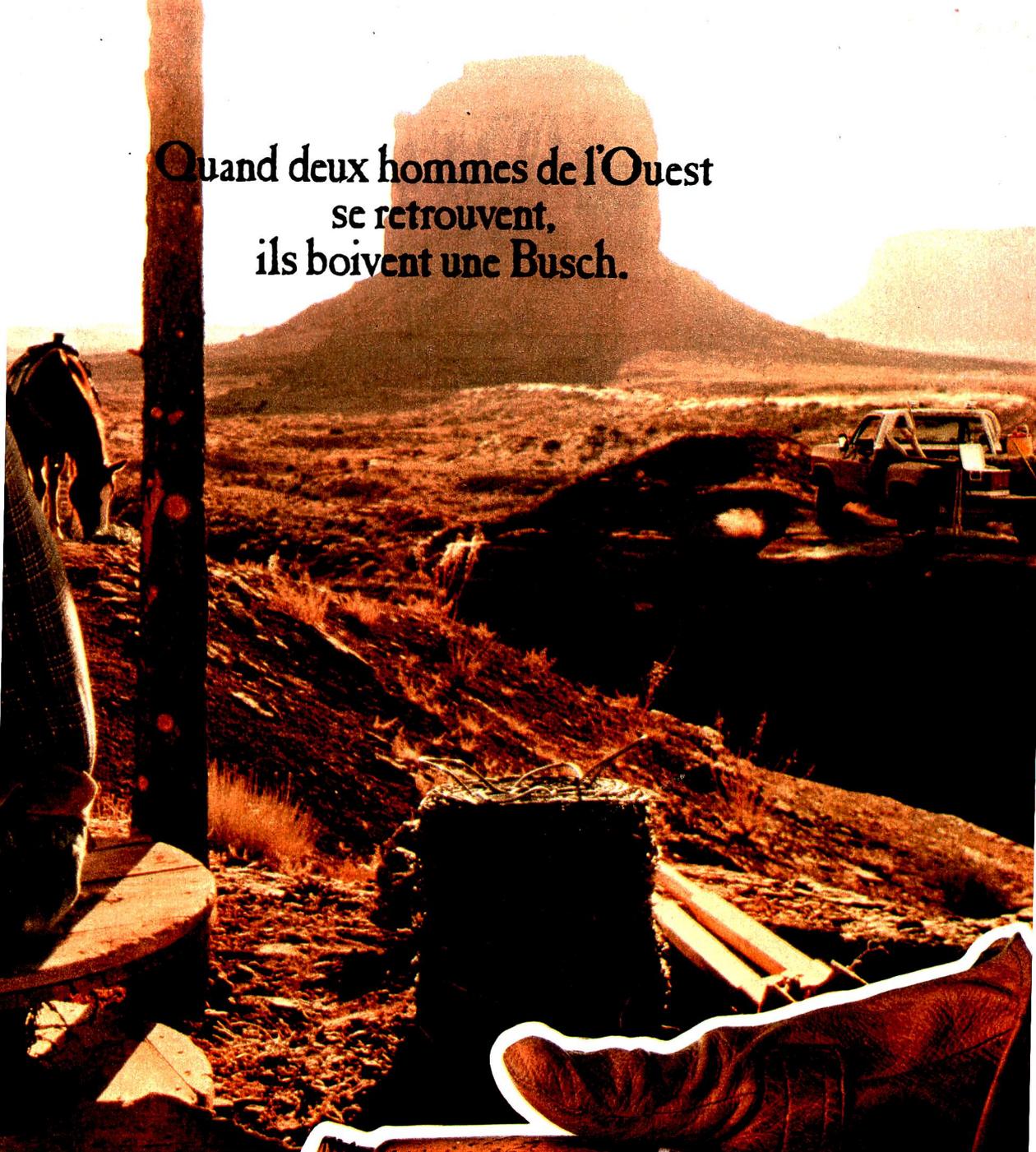


# BUSCH

## LA BIÈRE DES HOMMES DE L'OUEST.

Busch est une bière dorée, légère, désaltérante. Une bière faite pour étancher les grandes soifs de l'Ouest.

Quand deux hommes de l'Ouest  
se retrouvent,  
ils boivent une Busch.



# La vraie réforme nous vient du ciel

*Tandis que les hommes politiques français — quels qu'ils soient d'ailleurs — tendent, à l'aide des lois, de préserver le monopole (ou le "service public"), la vraie réforme de l'audiovisuel s'apprête à nous tomber du ciel par des satellites de "télévision directe" qui déborderont largement les frontières des nations. Dans moins de trois ans, nous pourrions capter cette pluie internationale de programmes avec une simple antenne sur notre toit. Pour le moment, déjà un raz-de-marée d'images s'avance vers nous par les chemins détournés du câble.*

■ Un satellite de radiodiffusion directe — appellation spécifique du satellite de télévision — n'est en définitive qu'un réémetteur perché à 35 786 km d'altitude et tournant à la même vitesse angulaire que la Terre. Nombre de pays souhaitant posséder leur propre satellite de télévision, il a fallu partager l'espace et le répartir. Une gigantesque couronne de 246 000 km de circonférence, située au-dessus de l'équateur (orbite géostationnaire), a été découpée en trois tranches : la tranche n° 1 a été attribuée à l'Europe, à l'Afrique, ainsi qu'à l'URSS et à la Mongolie ; la tranche n° 2 a été affectée aux pays du continent américain ; la tranche n° 3 aux pays d'Asie et d'Océanie. En outre, la conférence de Genève de 1977 a assigné à chacun des pays des régions 1 et 3 une position orbitale et un certain nombre de canaux, généralement cinq<sup>(1)</sup>.

Comme l'orbite géostationnaire est déjà fort encombrée par plus de 200 satellites d'observation et de télécommunications, les pays de la région 1, celle qui nous intéresse au premier chef, n'ont eu que 35 positions orbitales à se partager, entre 37° Ouest et 170° Est, ainsi que 40 canaux répartis sur une bande de fréquences large de 800 MHz (entre 11,7 et 12,5 GHz). Tout l'art de la distribution des fréquences a consisté à attribuer plusieurs fois les mêmes canaux sans risquer de brouillage entre les émetteurs.

Ainsi, avant même que l'on sache ce que l'on va faire de ces merveilleux engins qui, recevant de la Terre des signaux radioélectriques, les renverront vers tous les récepteurs de télévision à la vitesse de la lumière, on leur a d'ores et déjà alloué une place dans le ciel et l'on a normalisé leur fonctionnement. Une fois encore, la technique est prête ; les hommes ne le sont pas. A vrai

(1) La répartition concernant les pays d'Amérique doit avoir lieu en 1983.

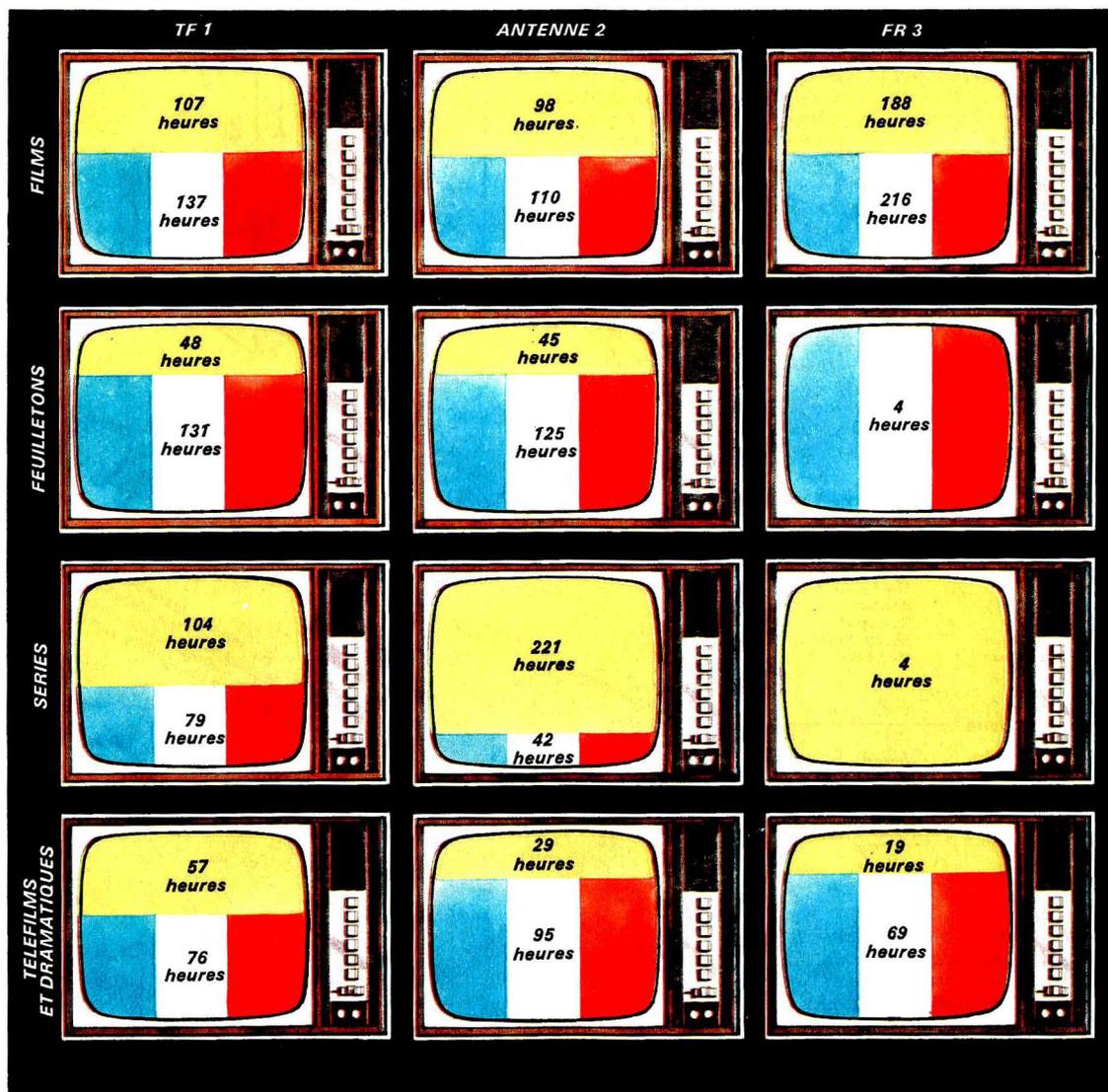
dire, personne ne met en doute les avantages des satellites de radiodiffusion directe.

- En premier lieu, ils permettent de libérer au sol un certain nombre de fréquences. Si, par exemple, dans un pays, deux ou trois chaînes de télévision sont retransmises par satellite, cela fait autant de fréquences disponibles pour d'autres usages, disponibilité d'autant plus appréciable que, sur terre, le spectre des fréquences utilisables dans de bonnes conditions est particulièrement saturé.

- Second avantage : ils élargissent considérablement la gamme des fréquences exploitables. En effet il est difficile, au sol, d'utiliser des fréquences élevées, qui franchissent mal les obstacles. Par contre, émises depuis l'espace, elles peuvent atteindre vallées encaissées, cuvettes profondes et sites isolés.

- Le troisième avantage découle du précédent : les satellites rendent inutile l'installation de réémetteurs destinés à supprimer les zones d'ombre (zones où les émissions ne peuvent parvenir en raison de la configuration du terrain). Par exemple, le satellite français effacera la majeure partie des 3 250 zones d'ombre qui subsistent encore dans notre pays et qui touchent environ 1% de la population de l'Hexagone. Or, pour satisfaire ces 500 000 personnes, il faudrait, dans l'état actuel des choses, aménager autant de réémetteurs qu'il en existe déjà sur tout le territoire national.

- Enfin, le coût annuel (amortissement et exploitation) d'un satellite est 3 à 4 fois moindre que celui d'un réseau terrestre. A l'heure actuelle, la facture payée à TDF par la seule deuxième chaîne française (A2) s'élève à plus de 200 millions de francs par an, pour 4 500 heures d'utilisation du réseau hertzien. Avec un satellite à 5 canaux, la dépense ne devrait pas excéder 70 millions par canal. Alors que l'entretien



**On n'empêchera pas l'"invasion" étrangère de dépasser largement ce qu'elle est déjà aujourd'hui.** Ci-dessus, le nombre d'heures de programmes de fiction étrangers (en jaune), notamment américains, comparé au nombre d'heures de programmes français (bleu-blanc-rouge) sur chacune des trois chaînes nationales. Et quand la télédiffusion par satellites sera devenue réalité, qui pourra empêcher les téléspectateurs français de s'équiper pour recevoir toutes les télévisions étrangères qu'ils pourront capter ?

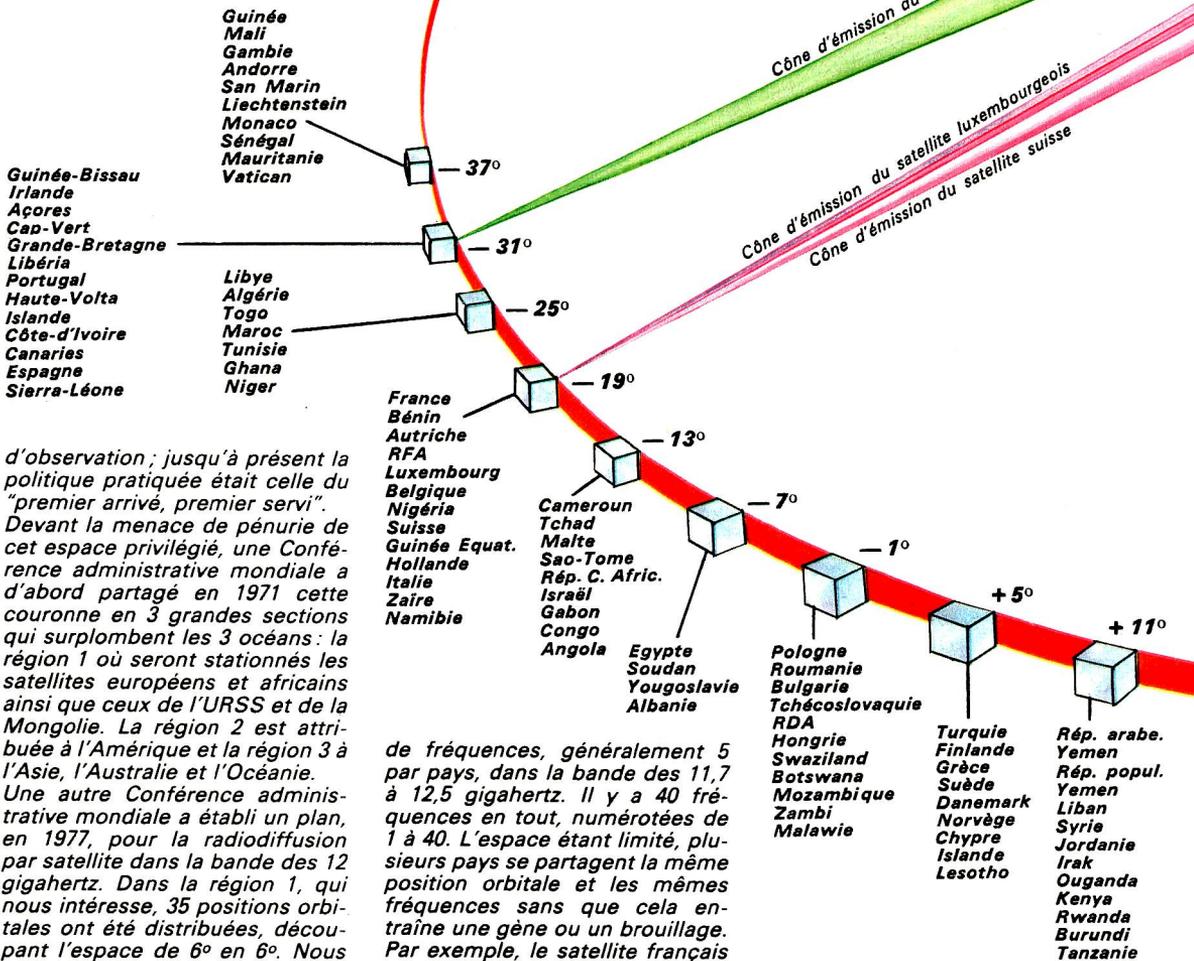
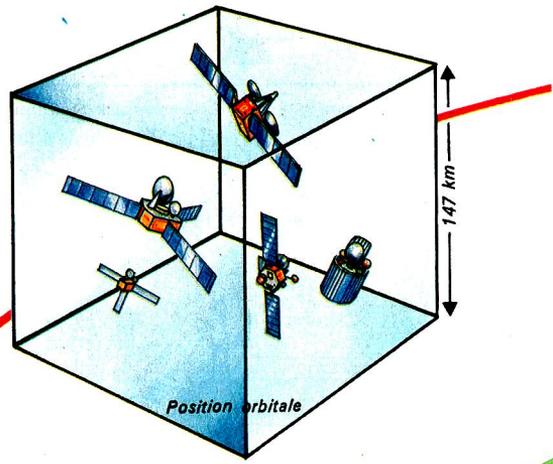
de notre réseau terrestre mobilise environ 3 000 personnes, le satellite n'en requerra pas plus d'une trentaine, dont la mission essentielle sera de le maintenir en place. En effet, tant à cause du champ de gravitation terrestre, qui n'est pas parfaitement uniforme, que par suite de l'attraction d'autres planètes et de la pression solaire, le satellite aura tendance à dériver. Il faudra donc le surveiller en permanence par télémétrie et le ramener dans le droit chemin par télécommande dès qu'il menacera de sortir du cube spatial de 147 km de côté qui lui aura été assigné et qu'il partagera avec les satellites étran-

gers logés à la même enseigne orbitale. D'ailleurs, bien plus que l'usure du matériel électronique embarqué, ce sont ces manœuvres qui limitent la durée de vie d'un satellite de télévision : au bout de sept à dix ans, il ne possède plus assez de carburant pour rectifier sa route à petits coups de tuyères, et il va se perdre dans l'infini des cieux.

Tous ces avantages sont si évidents qu'un nombre sans cesse croissant de pays veulent en bénéficier et qu'il se prépare une rude bataille, à la fois économique, juridique, culturelle et politique. Déjà l'on assiste aux premières passes

# UN PARC DE STATIONNEMENT INTERSTELLAIRE

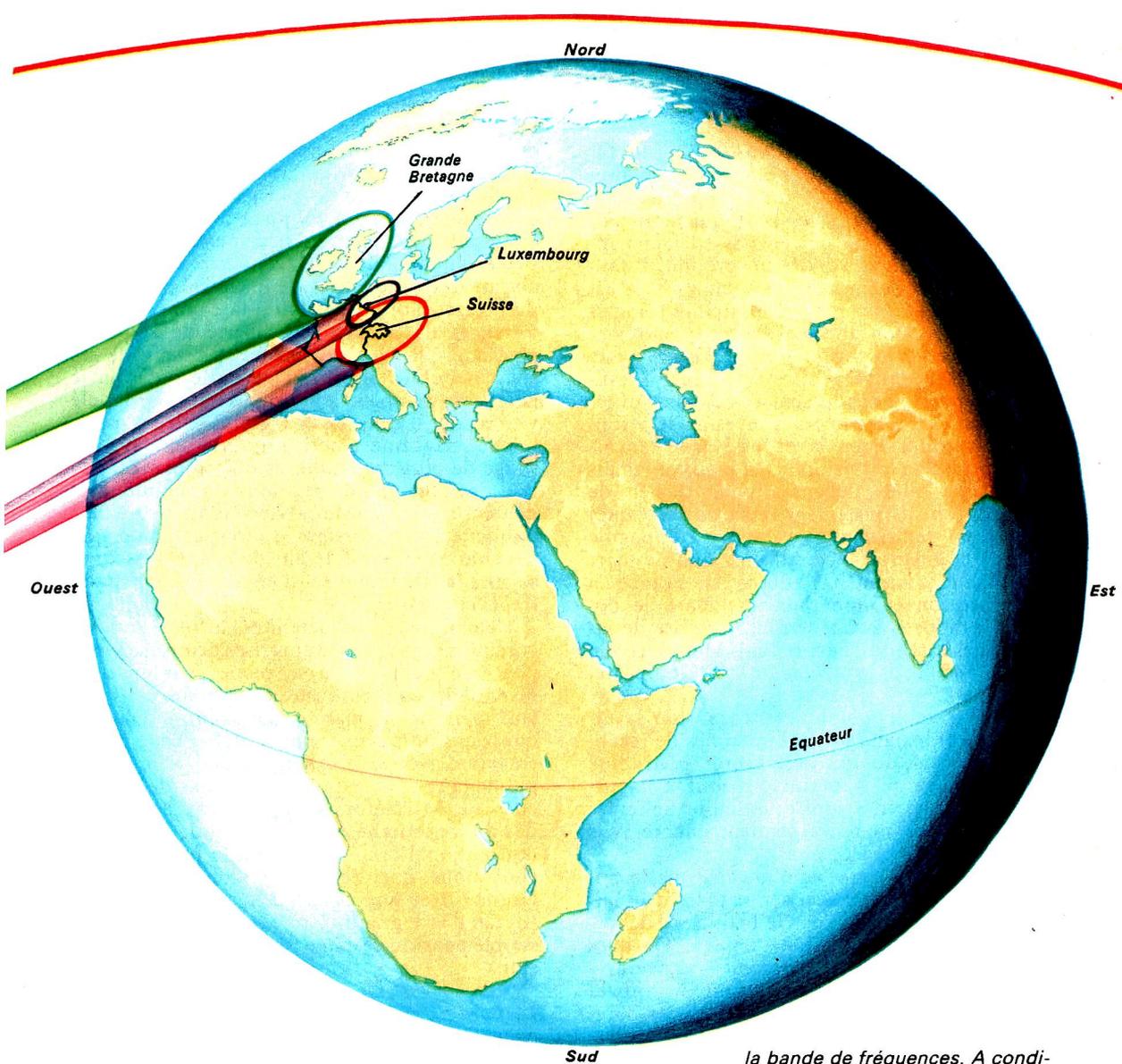
"Bien commun de l'humanité", l'orbite circulaire située à 35 786 km au-dessus de l'équateur représente une place de choix dans l'espace. Sur cette orbite, que l'on appelle orbite géostationnaire, un satellite tourne en effet à la même vitesse angulaire que la Terre sur elle-même, évitant ainsi les équipements terrestres de repérage et de poursuite, nécessaires pour n'importe quelle autre orbite. D'où l'intérêt prodigieux pour un pays d'y "stationner" un satellite, particulièrement un satellite de radiodiffusion directe. Avant même qu'un seul de ces satellites soit lancé, il est apparu nécessaire de réglementer l'accès à cette couronne de 246 000 km de circonférence et de 147 km de côté et d'épaisseur sur laquelle tournent déjà quelque 200 satellites de télécommunications ou



d'observation ; jusqu'à présent la politique pratiquée était celle du "premier arrivé, premier servi". Devant la menace de pénurie de cet espace privilégié, une Conférence administrative mondiale a d'abord partagé en 1971 cette couronne en 3 grandes sections qui surplombent les 3 océans : la région 1 où seront stationnés les satellites européens et africains ainsi que ceux de l'URSS et de la Mongolie. La région 2 est attribuée à l'Amérique et la région 3 à l'Asie, l'Australie et l'Océanie. Une autre Conférence administrative mondiale a établi un plan, en 1977, pour la radiodiffusion par satellite dans la bande des 12 gigahertz. Dans la région 1, qui nous intéresse, 35 positions orbitales ont été distribuées, découpant l'espace de 6° en 6°. Nous n'avons représenté que les 9 positions qui concernent plus particulièrement les téléspectateurs européens de 37° Ouest à 11° Est. Chaque pays appartenant à la région 1 s'est vu attribuer une position orbitale et un certain nombre

de fréquences, généralement 5 par pays, dans la bande des 11,7 à 12,5 gigahertz. Il y a 40 fréquences en tout, numérotées de 1 à 40. L'espace étant limité, plusieurs pays se partagent la même position orbitale et les mêmes fréquences sans que cela entraîne une gêne ou un brouillage. Par exemple, le satellite français utilisera les mêmes fréquences que les satellites libyen, polonais et turc, tous situés sur des positions orbitales différentes les unes des autres et émettant dans des directions éloignées les unes des autres.

Les canaux attribués à chaque pays se trouvent soit dans la moitié inférieure, soit dans la moitié supérieure de la gamme des 800 mégahertz (comprise entre 11,7



Orbite géostationnaire

et 12,5 gigahertz), ce qui facilite la tâche des industriels, qui auraient eu, le cas échéant, pour des raisons techniques, quelques difficultés à fabriquer des récepteurs couvrant la totalité de la bande des 12 gigahertz.

Par exemple, pour la position 19° Ouest, la première moitié de la bande de fréquences (canaux de 1 à 20) est attribuée à la France, au Luxembourg, à la RFA et à l'Autriche; la seconde moitié de la bande est attribuée à l'Italie, à

la Hollande, à la Belgique et à la Suisse.

Pour réduire les risques de brouillage entre les pays qui utilisent les mêmes fréquences ou des fréquences voisines, on utilise des polarisation différentes (circulaire droite ou circulaire gauche). C'est-à-dire que l'on filtre le signal électromagnétique de manière à privilégier certaines orientations du champ électromagnétique. Avec un matériel de réception donné prévu pour un satellite — antenne parabolique et adaptateur —, un téléspectateur pourra recevoir tous les satellites qui ont la même position orbitale, à condition qu'ils émettent des signaux de même polarisation et à des fréquences qui se situent dans la même moitié de

la bande de fréquences. A condition aussi, bien sûr, que ces satellites arrosent le territoire de ce téléspectateur.

En France, sans rien ajouter au matériel de réception prévu pour recevoir le satellite national TDF 1, on ne pourra recevoir en plus que le satellite luxembourgeois. En ajoutant un équipement électronique qui permette de recevoir une double polarisation, on recevrait en plus la RFA et l'Autriche. Avec un équipement supplémentaire permettant la réception des signaux dans toute la longueur de la bande: Belgique, Suisse, Italie et Hollande. Il faudrait concevoir un dispositif automatique pour orienter l'antenne pour recevoir les satellites situés sur d'autres positions orbitales. Ou prévoir plusieurs antennes. □

d'armes, aux premières manœuvres stratégiques ; les combats plus sérieux ne vont pas tarder.

**Compétition économique d'abord**, avec les fabuleux marchés que représente la fabrication des satellites. Des milliards en perspective. Clients potentiels : tous les pays qui n'ont pas de réseau terrestre ou qui en possèdent un incomplet. Mais, pour vendre un produit, il faut l'exposer et en démontrer les qualités. C'est donc avant tout pour mettre le satellite français "en vitrine", pour attirer l'acheteur étranger, que, nous le verrons plus loin, TDF 1 va être prochainement lancé. « Vitrine coûteuse », estiment les uns, qui repoussent également l'argument selon lequel les sommes investies serviraient de toute façon à désenclaver le 1% de Français encore privés de télévision. « On n'aurait jamais consenti de telles dépenses pour si peu de monde », font-ils justement remarquer. A quoi les autres répliquent : « Quelle compagnie aérienne étrangère achèterait un avion de ligne français que n'aurait pas adopté Air France ? »

Compétition économique aussi dans le domaine des lanceurs. Car le tout n'est pas de fabriquer des satellites, encore faut-il les placer en orbite. Pour la fusée *Ariane*, il y a là de beaux débouchés.

Compétition économique encore pour la fabrication et l'installation des antennes de réception, des câbles, des décodeurs, bref, pour toute l'infrastructure qui capte et distribue à la surface terrestre les émissions du satellite. Selon les spécialistes, ces marchés seraient encore plus "juteux" que les précédents.

Autre front de cette bataille : celui de la publicité. L'objectif est d'accéder au marché publicitaire des pays voisins par le biais des "débordements techniques inévitables". De quoi s'agit-il ? Disons pour le moment — car nous y reviendrons — que, pour arroser un territoire et garantir une réception parfaite à tous ses habitants, un satellite doit avoir une certaine puissance, proportionnelle à la superficie du territoire en question. Résultat : étant donné les formes biscornues de la plupart des pays et l'impossibilité de modeler un cône d'émission suivant le contour des frontières, les signaux radioélectriques émis par un satellite iront forcément déborder chez les voisins. Or, qui dit débordement, dit possibilité de rafler une partie du marché publicitaire du pays empiété. La menace est sérieuse : on estime ainsi en Allemagne fédérale que, si le Luxembourg lançait son satellite, celui-ci pourrait "récupérer" l'équivalent de 900 à 1 800 millions de francs sur les 5 400 millions de publicité recueillis annuellement par la télévision ouest-allemande.

Ces possibles détournements de recettes publicitaires inquiètent vivement les autres supports, en particulier la presse. Car la publicité télévisée attire de plus en plus les annonceurs, qui, à tort ou à raison, jugent son impact plus puissant. En France, cette année, les ressources

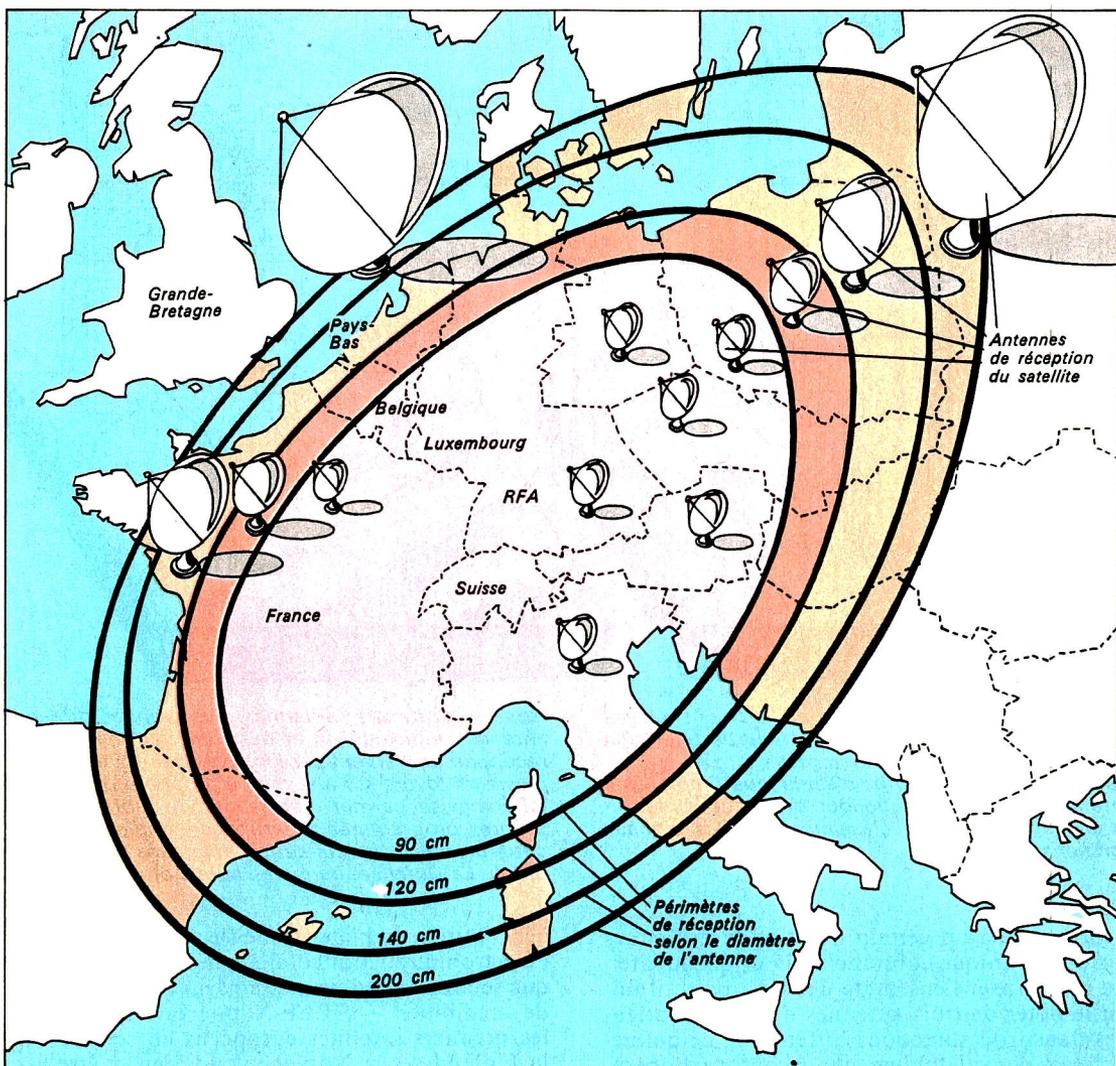
publicitaires de la télévision vont être augmentées de 25%, passant à plus de 2 milliards de francs, sans que, pour autant, tous les candidats au message télévisé puissent être satisfaits. Si donc une chaîne commerciale — luxembourgeoise, suisse ou britannique — transmise par satellite vient couvrir plusieurs régions françaises, elle attirera à coup sûr tout ou partie de ces insatisfaits, au grand détriment de la presse.

L'éventualité de cette "concurrence déloyale" alarme dès à présent M. Jean Cluzel, rapporteur du budget radio-télévision à la commission des Finances du Sénat : « La liberté de la presse, proclame-t-il avec véhémence, a besoin de ressources publicitaires. » Il ne parle pas à la légère : les exemples de journaux tués par la télévision sont légion. Le cas le plus célèbre est celui du magazine américain *Life*, qui, avec un tirage de plus de 8 millions d'exemplaires, était l'un des plus grands journaux du monde. Malheureusement pour lui, il dépendait à 90% de la publicité. Aussi, lorsque, du jour au lendemain, ses annonceurs décidèrent de passer leurs messages à la télévision, fut-il condamné à disparaître. C'était en 1972.

Demain, avec les satellites, le péril sera encore plus grand. Les entreprises de presse seront peut-être obligées de se reconvertir en organismes de communication, afin de conserver leur part de la manne publicitaire. D'autant que, dans un pays comme le nôtre, cette manne est loin d'avoir atteint son plafond. « Le marché publicitaire français a dix ans de retard, constate M. Nérot, vice-président de l'Union des annonceurs. Le pourcentage de PNB (produit national brut) consacré à la publicité n'est chez nous que de 0,75%, contre 1,35% en Grande-Bretagne et 2 à 3% aux États-Unis. » Inutile d'être grand clerc pour deviner où ira ce supplément de réclame : en priorité à la télévision.

**La bataille des programmes** risque d'être plus rude encore que la compétition économique. Car c'est d'elle, en définitive, que dépendra l'issue des autres combats. En effet, pour que les téléspectateurs s'équipent en matériel de réception, il faudra qu'ils soient motivés. S'ils trouvent les programmes alléchants, ils consentiront l'effort financier nécessaire. Et s'ils sont nombreux à consentir cet effort, les annonceurs accourront au grand galop. Plus que jamais les sondages feront la loi, et, à cette guerre des taux d'écoute, il n'est pas certain que ce soient les meilleurs programmes (en qualité) qui l'emportent.

L'enjeu ainsi défini, voyons comment, à travers le monde, les différents protagonistes se préparent à l'affrontement. Les choses ont beaucoup évolué au cours de ces deux dernières années. Notamment aux États-Unis, où l'on avait manifesté jusqu'ici qu'un intérêt modéré pour les satellites de télévision directe, malgré les essais réussis du prototype *ATS 6*(<sup>2</sup>). Aujourd'hui, les Américains mettent les bou-



**Les débordements suisses.** Personne n'en parle beaucoup. Pourtant, le projet de satellite suisse TEL-SAT avance ; le groupe privé mi-suisse, mi-britannique qui est à l'origine du projet n'attend plus que le feu vert du gouvernement fédéral. Presque tous les téléspectateurs français pourront le recevoir, à condition d'avoir une antenne de dimension appropriée.

chées doubles, aiguillonnés par le vaste marché potentiel que représente un pays de 250 millions d'habitants. Sur le bureau de la Federal Communication Commission (FCC), quatorze demandes d'exploitation ont été déposées, émanant toutes d'organismes privés. Huit d'entre elles auraient d'ores et déjà été acceptées. C'est une filiale de la COMSAT<sup>(3)</sup>, groupement d'intérêts privés à qui a été octroyé le monopole des transmissions par satellites, qui a déposé la première requête ; mais toutes les quatorze visent le même objectif : la télévision payante. Les données du problème sont identiques pour l'ensemble des candidats : seuil de rentabilité estimé à 5 millions d'abonnés à 20 dollars (120 F) par

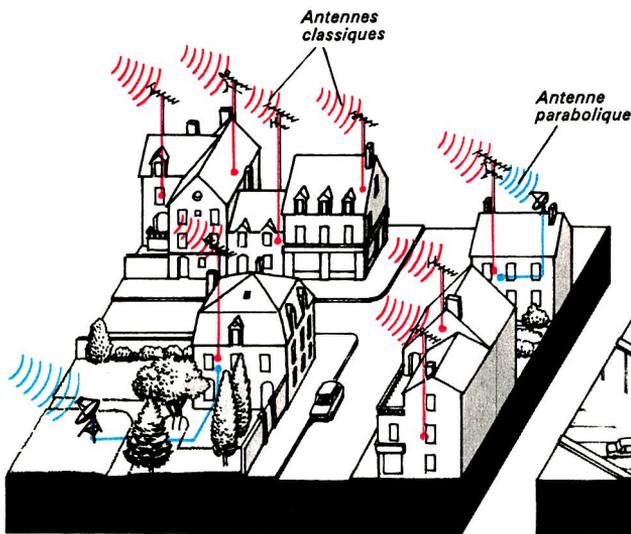
mois ; lancement envisagé pour 1985-86 ; coût de l'opération tournant autour de 600 millions de dollars (3,6 milliards de francs). « Tout se passe, aux États-Unis, comme si les satellites étaient déjà sur orbite », observe M. Brachet, chef de la division des programmes d'application du CNES (Centre national d'études spatiales).

**Satellites de télédiffusion : les projets européens.** Le projet NORD-SAT, qui avait été conçu par cinq pays nordiques (Danemark, Finlande, Islande, Norvège et Suède) en vue d'une meilleure intégration culturelle, paraît aujourd'hui définitivement enterré. Critiqué par les partisans de la décentralisation, il s'était égale-

(2) Voir lexique, p. 195.

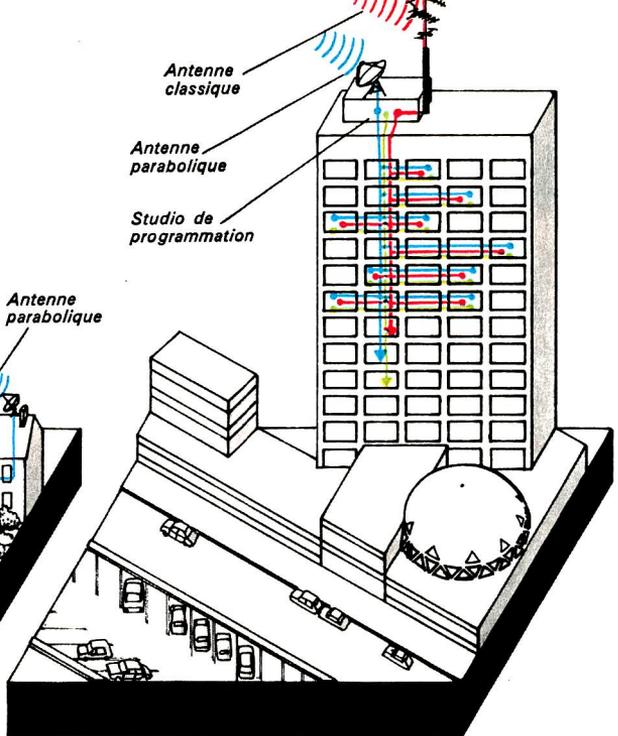
(3) Il s'agit de STC (Satellite Television Corporation).

## DU PRODUCTEUR AU CONSOMMATEUR : 4 CIRCUITS



Qu'ils viennent de l'espace ou qu'ils soient relayés par voie hertzienne, les programmes de télévision peuvent être reçus par 4 systèmes.

**Réception individuelle :** c'est la plus simple. Une antenne sur le toit, parabolique pour recevoir les signaux du satellite ou classique pour les signaux hertziens.



**Réseau collectif :** antennes plus grandes que les antennes individuelles et matériel électronique de réception desservent par l'intermédiaire d'un câble, plusieurs foyers sur une même propriété privée. La loi française permet d'envisager de fabriquer ses propres programmes à partir d'un studio situé sur cette propriété, ce qui se fait déjà dans un immeuble de La Défense, dans des hôtels et cliniques.

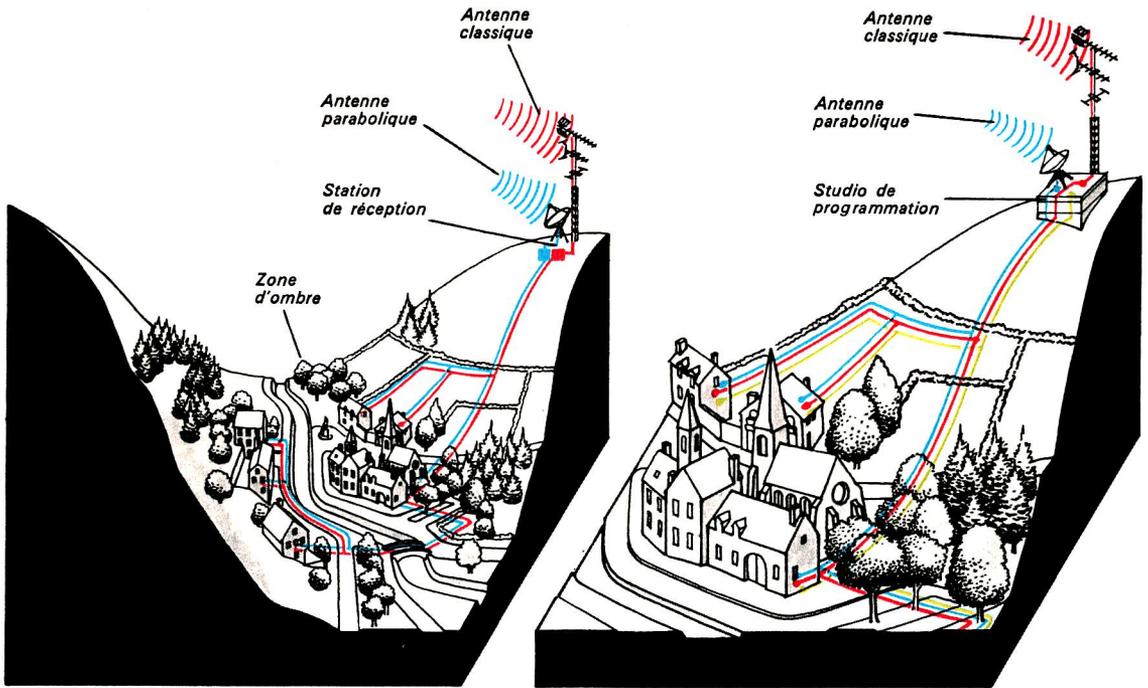
ment heurté à un certain nombre de difficultés d'ordre technique et financier. Pour que le satellite pût arroser l'ensemble des cinq pays, il fallait le doter de trois antennes d'émission orientées dans trois directions différentes, ce qui accroissait considérablement le coût de l'opération.

D'autre part, si la Finlande et l'Islande étaient prêtes à autoriser la publicité, les trois autres pays y étaient opposés.

Enfin, comme il était prévu de répartir les dépenses en fonction des produits nationaux bruts, les Suédois écopaient de la plus grande part de l'ardoise, alors que les Norvégiens, en raison de la configuration tourmentée de leur territoire, tiraient le meilleur bénéfice de l'entreprise. On ne s'étonnera donc pas que les rumeurs aient accusé les Suédois d'avoir freiné le projet. Par contre, on notera avec intérêt que, quelque temps après, la Suède faisait part de son intention de lancer son propre satellite de télévision, TELE-X, qui assurerait également quelques missions de télécommunications. L'accord intervenu entre des industriels suédois (SAAB et LM Ericsson) et le consortium franco-allemand Eurosatellite, n'est peut-être pas étranger à ce revirement. La Suède a obtenu de fabriquer certains éléments des satellites du consortium, en échange de quoi elle s'est enga-

gée à utiliser la plate-forme (le satellite nu, sans l'électronique) franco-allemande. Maintenant que le projet suédois a atteint un certain niveau de crédibilité — TELE-X pourrait être parmi les premiers satellites européens en service —, la Finlande et la Norvège voudraient y être associées !

Cela dit, c'est sans doute le projet luxembourgeois qui fait couler le plus d'encre. La Compagnie luxembourgeoise de télédiffusion envisage en effet de se doter d'un satellite de télévision directe, LUX-SAT. Ne dissimulant nullement ses intentions commerciales, elle a bien du mal à imposer ses vues, car ses puissants voisins, la France et surtout la République fédérale d'Allemagne, ne voient pas d'un bon œil l'arrivée d'une chaîne mercantile qui ne manquerait pas de déborder sur leur territoire, de prélever une partie de l'audience de leurs chaînes nationales, et, par voie de conséquence, de ravir des recettes sur leur marché publicitaire. Déjà, avec Radio-Luxembourg, la CLT tire 50% de ses ressources de France et 30% d'Allemagne. En Belgique francophone, Télé-Luxembourg recueille l'audience la plus forte, dépassant la chaîne nationale belge ainsi que les trois chaînes françaises réunies. Or, LUX-SAT toucherait au moins 40 millions de téléspectateurs, peut-être même 100 millions avec un matériel de récep-



**Réseau communautaire :** une station centrale de réception, cœur du réseau, reçoit les signaux hertziens et ceux des satellites, les traite et puis les distribue par câbles à toute une ville ou à un village. Il existe en France quelque 100 000 foyers raccordés à ce type de réseau, qui est surtout développé dans les zones d'ombres, les villes frontalières et les sites classés.

**Réseau de télédistribution :** la station centrale de réception, en plus de retransmettre les programmes de la voie hertzienne et des satellites, peut également produire (comme le réseau collectif) des émissions ou diffuser des films. En France, ce type de réseau n'existe pas. □

tion suffisamment puissant.

Pour apprécier l'émotion suscitée en Allemagne par le projet luxembourgeois, il n'est que de rapporter les propos tenus par M. Albrecht Müller, directeur de la planification à la Chancellerie fédérale, à l'occasion d'un colloque qui s'est déroulé à Liège à la fin de 1980 : « La programmation du satellite luxembourgeois risque d'entraîner la destruction de la cellule familiale allemande... » Cette déclaration, pour le moins excessive, devait être par la suite nuancée par le gouvernement de Bonn ; elle n'en traduit pas moins l'état d'esprit avec lequel ont été accueillis les desseins de la CLT.

Quant au gouvernement français, il ne peut guère (et ne souhaite sans doute pas) afficher une opinion contraire à celle de son partenaire dans la construction du satellite franco-allemand ; une clause du contrat entre les deux pays stipule en effet qu'aucun des deux gouvernements ne doit prendre d'initiatives « susceptibles de porter préjudice » à l'autre en matière de politique culturelle. Pour comprendre les réactions de nos voisins d'outre-Rhin, il faut savoir que les sociaux-démocrates, qui détiennent actuellement le pouvoir et contrôlent très étroitement les médias audio-visuels, sont opposés à l'intrusion de toute nouvelle chaîne de télévision dont la maîtrise risquerait de leur échapp-

per. En revanche, les chrétiens-démocrates, aujourd'hui dans l'opposition, et qui ne trouvent une oreille favorable que dans la presse écrite, ne seraient pas fâchés d'avoir accès à la télévision par le biais d'une chaîne étrangère empiétant sur le territoire germanique. Dans cette lutte d'influence, ils ont reçu le renfort des petits éditeurs allemands qui, ayant cherché à participer au projet de satellite national, et ayant été éconduits, se sont délibérément tournés vers la Compagnie luxembourgeoise de télévision.

Tel est le contexte qui entoure la gestation de LUX-SAT. Pour le moment, rien n'est décidé. Mais pourra-t-on encore longtemps empêcher un État comme le Luxembourg, dont la principale richesse, la sidérurgie, est en pleine crise, de développer son secteur audio-visuel, dans lequel il possède une bonne expérience et qui constitue l'une de ses rares chances de survie économique ? Inversement, le Luxembourg peut-il indéfiniment faire fi des intérêts économiques, politiques et culturels de ses voisins français et allemands ?

En attendant qu'une réponse soit fournie à cette double interrogation, la Compagnie luxembourgeoise de télédiffusion parachève son étude. Dans ses grandes lignes, le projet LUX-SAT, qui représente un investissement de l'or-

(suite du texte page 190)

# L'imagination électronique

*La création d'image par les ordinateurs se généralise. Des terminaux qui obéissent à la voix permettent de créer instantanément et d'animer des vues d'objets qui n'existent pas. Les pilotes s'entraînent en modifiant par leurs commandes des paysages calculés par la machine. Et, dans quelques mois, les cinémas présenteront les premiers long-métrages totalement réalisés par ordinateur.*

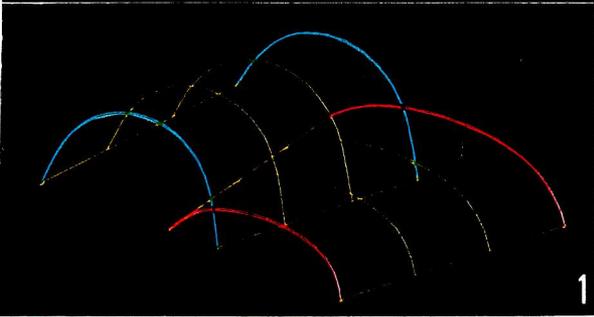
■ Le dialogue de l'homme et de l'ordinateur n'est plus limité par les performances des machines, mais par les capacités de l'homme. En fait, c'est le langage, notre langage humain, qui n'est pas à la hauteur. C'est pourquoi on a dû avoir recours à l'image. En effet, si la voix ne peut énoncer plus de 300 mots par minute (essayez...), l'œil peut distinguer, en une seconde, plusieurs millions de points en 160 teintes et suivant plus de 1 000 niveaux d'intensité. Selon le département américain de la Défense, l'introduction d'un affichage en couleur divise le temps de travail par trois. C'est pourquoi on assiste depuis cinq ans à un développement spectaculaire de ce secteur d'activité qui profite des recherches menées, notamment chez IBM, depuis les débuts de l'informatique.

**L'affichage de données** consiste à représenter des informations par des points sur un écran de télévision, chaque point ayant une position, une couleur et une luminosité. Ces points peuvent s'aligner pour former des lettres, puis des mots, une ponctuation, c'est-à-dire une écriture : le tableau de bord préparé par Thomson pour l'Airbus A 310 ne comportera plus de cadrans, mais des écrans où s'afficheront ainsi toutes les informations concernant le vol (altitude, cap, pressions diverses, vitesse, consommation, etc.).

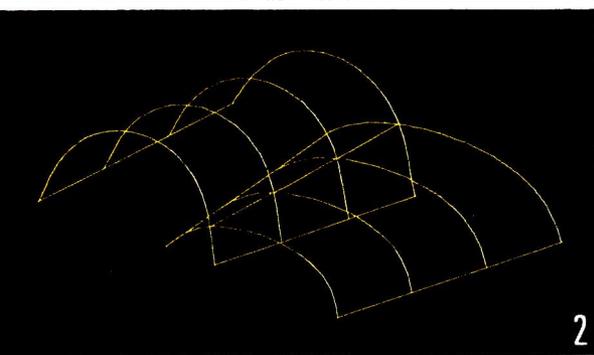
Dans d'autres applications, ces points formeront des traits ou des surfaces de dimensions, de formes et de couleurs différentes. Un exemple : plus besoin de tableaux de chiffres pour connaître l'échauffement des différents points de la navette spatiale Columbia, car l'engin apparaît sur l'écran de contrôle avec des coloris correspondant aux températures, en temps réel, c'est-à-dire à l'instant de la visualisation.

Quelles que soient les applications de la synthèse graphique, les points de l'image sont générés sur l'écran cathodique conformément aux ordres envoyés par un ordinateur qui obéit lui-même à un programme, c'est-à-dire qu'il exécute un certain nombre de calculs. Plus l'ordinateur est puissant, c'est-à-dire plus sa mémoire est étendue, et plus il pourra effectuer les calculs de programmes complexes. Les premiers systèmes, mis au point dans les années soixante-dix, ne pouvaient faire que des dessins au trait, pas d'aplats (surfaces de couleur), ce qui explique que les applications les plus fréquentes de la synthèse d'images par ordinateurs concernent l'édition de résultats numériques, principalement par des diagrammes, des plans ou des courbes de niveau. Mais les ordinateurs sont, maintenant, capables de calculer, un à un, chacun des 256 000 points d'une image de télévision. Certains systèmes permettent même une finesse beaucoup plus grande, la seule limite étant le temps de calcul.

Grâce à ces progrès, les ingénieurs sont capables, par exemple, de représenter les calculs de la déformation d'une tôle sous l'effet d'un choc, et animer ainsi une séquence mettant en évidence les défauts du métal et les endroits qu'il faudra renforcer. De leur côté, les chimistes emploient ces vues à haute définition, pour remplacer les énormes modèles moléculaires en plastique. Ces assemblages de boules étaient très longs à réaliser. Leur représentation s'obtient d'autant plus vite que la machine connaît les caractéristiques de chaque atome, les nombres de liaisons possibles, leurs angles, leurs écartements. Mieux, l'opérateur peut chercher les déformations d'une molécule, et même simuler les réactions chimiques. La chimie orga-



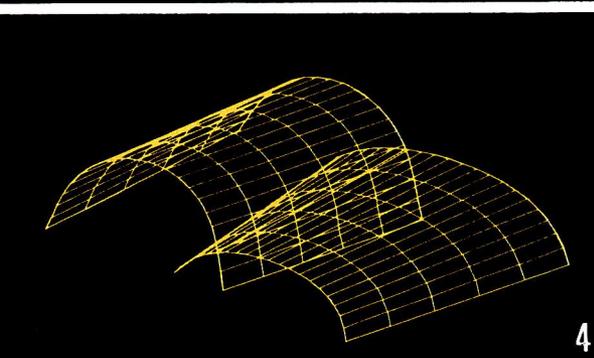
1



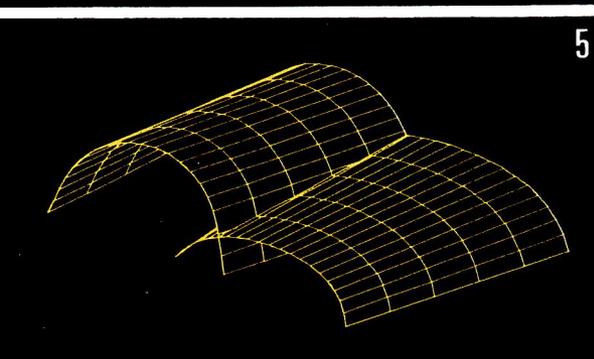
2



3



4



5

nique et les industries pharmaceutiques disposent donc d'un nouvel outil très puissant. Il a permis notamment aux chercheurs de comprendre le mode d'action de la Daunomycine, une substance anti-cancéreuse. Autre exemple: la firme américaine Mercks a, ainsi, découvert un produit analogue à la somatostatine, utilisée dans le traitement du diabète, qui a l'avantage de rester longtemps dans l'organisme. Ce médicament est actuellement expérimenté sur les animaux. En Californie, au Laurence Livermore Laboratory, on essaie, avec ces méthodes, de mettre au point de nouveaux types de verres

### AVEC DEUX TRAITS, CATIA DESSINE TOUS LES VOLUMES

Ces cinq vues démontrent les possibilités du logiciel Catia. L'opérateur n'est intervenu que pour la première (1), la suite de la séquence étant entièrement automatique. Pour chacune des deux surfaces, il a suffi de dessiner, à l'aide d'une tablette numérique reliée à l'écran, deux projections des deux arcs extrêmes (en rouge et en jaune). Le programme a complété ces courbes en une surface simple, en a déduit les équations paramétriques et a représenté, sur chaque surface, quatre autres courbes (en blanc). Puis, la machine a trouvé l'intersection des deux surfaces (2), a tracé le contour apparent de la surface de gauche (3), a ajouté des facettes pour obtenir une image plus fine (4). Le programme s'est achevé par l'élimination des parties cachées (5). Catia peut aller encore plus loin: les robots de fabrication ou les pinces à souder et leurs positions sont définis en même temps que les caractéristiques de la pièce à fabriquer que ce programme sait représenter comme nous l'avons vu.

pour fabriquer des lasers plus efficaces. Quant aux Anglais, ils ont réalisé à l'université de Londres un court métrage qui transporte le spectateur au cœur d'une molécule d'hémoglobine, pour en faire comprendre la structure.

**L'utilisation du matériel: un jeu d'enfant.** Contrairement à ce que peuvent laisser croire ces exemples, la synthèse d'images n'est pas réservée aux grosses équipes des multinationales ou des facultés. D'autant moins que son utilisation ne demande aucune compétence particulière, et nous sera probablement aussi familière dans quelques années que les calculatrices de poche aujourd'hui. Tout le monde sait de nos jours introduire des données en tapant sur un clavier. Cela reste un jeu d'enfant, quelle que soit la complexité des installations.

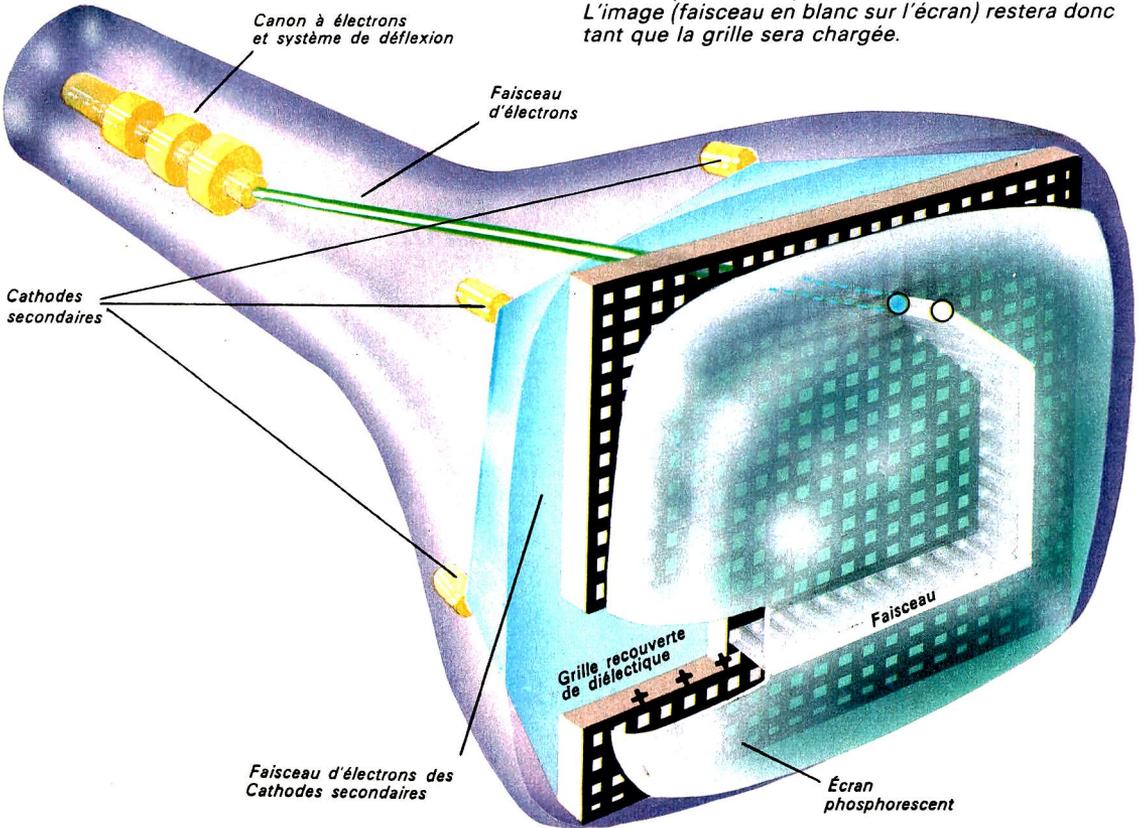
En outre, de nombreux perfectionnements contribuent à faciliter ces opérations. Comme les mêmes ordres reviennent fréquemment: grossissement, déplacement vers la droite, vers le haut, les touches de fonction respectives ont été ajoutées au clavier classique. Des touches programmables ont enfin complété la console:

(suite du texte page 84)

# COMMENT FONCTIONNE UN ÉCRAN D'ORDINATEUR

Les écrans des consoles-ordinateur fonctionnent selon le même principe que nos téléviseurs, utilisant le système du tube cathodique. Des électrons sont émis par une ou trois cathodes, suivant que l'on désire une image en noir et blanc ou en couleur. Accélérés et guidés dans un faisceau par des champs électriques, ces électrons vont frapper

le faisceau d'électrons passe au travers d'une grille aux mailles fines recouverte de diélectrique et y laisse une image de charge positive (point bleu sur la grille). Un condensateur reste chargé tant qu'on ne le met pas en court-circuit. L'image électrique sera donc permanente. Et les charges positives accéléreront suffisamment les électrons des cathodes auxiliaires pour maintenir la phosphorescence, même après le départ du faisceau d'électrons. L'image (faisceau en blanc sur l'écran) restera donc tant que la grille sera chargée.



l'écran recouvert de substances phosphorescentes (phosphore, sulfures de zinc, etc.), qui s'illuminent sous l'impact et restent brillantes quelque temps. Mais, au bout d'un cinquième de seconde, l'intensité lumineuse est réduite de moitié. Si l'on veut maintenir l'image, il faudra donc utiliser une des deux solutions qui existent actuellement en technique d'affichage et qui consiste, soit à fixer l'image sur l'écran, soit à la retracer en permanence.

## 1. Le tube cathodique à mémoire (ou système de visualisation à vecteurs permanents ci-dessus).

Dans ce tube, mis au point il y a une dizaine d'années par la firme Tektronics, des cathodes secondaires envoient continuellement un nuage d'électrons (en bleu sur le dessin) de faible énergie sur la totalité de l'écran, qui reste éteint, car la puissance de ces électrons est au-dessous du seuil où se déclenche la phosphorescence. Ce seuil est franchi là où passe le faisceau issu du canon à électrons guidé par un système de déflexion (il n'y a ici qu'un seul faisceau car ce système ne fonctionne que pour le noir et blanc). Mais avant de heurter l'écran

Le grand avantage de ce système est que l'image ne clignote pas et peut être aussi complexe qu'on le désire, sans qu'il soit nécessaire d'utiliser de microprocesseur auxiliaire pour "rafraîchir" constamment le dessin. Quant à la qualité de l'image, elle dépend directement de la finesse de la grille de diélectrique.

Les inconvénients, eux, sont de deux ordres. D'abord, des consoles de ce type ne permettent pas de modifier seulement une partie de l'image, ni de l'animer; il faudra donc, en cas de changement, tout effacer et recommencer.

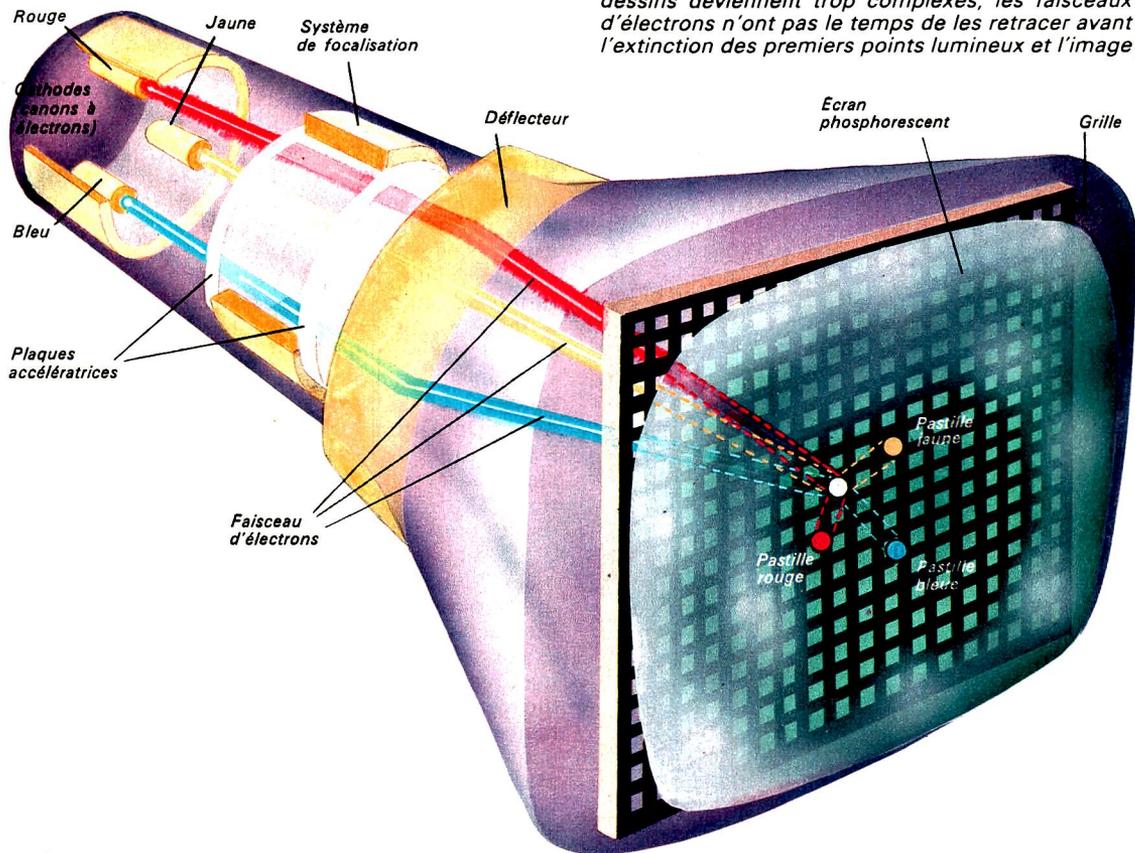
Ensuite, la luminosité n'est pas très forte: les contrastes sont médiocres et, de plus, avec ce système, il n'est pas possible d'avoir la couleur.

Cette méthode a été très répandue à une époque où l'on trouvait économiquement avantageux d'user d'une astuce physique pour se passer d'une électronique encore trop coûteuse et peu performante. Mais les progrès techniques considérables réalisés en ce domaine, risquent de sonner le glas d'une telle méthode. □

**2. Les tubes cathodiques ordinaires** (ci-dessous). Ceux-ci ne sont pas différents de nos téléviseurs domestiques, particulièrement dans les systèmes bon marché. Les ordinateurs individuels destinés au grand public permettent de synthétiser des images sur les téléviseurs familiaux. Dans des tubes cathodiques, trois faisceaux d'électrons (le

C'est à la fois la plus ancienne et la plus employée des techniques. Elle consiste simplement à régénérer 30 à 40 fois par seconde un dessin au trait. L'ensemble est commandé par un microprocesseur intégré au terminal qui permet de garder en mémoire les caractéristiques de la courbe, pour éviter à l'ordinateur de devoir les calculer sans arrêt.

L'inconvénient de ce système est que, lorsque les dessins deviennent trop complexes, les faisceaux d'électrons n'ont pas le temps de les retracer avant l'extinction des premiers points lumineux et l'image



nombre de trois se justifie ici pour la couleur) recommencent le même trajet à grande vitesse avant que l'image ne disparaisse. Pour rendre la couleur, l'écran est constitué d'une multitude de pastilles successivement rouges, bleues et jaunes, qui sont les trois couleurs fondamentales pour la constitution d'une image. Pour que chacun des trois faisceaux aille contacter une de ces trois pastilles correspondant à sa couleur, il sera nécessaire de placer une grille avant l'écran qui empêchera les faisceaux d'atteindre les pastilles auxquelles ils ne sont pas destinés (le faisceau destiné au bleu, soit butera sur la grille, soit atteindra seulement les pastilles bleues, de même pour le faisceau rouge, etc.). Pour être visibles, les trous de la grille, la taille et l'espacement des pastilles ont été sur ce dessin considérablement augmentés. En fait un ensemble de trois pastilles, une jaune, une rouge et une bleue, occupe moins d'un dixième de mm<sup>2</sup>.

Mais dans un terminal on ajoute à ce tube des systèmes électroniques spécialisés qui font appel à deux méthodes différentes :

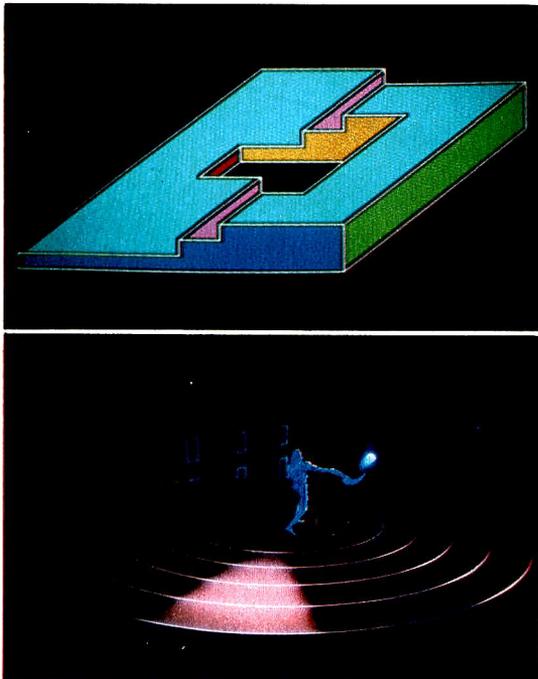
2a. Système de visualisation à vecteurs régénérés.

tremblote ou clignote. L'avantage est que, comme il est possible de modifier la trajectoire du faisceau d'électrons tous les 1/30 de seconde, on peut modifier les tracés de volonté, voire les faire pivoter sur eux-mêmes ; en d'autres termes, on peut faire du dessin animé. Enfin, la luminosité et la résolution de l'image sont excellentes.

2b. Système de visualisation à balayage. C'est la méthode utilisée aussi pour nos téléviseurs domestiques. Les trois faisceaux d'électrons (un seul dans le cas du noir et blanc) balayent 60 fois par seconde tous les points de l'écran, mais leurs intensités sont modulées par des informations gardées dans une mémoire locale intégrée à l'écran. Cette mémoire peut être très importante, car il y a déjà 256 000 points dans une image télévisée ordinaire. Au début, on reprocha à cette technique une mauvaise résolution, du fait du nombre de points forcément limité et de l'aspect en escalier des lignes obliques ou des courbes. Mais, depuis, ces défauts ont pu être rectifiés et cette technique est appréciée pour la luminosité, les contrastes et les couleurs qu'elle confère à l'image. □

(suite de la page 81)

l'opérateur peut changer quand il le veut leur affectation. Si, par exemple, un dessin utilise beaucoup de bleu, on y consacrerait une touche dont l'emploi teinterait en bleu la zone entourant l'index, petit carré lumineux indiquant l'endroit de l'écran où la machine va écrire, dessiner ou effacer. Son déplacement peut être commandé par des touches "vers le haut", "vers le bas", etc. Mais il est évidemment plus simple de désigner l'emplacement choisi en posant un crayon sur l'écran. Ce crayon lumineux, le photostyle, communique à la machine les coordonnées des points désignés mais il empêche de bien voir le dessin que la main cache partiellement. On préfère donc employer une tablette graphique po-



### **LA FICTION ARTISTIQUE PROGRAMMÉE SUR UN CLAVIER**

*Le programme développé à l'École polytechnique par M. Colonna permet de réaliser automatiquement des vues d'objets impossibles dans la réalité, tel cet escalier digne d'un tableau d'Escher, dont les marches montent lorsque l'on suit son bord extérieur, mais descendent lorsque l'on reste à l'intérieur.*

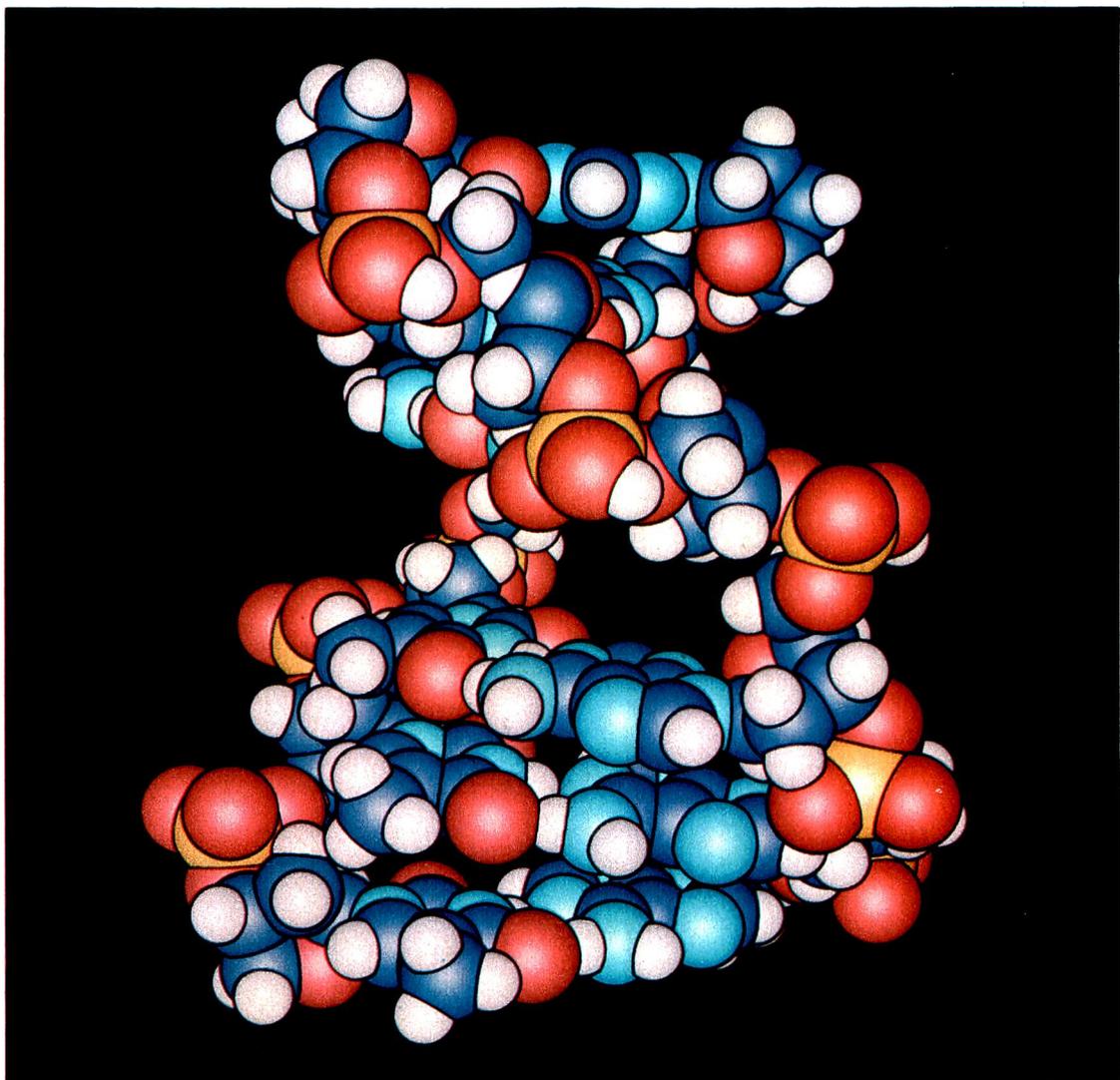
*"Tron" est un film de Walt Disney qui raconte l'odyssée d'un programmeur de vidéo-jeux perdu dans ses créations. Ce n'est pas un dessin animé comme Goldorak, mais des images totalement synthétiques, c'est-à-dire fabriquées exclusivement par l'ordinateur. Les studios n'ont laissé filtrer aucune information, mais l'on sait qu'il suffit, par exemple, de dessiner, grâce à une tablette graphique, deux vues d'un personnage pour que l'ordinateur trouve immédiatement tous les intermédiaires entre ces deux attitudes et créer ainsi le mouvement.*

sée horizontalement. Chaque point de cette surface sensible correspond à un point de l'écran. On peut aussi la recouvrir d'un papier, et, sur les bords, dessiner des cases qu'on assignera aux fonctions dont on a besoin pour un travail donné. Les spécialistes appellent malicieusement la liste de ces commandes, chaque jour différente, "le menu". Les tablettes graphiques déjà très répandues, ne coûtent que 4000 F. Il est donc probable que toutes les installations en seront bientôt pourvues.

Il y a encore plus simple, avec la reconnaissance de la voix, commercialisée depuis un an, par la firme américaine Calma. L'opérateur enregistre 50 ou 100 mots de son choix, sans consommer beaucoup de mémoire : moins de Koctets. Il suffira par la suite de 150 millisecondes pour que la machine comprenne l'ordre. Aux instructions "grossir", puis "stop", par exemple, l'échelle du dessin sera modifiée jusqu'à la valeur désirée. Ce procédé confère une rapidité et un pouvoir de création fantastiques à n'importe quel néophyte. Les systèmes plus compliqués ou plus fragiles disparaîtront. Il en sera ainsi des molettes et des leviers que l'on rencontre aussi dans les jeux vidéo. L'opérateur ne doit pas non plus se sentir dépaysé devant l'écran qui peut être celui de nos téléviseurs classiques, très répandu dans les petites installations. Et si on a spécialisé certains tubes cathodiques pour les adapter aux consoles (voir encadré p. 82), leur aspect n'est guère modifié. S'il n'a été question jusqu'ici que d'écrans, puisqu'ils permettent de dialoguer et de changer l'image au besoin plusieurs fois par seconde, il existe deux autres sorties de ces systèmes informatiques pour éditer les images obtenues : la table traçante et le graveur de films. Dans ces domaines, la firme française Benson détient la deuxième place mondiale. Certes, le traçage de plans sur papier régressera quand la commande directe des machines-outils par l'ordinateur se généralisera. Mais la gravure sur film s'imposera dans toutes les applications, notamment artistiques, nécessitant une qualité supérieure à celle des écrans cathodiques, dont on ne pourrait utiliser la rapidité puisque le calcul de vues très fines peut demander à l'ordinateur plusieurs heures, voire plusieurs jours.

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, la synthèse d'image ne nécessite que rarement des ordinateurs très performants. Au contraire, mis à part les images de haute qualité citées plus haut, et pour lesquelles les Américains ont employé le plus gros ordinateur du monde, le Cray 1, ou les simulateurs de vol, qui ont besoin d'images très rapides, les informations se contentent, dans la plupart des cas, de mini ou micro-ordinateurs. Ainsi, le système Cadet de la firme hollandaise Racal Redac utilise un simple microprocesseur de 16 bits<sup>(1)</sup> et l'installation

(1) Bit : unité d'information en système binaire correspondant au choix d'un des termes de l'alternative "oui ou non". Octet : unité d'information correspondant à un "mot" de 8 bits. Un kilooctet (Ko) = 1000 octets.



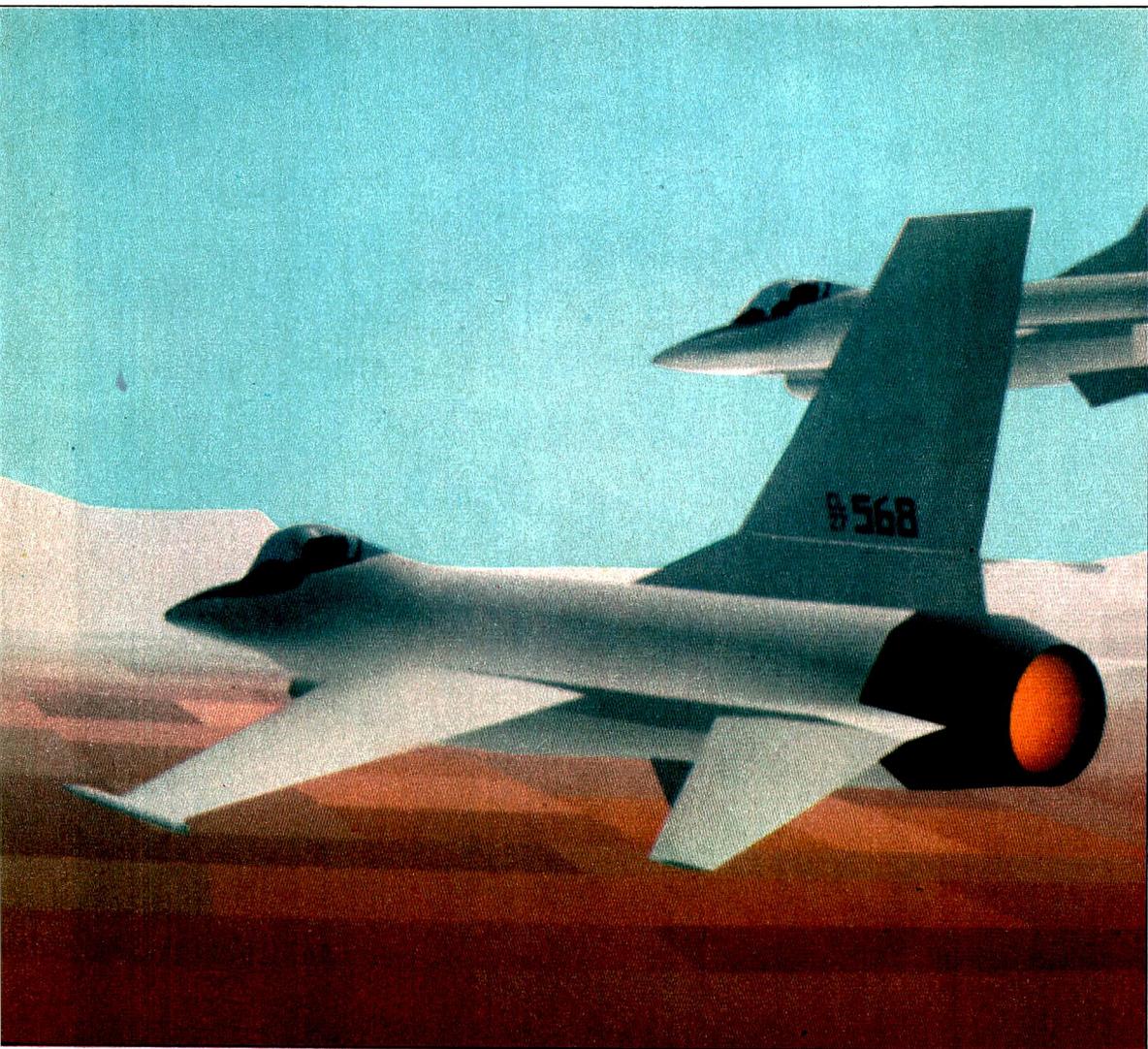
## **LE FILM D'UNE RÉACTION CHIMIQUE DANS L'ADN**

*Pour créer les 6 paires de ce tronçon d'ADN, la machine n'a mis que 2 secondes à déterminer les parties apparentes et celles qui sont cachées dans cet assemblage de 400 atomes. Ensuite, un micro-ordinateur a commandé le coloriage, les ombres, la texture des surfaces et la gravure du film. Ce genre de modèle fait appel à un logiciel très sophistiqué en raison de la très haute définition nécessaire: 2048 x 2048, soit plus de 4 millions de points, c'est-à-dire bien au-delà des 250 000 points d'un écran de visualisation.*

*Cette image n'est qu'une séquence d'un film de 5 minutes destiné à étudier une réaction chimique; on peut d'ailleurs voir les atomes du centre s'écarter pour permettre l'insertion d'une nouvelle molécule. Une telle représentation nécessite un programme qui connaisse les caractéristiques de chaque atome, les nombres de liaisons possibles, leurs angles, leurs écartements. L'opérateur peut chercher les déformations d'une molécule.*

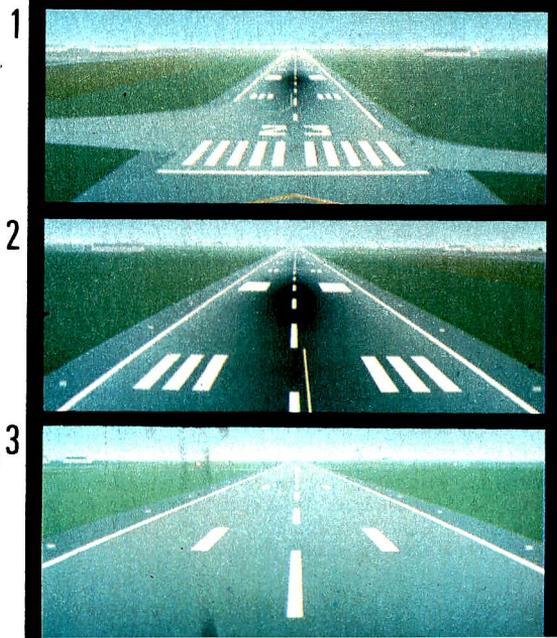
complète ne dépasse pas 250 000 F. Par contre, cette petite machine utilise une mémoire vive<sup>(2)</sup> relativement importante (256 Ko). Ces mémoires évitent d'avoir à répéter tous les calculs pour renouveler l'image, elles sont intégrées à l'écran. On peut mémoriser soit les coordonnées des points de dessin, les vecteurs, soit l'intensité et la couleur de tous les points de l'image. Le premier système, à vecteurs, est destiné à créer des plans. Une capacité de 50 000 vecteurs, qui sont des couples de nombres, c'est-à-dire une mémoire vive totale de 128 Ko, suffit alors. Cette méthode est mise en œuvre sur les terminaux à vecteurs "rafraîchis", où le faisceau d'électron du tube cathodique repasse sans arrêt

(2) La mémoire vive, ou MEV, est celle, effaçable et réutilisable, dont on se sert en cours de travail, par opposition à la mémoire morte, ou MEM, dont le contenu a été fixé lors de la construction de la machine. Cette dernière contient les programmes pré-établis permettant à l'ordinateur d'effectuer les calculs et les opérations de base (fonctions trigonométriques, langage machine, etc.).



## PILOTER UN AVION DE COMBAT COMME DANS UN VIDÉO-JEU

Aux commandes de son zinc, l'élève-pilote voit de son cockpit deux autres avions de sa formation. Le sol défile sous les appareils. Il doit s'aligner sur ses compagnons, ni trop s'approcher, ni trop s'éloigner. Arrivé sur la cible, il doit les suivre dans leur piqué. Il verra alors l'horizon basculer et le sol monter à sa rencontre à une vitesse vertigineuse. Imitant ensuite ses coéquipiers, il larguera ses roquettes, puis redressera le nez de son appareil et regagnera sa base. La piste apparaîtra (1), puis s'approchera (2) et enfin défilera (3) sous son avion jusqu'à l'atterrissage et l'arrêt. Tout ce que notre pilote a vu n'avait en fait aucune réalité : il s'agissait d'images créées par un ordinateur qui les asservit, grâce à son programme, aux commandes d'un avion. Ces images sont générées sur des écrans remplaçant les hublots du cockpit. Ce simulateur est une des applications les plus sophistiquées de la synthèse d'images : elles sont produites au rythme de 30 par seconde pour donner l'illusion parfaite de la réalité.



(suite de la page 85)

sur le dessin, comme le crayon d'une table traçante. Le deuxième procédé, développé à l'école Polytechnique par M. Colonna, a besoin de 9 bits pour définir correctement la luminosité et la chrominance de chacun des 256 000 points d'une image. Le recours aux téléviseurs classiques à balayage permet de simplifier le problème en utilisant des matériels vidéo (disques, magnétoscopes), après un codage en SE-CAM.

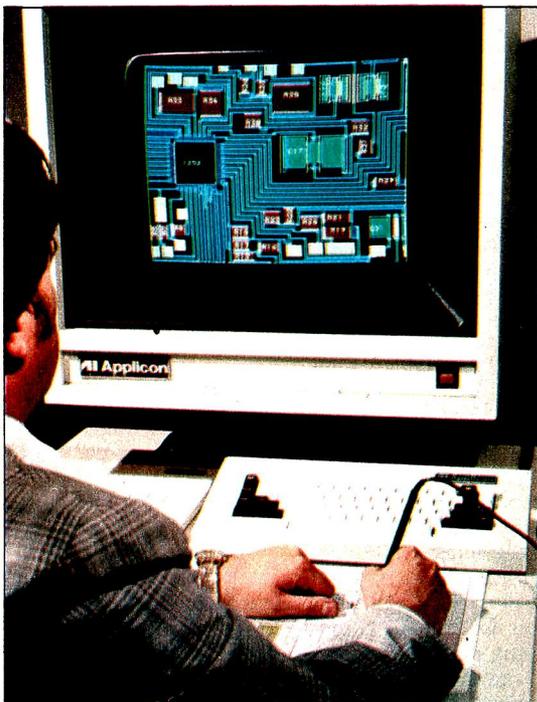
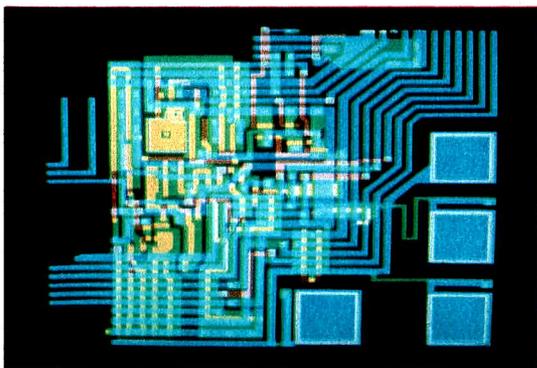
**Tout est dans le logiciel.** Nous avons vu que n'importe quel ordinateur pouvait engendrer des images, à condition d'avoir suffisamment de mémoire. Nous pouvons alors nous demander pourquoi les matériels proposés depuis 20 ans n'avaient pas ces possibilités graphiques. La limite était ailleurs, dans les méthodes de calcul (les algorithmes) ou les programmes, bref, dans tout ce que regroupe le terme logiciel. Ainsi celui de Sistrid coûte plus cher que l'ordinateur CII employé. La France étant le deuxième producteur mondial de logiciels après les États-Unis, elle peut donc envisager avec optimisme son avenir dans la synthèse graphique.

Les bases de ces calculs sont simples ; on utilise les équations de la géométrie. Les points de dessin sont représentés par leurs composantes. La multiplication par un scalaire permet de changer l'échelle, et la multiplication par une matrice permet d'orienter l'objet dans l'espace. Mais les calculs dans l'espace nécessitent 3 à 4 fois plus de temps que dans le plan. Les algorithmes définissent les intersections de surface, cherchent le contour apparent et éliminent les arêtes cachées. Si les calculs sont trop longs, les programmes simplifient les données : les fonctions complexes sont remplacées par des polynômes, les surfaces compliquées par des facettes. Dans la plupart des applications industrielles pour le calcul de plans, les algorithmes s'arrêtent là.

Mais les simulateurs de vol, les vues artistiques, les modèles de chimie organique ont besoin de plus de réalisme. Les programmes deviennent alors excessivement lourds, mais ils savent désormais colorier, imiter différentes textures : lisses, granuleux, pelucheux. La loi de Lambert selon laquelle l'intensité réfléchie par un objet est proportionnelle au cosinus de l'angle entre la source de lumière et la normale à la surface, a permis de représenter les dégradés des ombres. La réfraction, ou la réflexion sur des miroirs courbes ont même fait l'objet de programmes spécifiques.

En outre, chaque application fait appel à des logiciels particuliers : calculs aérodynamiques pour le dessin d'une aile d'avion ou simulation du fonctionnement d'un circuit intégré pour vérifier sa conception. L'avance de la France dans ce domaine a permis de se contenter de 5000 heures d'essais en soufflerie, après 2000 heures de calculs pour élaborer le Mirage 2000. En comparaison, le F16 de General Dynamic est

(suite du texte page 182)

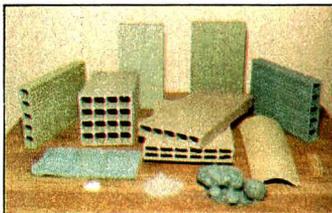


## **DE LA CONCEPTION AU PRODUIT FINI, SANS PLANS NI ESSAIS**

*Pour fabriquer un circuit intégré (en haut), par exemple, les élèves de l'ESIEE, à Paris, cherchent dans une "bibliothèque" interne à l'ordinateur les composants dont ils ont besoin. Ils les associent ensuite dans des circuits de leur choix et désignent, à l'aide d'une tablette graphique, sur l'écran les points de raccordements (ci-dessus). Les programmes automatiques de la machine se chargent de raccourcir au maximum les liaisons. Ils simulent ensuite, toujours sur l'écran, le fonctionnement du circuit ainsi assemblé. Si les résultats sont satisfaisants, ils peuvent déclencher la fabrication des typons et le traçage des masques, eux aussi entièrement automatiques.*

*Il ne reste plus qu'à insoler à travers ces masques les plaques de silicium. Ils obtiendront ainsi le circuit intégré qu'ils ont composé sur l'écran en n'ayant rien manipulé d'autre que le clavier de la console et le style de la tablette graphique. De la même manière, un autre programme permettra de fabriquer des circuits imprimés.*

# Le retour de la brique crue



*Si la nouvelle brique mise au point à l'INSA de Rennes connaît un succès à la mesure de ses promesses, le règne de la brique cuite n'aura été qu'un bref intermède de quelques siècles dans l'histoire plusieurs fois millénaire de la construction, largement dominée par la terre crue.*

■ Cuites ou crues, les briques de terre sont issues de la même matière première, l'argile. Constituant près de 74% de l'écorce terrestre, donc largement disponibles — et ô combien plus faciles à travailler que la pierre —, les argiles propices à la construction sont, après le silex et la pierre taillée, le plus ancien matériau utilisé par l'homme. Elles proviennent du primaire ou du secondaire. Les premières sont produites par l'altération de minéraux, généralement les feldspaths, et contiennent peu d'impuretés, peu d'eau et des parties de la roche mère. Les argiles d'origine secondaire se forment en revanche, à une certaine distance du lieu d'altération de la roche mère, par transport naturel, c'est-à-dire charriées par les fleuves, les glaciers ou les vents. Dans ce cas, les impuretés sont plus nombreuses et les argiles peuvent contenir beaucoup d'espèces de minéraux : kaolinites, micas, illites, muscovites, quartz, composés organiques... Selon la nature de ces impuretés les argiles présentent des couleurs allant du gris bleuâtre aux rouges. Mais toutes ces argiles ont en commun une propriété fondamentale : mélangées à l'eau, elles forment une pâte modelable qui, en séchant, conserve la forme qu'on lui a donnée. C'est pourquoi, au travers des traditions historiques et populaires depuis le néolithique, c'est-à-dire depuis que les humains bâtissent des habitations et des cités, ces argiles, appelées aussi terre crue, ont été le matériau de construction par excellence. Beaucoup plus difficile à travailler, la pierre, quand elle était utilisée, était souvent réservée aux temples, aux palais ou aux fortifications, encore que les édifices de ce type en terre crue ne manquent pas, l'un des plus prestigieux étant la Grande Muraille de Chine. Mais de tels monuments, s'ils ont survécu à l'érosion du temps c'est souvent grâce au travail d'entretien des fidèles ou des sujets dévoués, rémunérés ou même réquisitionnés.

Car la propriété, fondamentale pour la

construction, de faire pâte avec l'eau est en même temps le handicap majeur de la terre crue puisque, de ce fait, sa résistance à la pluie, au gel et autres avatars météorologiques est plus qu'incertaine. Pour pallier cet inconvénient et conférer à ce matériau quelque résistance, il s'est développé à travers les âges et les régions du globe un savoir-faire dont on trouve des variantes d'un pays à l'autre, et souvent d'une région à l'autre d'un même pays. On distingue toutefois deux procédés principaux :

- Le pisé. Son principe repose essentiellement sur la construction de murs très épais (au moins 50 cm), faits de couches successives de terre crue mouillée et compressée dans des coffrages latéraux au fur et à mesure de l'avancement de l'ouvrage.

- L'adobe ou torchis. Là, il ne s'agit plus exclusivement de terre, mais de briques de terre crue mises en forme dans des moules puis séchées au soleil, la terre ayant été au préalable mélangée avec de l'eau et des fibres végétales, le plus souvent de la paille hachée, afin d'obtenir un ensemble cohérent.

Pour remédier à l'érosion des eaux, la tradition populaire a doté les constructions en terre crue de toitures débordantes et de fondations en pierre. Ces toitures, comme de grands parapluies, protégeant les murs, et les fondations évitant les dégâts des eaux de ruissellement. Chez les Aztèques, des briques cuites ou des pierres disposées en motifs décoratifs et encastées dans la maçonnerie protégeaient les constructions. A un stade plus avancé, la brique crue fut renforcée par adjonction à l'argile de faibles doses de ciment, de résidus bitumineux, de résines, etc. Les constructions gagnèrent en résistance, mais les murs devraient être protégés par des enduits eux-mêmes en terre que l'on renouvelait chaque année après les pluies.

Aujourd'hui encore, plus du tiers des habitants du globe vivent dans des habitations en

terre. En France, l'architecture de terre crue représente au moins 15% du patrimoine construit actuel : les fermes autour de Lyon, Reims, Grenoble, Toulouse, Avignon, Chartres et Rennes, sans oublier la Normandie, en sont témoins.

Malgré toutes les précautions souvent ingénieuses et très efficaces citées plus haut, et à mesure que l'industrialisation progressait, la terre crue fut écartée de la construction au profit de matériaux manufacturés plus solides, plus résistants aux intempéries et d'une plus grande souplesse d'utilisation. En France, la pratique de la terre crue s'est maintenue dans les villes jusqu'à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, et s'est prolongée dans les

maximal de la phase cristalline et au développement optimal de la phase vitreuse : il ne sert à rien d'augmenter indéfiniment la température car la phase vitreuse ne doit pas être en excès, mais en quantité suffisante pour permettre une bonne cimentation des grains cristallins. Au-delà, le cristobalite et la mullite se dissolvent et la phase vitreuse augmente, fragilisant ainsi le produit. Toutefois, des températures allant de 900 à 1100 °C sont nécessaires pour obtenir des briques ayant une porosité minimale, c'est-à-dire une imperméabilité et une résistance mécanique intéressantes.

La brique cuite donc, tout comme le béton



*Comme toute construction en brique crue traditionnelle, la Grande Muraille de Chine ne survit qu'au prix d'un entretien permanent.*

campagnes jusqu'à la Deuxième Guerre mondiale. Mais la brique cuite répondant mieux aux exigences de la construction moderne, elle finit par supplanter définitivement la brique de terre crue. Celle-ci est même devenue, depuis, synonyme d'un habitat de pauvreté et d'arriération.

**Structure et fabrication de la brique cuite.** Lorsqu'elle est soumise à un traitement thermique, l'argile subit un changement de structure irréversible : ses trois composants principaux, à savoir le kaolinite, le muscovite et le quartz, après élimination de l'eau, se transforment, au fur et à mesure de l'élévation de la température, en cristobalite, mullite et verre de silicate potassique. Les deux premiers éléments se présentent sous forme de grains cristallins cimentés dans le verre silicaté potassique : la brique cuite est en quelque sorte vitrifiée. La résistance mécanique la plus élevée correspond au développement

plus récent, impliquait dans sa fabrication une consommation importante d'énergie : dans les séchoirs et les fours de cuisson pour l'une ; dans les cimenteries pour l'autre. Longtemps cela ne posa aucun problème, charbon, fuel, électricité étaient abondants et très abordables de prix. Puis survinrent les récentes crises pétrolières et l'on vit foisonner les projets de retour aux dirigeables en aéronautique, aux cargos à voile dans les transports maritimes, pour remplacer les avions et les navires voraces en énergies fossiles. Et naturellement, dans le monde de la construction on repensa à la brique crue si peu gourmande en énergie. Ne pouvait-on pas, par les progrès scientifiques et les techniques modernes améliorer la résistance et l'imperméabilité de ce matériau ?

La réponse à cette question vient d'être apportée, du moins à en croire M. Laquerb, de

l'INSA de Rennes, inventeur d'une brique de terre crue qui répond aux normes actuelles de la construction... et qui servira peut-être à reconstruire Babylone.

Bien avant la crise de l'énergie, on a cherché à améliorer les techniques des anciens bâtisseurs. On a, par exemple, adopté le compactage pneumatique, beaucoup plus puissant et rapide que le damage traditionnel. Pour remédier à la fragilité de la brique crue, des recherches plus récentes se sont portées sur les terres stabilisées déjà citées. En France, au Centre technique des tuiles et briques, à Clamart, un produit de remplacement de la brique plâtrière pour les cloisons intérieures est en phase de semi-industriali-

subir, nous explique l'inventeur. C'est un domaine très difficile de la chimie des ciments, qui est déjà très compliquée... Notre brique se cristallise, au sens classique de la cristallisation. Il y a formation de cristaux d'aluminate, de silicate... On est en présence de réactions d'hydratation entre le ciment et l'eau, et, dans notre cas, l'argile participe à la réaction... Tout ce que l'on sait, c'est qu'il y a des ions qui se déplacent...», reconnaît encore M. Laquerb. L'essentiel c'est que ça marche, puisque les briques Stargile «ont subi avec succès les tests draconiens des laboratoires. Des briques ont passé 24 heures à  $-30^{\circ}\text{C}$  dans un frigo, puis, tout de suite après, à  $+20^{\circ}\text{C}$  dans une étuve, l'opéra-

## PLUS SIMPLE À FABRIQUER, ELLE COÛTE 30% MOINS CHER



Extrusion et découpage des nouvelles briques crues.

sation dans une usine pilote. Mais aucun de ces produits n'a encore atteint le stade de la brique crue de M. Laquerb : dans une vieille briquetterie abandonnée, à 40 km de Rennes, des briques vertes appelées Stargile sont fabriquées, qui ont les mêmes performances que leurs jumelles en terre cuite.

**Le secret de la nouvelle brique crue :** elle contient un certain nombre de produits chimiques à doses homéopathiques. Ces adjuvants chimiques sont de plusieurs sortes. Ils permettent de modifier l'aérogénie naturelle du matériau pour lui permettre de mieux s'écouler pendant le processus de fabrication et au produit de mieux conserver sa forme lors du moulage ou de l'extrusion. Ils interviennent aussi sur les caractéristiques mécaniques de la brique finie et sur sa résistance aux agressions extérieures : ces adjuvants seront ainsi des produits hydrophobes pour augmenter l'imperméabilité ; d'autres interviendront pour limiter les variations dimensionnelles, inadmissibles dans la construction, car elles provoquent des fissures dans les cloisons.

« On n'a pas d'explication fondamentale précise des qualités acquises par notre brique lors des manipulations chimiques que nous faisons

*Dans la briquetterie Stargile, l'argile est chargée dans un premier broyeur pour casser les grosses mottes, puis elle passe dans un broyeur plus fin d'où elle sort en plaquettes. Celles-ci sont ensuite introduites dans un malaxeur où elles sont mélangées avec le ciment, l'eau et les adjuvants chimiques qui donneront au produit fini sa résistance mécanique et son imperméabilité. Les grains de ciment et d'argile y sont répartis uniformément dans le mélange pour éviter les grumeaux. Le mélange est enfin envoyé dans la mouleuse, ou l'extrudeuse si l'on désire obtenir des briques creuses. Dans les deux cas, on obtient, à la sortie, une bande ininterrompue débitée ensuite au fil d'acier réglable à la longueur de brique voulue. Pour sécher, elles sont placées sur palettes où elles restent huit à dix jours, au bout desquels elles sont prêtes à l'emploi. D'une qualité tout à fait comparable aux classiques briques cuites, elles ont coûté 30 à 40% moins cher, car, n'utilisant ni four ni séchoir, leur fabrication consomme environ trois fois moins.*

tion se répétant 25 fois d'affilée. Elles ont été immergées dans l'eau pendant suffisamment longtemps pour être imbibées, puis elles ont été séchées : les résultats sont aussi satisfaisants que pour la brique cuite traditionnelle quant à la résistance à l'eau ; même chose pour le gel et le dégel, etc. ».

**Consommation d'énergie et transport.** « Le gros avantage du Stargile, c'est que nous faisons une brique de 30 à 40% moins chère (!), grâce à l'économie d'énergie que nous réalisons et qui est dans un rapport de un à trois. » On l'aura compris à la lecture de ce qui précède, la brique crue n'a besoin ni du séchoir ni du four de cuisson de la briquetterie classique, tous deux gros consommateurs d'énergie. La seule énergie consommée dans le cas de la Stargile, poursuit M. Laquerb, « c'est l'énergie nécessaire à la fabrication du ciment, plus celle du malaxage et de l'extrusion. Je ne dis pas que les deux dernières sont négligeables, mais elles ne sont pas énormes et, de toutes façons, on les retrouve dans la briquetterie classique, puisque nous utilisons à peu près les mêmes machines. La différence réside dans la quantité nécessaire à la fabrication du ciment opposée à celle consommée par la cuisson et le séchage des briques classi-

ques. Et là, nous sommes très nettement gagnants».

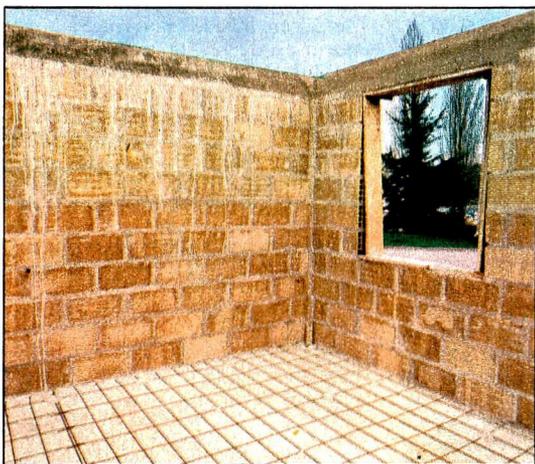
En outre, l'absence de four et de séchoir diminuent d'autant les investissements dans une usine de Stargile. De plus, ces deux éléments gros consommateurs d'énergie, impliquent, pour qu'une briquetterie classique soit rentable, une production minimale de 400 tonnes de briques par jour : le coût d'une telle unité s'élève à quelque six milliards de centimes.

Cette contrainte d'une production élevée a entraîné un regroupement des briquetteries en unités gigantesques. En France, par exemple, 18 usines représentent plus de 50% du marché. Le prix du transport entre, du fait de cette centrali-

aussi satisfaisants qu'avec le Stargile, mais cela viendra.»

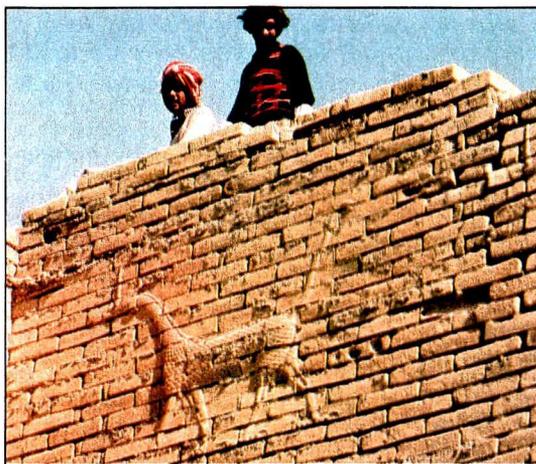
Une autre caractéristique du Stargile c'est de garder la couleur de la terre qui entre dans sa composition. Une brique cuite est irrémédiablement rouge, ce qui n'est pas le cas de la brique de M. Laquerb. Par exemple les briques fabriquées dans l'usine des environs de Rennes, sont vertes parce que l'argile dans cette région est verte. Mais si la terre est ocre, elles sont ocre. Pour la restauration des villes anciennes construites en adobes, cette couleur du Stargile est un sérieux avantage. Restaurer une ville comme Babylone avec les matériaux d'origine peu résistants est une hérésie, la reconstruire en

## CONSTRUIRE AUJOURD'HUI...



Les mêmes utilisations que la brique cuite.

## ... ET RESTAURER LE PASSÉ



Reconstruire Babylone dans sa couleur d'origine.

sation excessive, pour une part non négligeable dans le prix de revient du produit fini. La terre est pourtant, nous l'avons dit, un matériau disponible en abondance pratiquement partout dans le monde. La brique crue permet, au contraire, des unités plus petites et plus rentables et une décentralisation relativement poussée, réduisant dans les mêmes proportions les coûts du transport.

Ces avantages sont bien sûr valables pour les pays développés, mais ils le sont encore plus pour les pays en voie de développement. « Tout notre système peut tenir sur un semi-remorque », précise M. Laquerb, ajoutant que « l'on peut même envisager ainsi des usines mobiles. La seule chose qu'il faudra organiser, c'est l'arrivée du ciment. Mais actuellement nous sommes en train de mettre au point une seconde génération de briques crues, sans ciment, dans lesquelles la cristallisation se fait grâce aux adjuvants chimiques, toujours à des doses infimes. Pour l'instant, on n'obtient pas des résultats

terre cuite rouge alors que sa couleur passée était ocre n'est pas satisfaisant. C'est pourquoi les autorités irakiennes se sont intéressées au Stargile pour l'opération de restauration des vestiges patronnée par l'UNESCO. La brique née dans le laboratoire de Rennes servira peut-être à reconstruire les remparts de Bagdad et l'antique ville de Babylone.

« Mais il ne faut pas se contenter de faire des copies plus ou moins bonnes de ce qui s'est fait ou se fait dans la construction », souligne pour terminer M. Laquerb. « Nous avons un matériau nouveau et nous devons imaginer un système constructible différent. Par exemple, puisque notre matériau peut prendre toutes les formes possibles à l'extrusion, nous pourrions envisager des briques en forme de "légo" et chacun pourrait faire sa maison tout seul. Ou faire un voile mince qui servirait de mur extérieur, un voile mince qui servirait de cloison intérieure et entre les deux un isolant... »

Ces tentatives de synthèses créatives et opérationnelles entre des techniques dites traditionnelles et des techniques dites modernes constitue une voie nouvelle de recherche. Le retour à la terre crue ne prête plus à sourire.

**Anna ALTER** ■

(1) Les barèmes de prix de vente n'étaient pas encore définitivement établis par la société Stargile, aux dires de M. De Gail, le responsable industriel du projet. Pour tous renseignements : Stargile - route de Merdrignac - 35290 Saint-Meen-le-Grand - Tél. : (99) 09.55.27.

# Le bois sauvé des eaux par la résine

*Baigné d'époxydes, le bois fait un retour en force, désormais nanti de qualités mécaniques supérieures à celles du métal, et pour un prix de revient raisonnable. Cette nouvelle technologie a fait la conquête des voiliers de compétition après celle de la NASA.*

■ Quand, il y a quelque temps, la NASA décida de construire des éoliennes (de 200 kW), elle porta d'abord son choix sur de l'aluminium traité comme pour l'aviation pour la réalisation des pales, longues de 18 m. Chaque pale coûta quelque 125000 F; elles se brisèrent au bout de 2000 h de fonctionnement. La NASA porta ensuite son choix sur du pin de l'Orégon (en plis de 16 mm, moulé sous vide et avec contrôle de l'épaisseur de la résine). Chaque pale coûta quelque 25000 F et s'avéra parfaitement fiable. On envisage maintenant des pales, toujours en bois, de 52 m de long! Ce n'est là qu'un exemple, mais il a permis que, par la suite, le bois retrouve sa juste place dans sa "liaison" plusieurs fois millénaire avec la marine. Garni d'époxyde, le voilé prémuini contre l'humidité, sa vieille ennemie. En effet, le bois frais contient pour moitié d'eau; on le fait donc sécher à l'air, aussi bien pour en diminuer le poids que pour en améliorer la rigidité et la résistance à la compression. Mais on ne poursuit le séchage que jusqu'à 15% environ; si l'on descend plus bas, on risque déformation, fissures et gonflements quand le bois réabsorbera de l'humidité. Or, l'époxyde permet à la fois de déshydrater le bois au-dessous de 15% (à 8% environ) et de le protéger contre l'humidité, de même que contre les moisissures, communément appelées "pourriture sèche".

Le procédé d'enrobage s'appelle WEST System (*Wet Epoxy Saturation Technic*); il prévoit 5 couches d'époxydes, représentant 20% de résine pour 80% de bois. Il est actuellement utilisé par des constructeurs de voiliers de compétition,

installés sur le lac Huron, dans le Michigan: ce sont les trois frères Gouegon et la Dow Chemical. Ce procédé est quand même plus subtil qu'un "badigeonnage": il faut choisir des résines et des bois aux caractéristiques mécaniques voisines, l'adhérence des premiers devant être comparable à la cohésion des fibres des seconds. C'est seulement ainsi que l'on obtient un matériau composite digne de ce nom, c'est-à-dire dont la qualité soit supérieure à celle de la somme des composants.

L'on doit aussi contourner la contradiction entre la résistance à la traction des résines et du bois; celle du bois est beaucoup plus élevée, puisqu'elle représente plus de 1 t/cm<sup>2</sup>, et il faut également tenir compte du fait que la résistance à la rupture n'est pas la même dans le sens perpendiculaire aux fibres et dans le sens longitudinal, quand il s'agit par exemple de contreplaqués; elle est évidemment moindre dans le sens perpendiculaire. Mais on peut la tripler en appliquant trois couches d'époxydes sur chaque face. Il faut enfin tenir compte du fait que le bois n'a pas, en toutes épaisseurs, un comportement identique dans toutes les orientations, c'est-à-dire qu'il n'est pas isotrope. De même que la résistance à la rupture, la résistance à la compression est médiocre dans le sens perpendiculaire. Pour cela, la difficulté est contournée par le procédé dit de "lamellation", qui consiste à mouler une pièce à froid, à partir de laminés, en appliquant les efforts dans le sens où la résistance est la meilleure. Des procédés très voisins ont d'ailleurs été utilisés en architecture.

Mais quel est le prix de revient d'une telle méthode? La résine

WEST revient à 60 F/kg hors taxe.

Quatre additifs sont proposés:

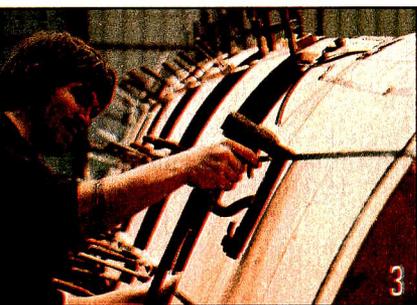
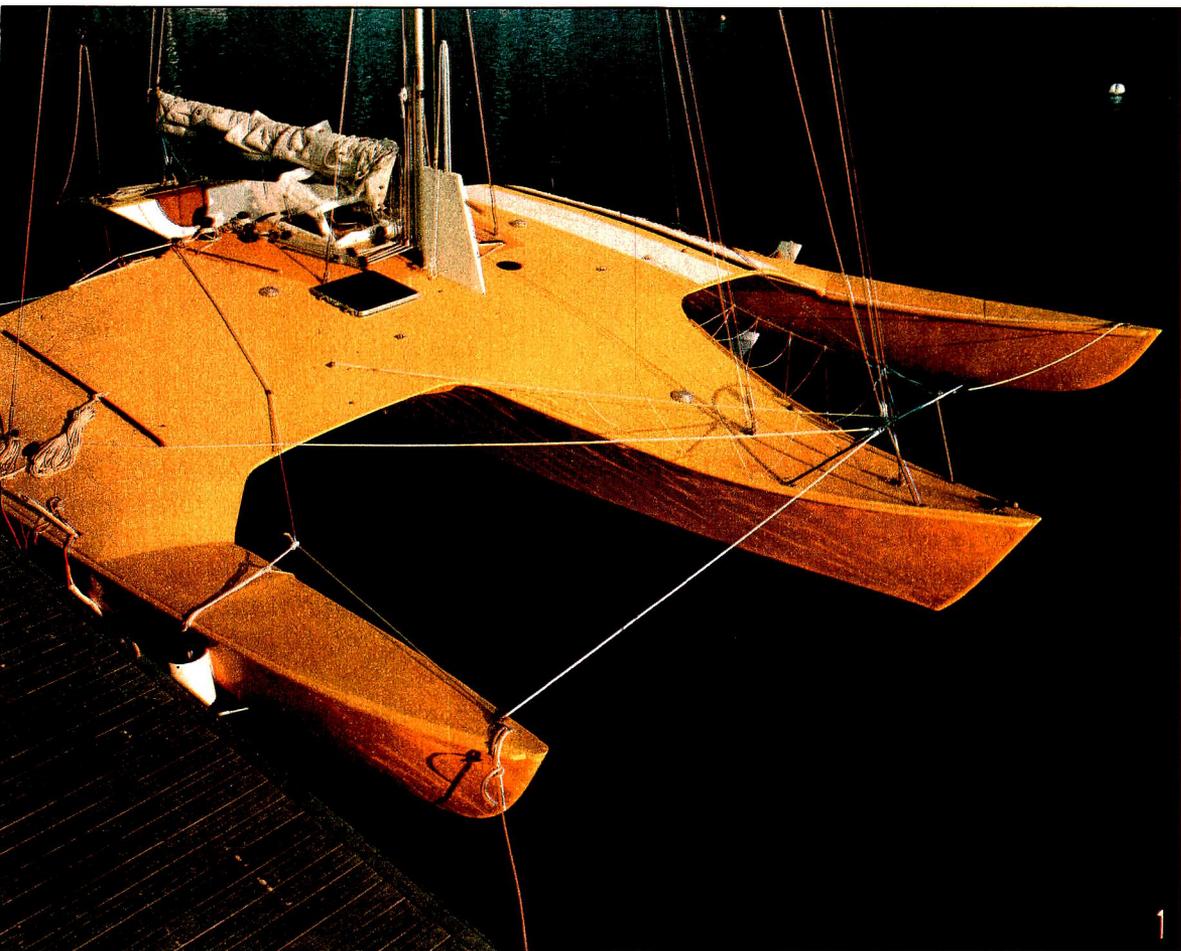
- microfibrilles (fibres végétales allongées) pour le collage des bois durs: acajou, frêne, etc.;
- microsphères (sphères de verre fritté) pour les bois tendres: spruce, cèdre rouge, etc.;
- microballons pour les enduits et les congés de liaison;
- silice pour la fixation des pièces en métal.

En France, les établissements Le Jeloux, qui se proposent de diffuser le système WEST, viennent de construire ainsi un trimaran de croisière rapide, la *Créative*. Il peut emporter 6 personnes à plus de 20 nœuds (37 km/h). Sa longueur est de 13,8 m, pour un poids total de 3,1 tonnes. La coque seule pèse 2 t (500 kg de résine pour 1,5 t de bois). Les pièces maîtresses (étraves, quilles) sont en lamellé d'acajou Grand-Bassam, les renforts longitudinaux en pin d'Orégon et spruce, les cloisons en



## UN SEUL PRODUIT POUR PROTÉGER, COLLER, ENDUIRE, VERNIR...

Pour construire le trimaran de croisière rapide "*Créative*" (1) tout en bois, les Éts Le Jeloux ont utilisé le système WEST, qui repose sur l'utilisation d'une seule résine (époxyde), tout à la fois pour protéger et renforcer le bois, le coller, l'enduire, le vernir... Selon les pièces confectionnées, le bois est monté, soit selon la technique du "lamellé-collé", qui consiste à assembler des petits parallélépipèdes (2), soit selon celle du "bois-moulé", qui consiste à superposer des panneaux en couches successives (des plis), qui sont ensuite moulés sur des formes métalliques (3 - ici la coque). Dans tous les cas, le bois est ensuite "enrobé" d'époxyde par simple badigeonnage (4). Une technique bien simple, comparée aux garanties de résistance et de fiabilité qu'elle offre.



contreplaqué acajou. Les peaux de bordé en bois moulé sont composées d'un premier pli de contreplaqué (4 mm) puis de deux autres, croisés à 45°, et en acajou Grand-Bassam (4 mm). Le prix de ce voilier (450 000 F sans équipement) atteint 670 000 F avec l'accastillage le plus sophistiqué. Ce coût est relativement élevé car la mise en œuvre du procédé WEST exige un grand nombre d'heures de travail.

C'est pourquoi le WEST devient particulièrement compétitif en kit, où l'on ne comptabilise pas le temps de travail des amateurs. La technique est très facilement accessible puisqu'elle n'utilise qu'une seule résine. Les chantiers anglais Wisstock Boatyard proposent de construire en kit, suivant la méthode WEST, deux monocoques de croisière : un 9 m en contreplaqué et un 12 m en bois moulé. Le système WEST appliqué au contreplaqué est moins coûteux que l'aluminium, lui-même 10% moins cher que le bois

moulé en WEST. Il n'y a donc pas de révolution : la construction en "sandwich" (une âme de balsa recouverte de résine), restera meilleur marché. Mais la durée de vie des sandwiches est très courte, les infiltrations d'eau sont fréquentes et les réparations difficiles. Le polyester restera moins onéreux pour les grandes séries. L'aluminium gardera ses utilisations malgré une piètre résistance à la fatigue.

En fait, l'avènement des composés de bois et résines ne condamnera aucune des technologies existantes ; elles sont toutes complémentaires : un même catamaran peut employer le WEST pour les coques et l'aluminium pour les poutres de liaison. Dans la construction des engins nécessitant une résistance élevée pour un faible poids, l'enrobage de résine peut rendre au bois une place importante. Déjà 4 des 5 premiers de la course transatlantique en solitaire de 1980 étaient en WEST.

**Emmanuel AUDRAIN** ■

# *Il reste 10 ans pour guérir la forêt*

*14 millions d'hectares, plus de 11 milliards de francs de déficit en 1980: ces deux chiffres résument cruellement la situation paradoxale de la forêt française. De loin la plus grande d'Europe occidentale, c'est peut-être aussi la plus mal exploitée. Gaspillage, méthodes dépassées, lourdeur administrative, fiscalité inadaptée, manque de main-d'œuvre, industrie de transformation insuffisante: c'est toute notre filière bois qui est malade. Pourtant, 10 ans de soins intensifs pourraient suffire à la guérir.*

■ La forêt française couvre plus du quart du territoire national et 45% de la surface forestière totale de la Communauté européenne. Or, au lieu d'être une grande source de richesse, elle nous appauvrit! Pire, l'économie de notre filière bois obéit à un schéma qu'on rencontre habituellement dans les pays sous-développés: nous vendons des matières premières et importons des produits finis (meubles, papier), alors que la transformation de 1 F de bois sur pied permet d'obtenir, en moyenne, 15 F de produits finis! Si l'on ajoute que la productivité de nos sols est faible, de 0,26 m<sup>3</sup>/ha/an pour la Corse à 6 en Aquitaine, soit 2,8 de moyenne nationale, contre 4,4 en Allemagne et 5,7 en Suisse, on ne s'étonne guère que la filière soit déficitaire.

Comment en est-on arrivé là? Le problème est complexe: la forêt, ce n'est pas un gisement inerte que l'on exploite comme une mine de charbon ou un puits de pétrole. C'est un organisme vivant dans l'équilibre duquel la main de l'homme joue un rôle fondamental. Il faut planter, entretenir, aménager, renouveler. Une fois le bois produit, il faut encore le transformer. On ne peut comprendre la situation de la forêt française sans considérer toute la chaîne, des arbres à l'industrie de transformation.

**Commençons par les arbres.** Si la forêt française souffre d'improductivité, c'est d'abord parce que les essences qui la composent ne sont pas les plus rentables. Un feuillu comme le chêne est souvent récolté à l'âge de 200 ans, et produit moins de 5 m<sup>3</sup>/ha/an. Les résineux, par contre, sont utilisables au bout de 30 à 80 ans, et produisent de 4 à 20 m<sup>3</sup>/ha/an. Or 66% de no-

tre surface forestière est couverte de feuillus: le record d'Europe! L'Allemagne produit à peu près autant que la France à partir d'une surface moitié moindre, mais plantée de résineux.

Il est vrai que les résineux n'ont pas que des avantages. Loin de là. Si le pin se contente de sols très pauvres, il est souvent tordu, ce qui limite ses possibilités d'utilisation. En outre, le pin maritime est une proie facile des incendies. Notre classique "sapin de Noël", l'épicéa, qui a supplanté le vrai sapin, grâce à ses branches plus fournies et à sa croissance plus rapide, fournit de 5 à 13 m<sup>3</sup>/ha/an. Mais les amoureux de la nature l'accusent de tuer le sous-bois et de stériliser les sols, en les recouvrant d'une épaisse couche d'aiguilles non décomposées. On lui préfère aujourd'hui le Douglas, qui n'a pas cet inconvénient et dont la croissance atteint 20 m<sup>3</sup>/ha/an.

Plusieurs espèces, tant parmi les feuillus que les résineux, sont peu ou pas du tout exploitées malgré leurs caractéristiques intéressantes. C'est notamment le cas du noyer, du merisier et du frêne, trois feuillus qui mûrissent en 50 ans. Le chêne-liège, le cèdre et l'eucalyptus s'adaptent bien aux régions méditerranéennes. Le premier était d'ailleurs exploité autrefois, mais il a été abandonné, ce qui rend la France dépendante de l'Espagne et du Portugal pour son liège. Le cèdre, résineux très noble dont le bois résiste bien à la pourriture, pourrait être exploité sur plus de 100 000 hectares dans le Sud-Est. L'eucalyptus, qui est au contraire un feuillu au bois tendre, présente l'avantage d'un développement très rapide.

Mentionnons également le peuplier, feuillu aux qualités voisines de l'eucalyptus. Sa croissance rapide — de 10 à 20 m<sup>3</sup>/ha/an — permet de le récolter au bout de 15 ans. En Italie, il est le pilier de la production du bois. Dans notre pays, après avoir été en légère régression, il va bientôt connaître un nouvel essor. Malheureusement, il ne semble pas que l'industrie soit prête à en tirer parti.

Le mauvais rendement de la forêt française ne s'explique pas seulement par le choix des essences qui la composent. Au premier rang des causes d'improductivité, il faut citer la survivance du taillis. Cette forme de sylviculture, qui a été abandonnée partout ailleurs, concerne les feuillus. Elle consiste à raser les arbres tous les 20 à 40 ans (autrefois tous les 7 à 15 ans) pour en tirer du bois de chauffage ou d'industrie, de grosses bûches, accessoirement quelques sciages. On ne replante pas, les arbres se régénèrent par rejets, c'est-à-dire par les pousses qui renaissent sur les souches des arbres coupés. Les arbres n'atteignent donc jamais leur plein développement, d'autant plus que les troncs ne sont pas dégagés. Au contraire, dans la futaie, l'autre forme traditionnelle de sylviculture, on attend que les arbres soient à maturité pour les couper, et on les renouvelle par semis. Dans le taillis sous futaie, les deux modes coexistent.

Une futaie feuillue produit, avec les seules cimes, autant de bois de chauffage qu'un taillis, mais en plus elle produit tous les beaux bois. On voit donc l'énorme gaspillage qu'implique le taillis : il équivaut à une futaie privée de ses troncs ! En fait, il est une retombée des débuts de l'ère industrielle : l'utilisation massive de charbon de bois et de bois d'énergie a entraîné la surexploitation et la destruction des futaies, si bien qu'à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, la surface forestière était réduite à 7 millions d'hectares. Depuis, la tendance s'est inversée : les produits miniers ont remplacé le charbon de bois, on a abandonné le chauffage au bois et le bois de boulanges. Le taillis est devenu inutile. Mais il couvre encore 30% de notre surface forestière. Pour le reconvertir en futaie, on peut soit le replanter, soit recourir au balivage qui consiste à dégager les meilleurs arbres pour leur permettre de se développer. Le balivage est la solution la moins coûteuse et présente en outre l'avantage d'utiliser des arbres variés adaptés à chaque type de sol.

La forêt française ne souffre pas seulement du taillis, mais aussi du manque d'entretien. Une fois n'est pas coutume, les intérêts de l'écologie et ceux de la reproduction convergent en ce domaine : seule une forêt en bon état pousse bien et produit beaucoup. Livrée à elle-même, elle s'asphyxie et cesse de produire. Ainsi, dans le massif vosgien, trop vieux et trop espacés, les résineux ne croissent plus que de 2 m<sup>3</sup>/ha/an,

au lieu de 6 dans une forêt en bonne santé. Et leur âge les rend plus sensibles aux maladies et aux aléas climatiques.

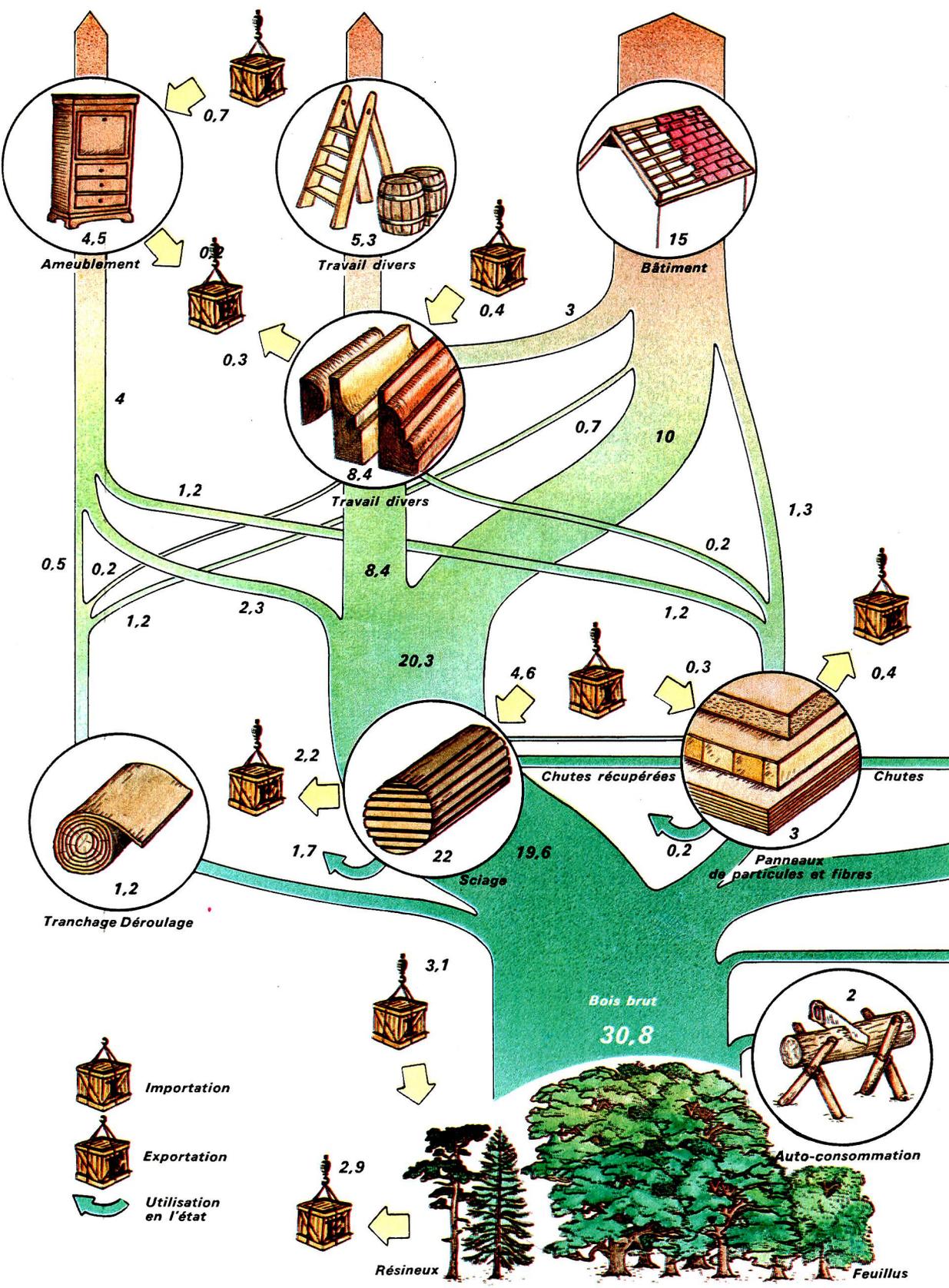
Pour restaurer les forêts malades, il faut les replanter. Les plantations doivent être très denses pour que les arbres poussent vite et verticalement. Mais il faut ensuite les éclaircir en coupant certains arbres pour dégager les autres, sinon les plants trop serrés ne poussent plus en diamètre mais seulement en hauteur. Grands et fragiles, ils risquent alors de se casser au moindre vent. Malheureusement, si les plantations ont été aidées par l'État, les éclaircies le sont bien peu. Sans elles, de nombreux investissements réalisés depuis 30 ans risquent d'être perdus.

Notre forêt souffre aussi de blessures de guerre : lorsque des arbres sont mitraillés, le bois pourrit lentement autour des éclats métalliques. On croit que l'arbre pousse, et l'étendue des dégâts n'apparaît qu'au sciage. L'Office national des forêts prévoit que certains arbres porteront encore ces stigmates lors du centième anniversaire de 1944 !

Autre fléau, le feu qui, en région méditerranéenne, ravage chaque année près de 30 000 hectares. Ces incendies sont trop souvent considérés comme une fatalité : le dégagement des sous-bois, l'introduction d'espèces résistant mieux au feu — chêne-liège, cèdre, eucalyptus — permettraient d'interrompre ce cycle infernal. Apparemment, les propriétaires optent plus volontiers pour un risque calculé : ils préfèrent se garantir par les compagnies d'assurances, plutôt que par des cultures intercalaires ou des pâturages sous bois.

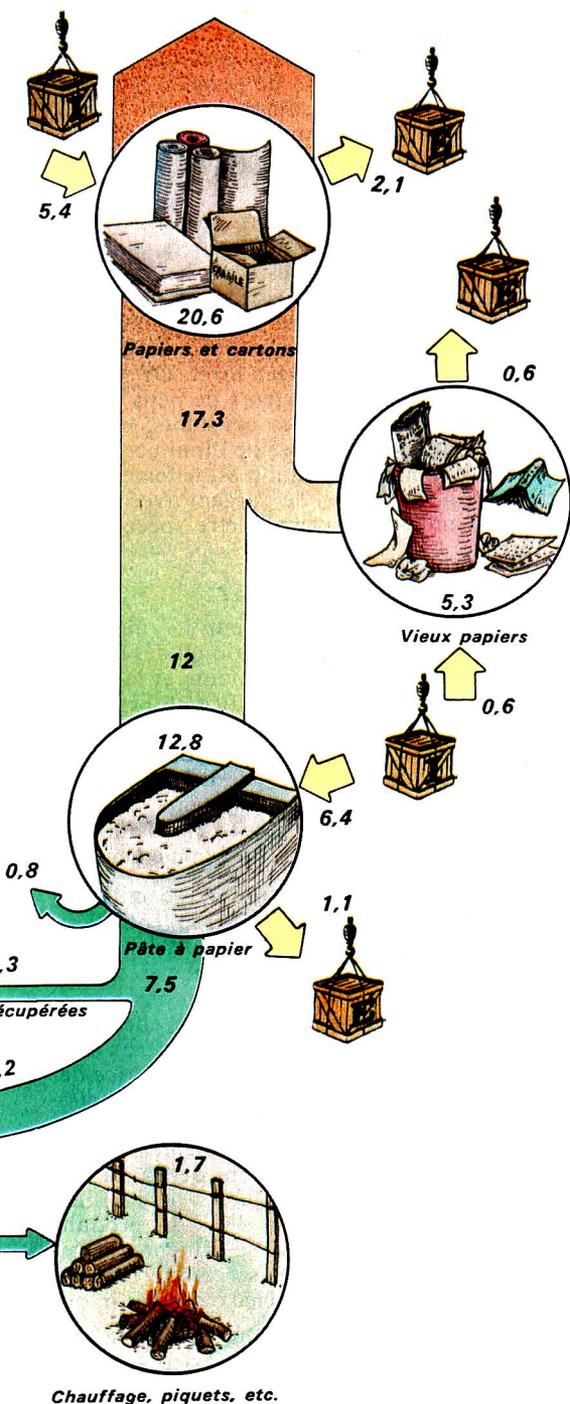
Les forêts les plus menacées sont cependant celles qui se trouvent à la périphérie des villes. S'il n'est pas mis un frein à la tendance actuelle, les citadins avides d'oxygène risquent bientôt d'être privés de poumon vert. Cette métaphore reflète d'ailleurs assez mal le véritable rôle écologique de la forêt : si nos 14 millions d'hectares d'espaces boisés dégagent 100 millions de tonnes d'oxygène par an, cette quantité même est consommée par la dégradation ou la combustion des bois morts, de sorte que le bilan global est nul. Si l'on voulait récupérer tout l'oxygène produit par les arbres, il faudrait empêcher le bois de pourrir, par exemple en le transformant intégralement en meubles à conserver éternellement...

La véritable utilité du couvert forestier est ailleurs. Il assure la conservation et le renouvellement de l'air, de l'eau, du sol. En prélevant et en évaporant une partie des eaux de ruissellement, les arbres limitent les effets du ravinement, ainsi que les risques d'inondation. De simples haies peuvent avoir une importance considérable, comme on l'a vu à Morlaix où



# DE LA FORÊT AUX PRODUITS TRANSFORMÉS, LE DÉFICIT DE LA FILIÈRE BOIS EN FRANCE

Si la forêt s'accroît en France de quelque 50 millions de m<sup>3</sup> par an, les forestiers n'en exploitent que 30 millions environ, alors que les Français consomment 40 millions de m<sup>3</sup> de bois brut (en vert foncé), de produits de première transformation (en vert clair) tels que planches et panneaux, et de deuxième transformation (en ocre), tels que meubles, papiers et cartons. (Pour exprimer des volumes de produits si différents, on les a ramenés à



- Produits de deuxième transformation
- Produits de première transformation
- Bois brut

Chiffres en millions de m<sup>3</sup> d'équivalent bois ronds

## LES ESSENCES

ESSENCE	POURCENTAGE DE LA SURFACE FORESTIÈRE	DENSITÉ	AGE DE RÉCOLTE POUR OBTENIR DU BOIS D'ŒUVRE
<b>Feuillus</b>			
Chêne	35	0,7	90 ans
Hêtre	15	0,7	70 ans
Charme	8	0,85	80 ans
Châtaignier	3	0,7	30 ans
Peuplier	2	0,4	15 ans
Frêne	—	0,7	40 ans
<b>Résineux</b>			
Pin maritime	12	0,65	40 ans
Pin sylvestre	7	0,55	70 ans
Sapin	6	0,45	60 ans
Épicéa	3	0,45	60 ans
Douglas	—	0,50	50 ans
Cèdre	—	0,65	80 ans

## LE DÉFICIT

PRODUITS	SOLDE (millions de F)
Produits d'exploitation forestière (dont grumes de pays tropicaux: - 1119)	- 956
Produits de scierie (dont sciages de pays tropicaux: - 772)	- 2767
Produits demi-finis (placages, panneau, etc.)	- 89
Produits finis (menuiserie de bâtiment, emballages, tonnellerie, etc.)	- 202
Pâtes et vieux papiers	- 3175
Papiers et cartons	- 1240
Meubles et sièges	- 2800
<b>Total</b>	<b>- 11229</b>

une unité conventionnelle, le m<sup>3</sup> d''équivalent bois ronds''.) Bilan: un déficit de plus de 11 milliards de F, dû aux importations à tous les stades de la filière bois. Parmi les causes essentielles de cette improductivité de la forêt française: le choix des essences qui la composent. Dans les feuillus, le noyer, le merisier ou le frêne, trois essences aux caractéristiques intéressantes de croissance, de résistance (densité élevée) ou de régularité, sont quasi inexistantes. Le chêne, feuillu intéressant qui couvre à lui seul les 35% de la forêt en France, doit être récolté à 90 ans pour être rentable et non à 150, voire 200 ans, comme c'est le cas. Dans les résineux, les essences les plus rentables, comme le cèdre, qui résiste à la pourriture, ou le douglas, dont la croissance fournit jusqu'à 20 m<sup>3</sup>/ha/an (contre 5 pour notre chêne), sont presque totalement absentes.

(suite de la page 95)

leur disparition par suite du remembrement a rendu la ville inondable. La forêt modifie le climat, influence les précipitations. Enfin, elle permet de récupérer, par photosynthèse, une fraction importante de l'énergie solaire.

De tous ces avantages, les régions citadines risquent d'être un jour privées : dans les seules Yvelines, 1 500 hectares ont été défrichés entre 1961 et 1971, en contradiction avec le schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme

### **UN PROCÉDÉ SIMPLE POUR REVALORISER LES PETITS BOIS**

*La France importe le tiers de ses besoins en résineux alors que 100 000 m<sup>3</sup> de bois pourrissent chaque année faute de pouvoir être utilisés. Pareil gaspillage peut être évité en revalorisant les petits bois par le sciage pour fabriquer tasseaux et moulures ainsi que particules et fibres pour panneaux. L'équipement nécessaire : une machine à deux scies circulaires d'écartement variable qui n'a rien de sophistiqué et qui peut être utilisée par n'importe quel ouvrier. Développée au Canada et en Allemagne, cette technique, nouvelle en France, peut être d'une importance économique considérable. Par exemple : 60 000 ha de forêts dans les Vosges attendent une première éclaircie, et il en est de même dans toutes les régions où les prêts du Fonds forestier national ont favorisé les plantations. Le sciage des petits bois issus de ces éclaircies peut à lui seul rentabiliser celles-ci tout en récupérant des bois normalement abandonnés au chauffage. Ainsi, 70 installations de sciage des petits bois dans les Vosges donneraient 130 000 t/an de bois pour l'industrie des panneaux, soit 13 millions de F ; 121 000 stères, soit 15,2 millions ; et surtout 114 millions de F de sciages. Il faudrait pour cela créer 1 800 emplois. L'investissement s'élève à 35 millions de F, mais la TVA engendrée rapporterait à l'État 25 millions. Cependant, malgré ses avantages, la généralisation de cette technologie risque d'être longtemps retardée par l'apathie des pouvoirs publics et des industriels concernés. □*

(SDAU) ; la forêt domaniale de Saint-Avoid, dans le massif houiller lorrain, a été réduite de 35% entre 1928 et 1973, et ce qui en reste est menacé par la pollution et les effets de lisière. Autoroutes, lignes électriques, décharges d'ordures grignotent l'espace boisé. L'absence d'une politique volontariste de protection de l'environnement, des dérogations trop fréquentes, une taxe sur le défrichement insuffisamment dissuasive complètent le tableau.

En réalité, c'est toute la forêt française qui devrait être remodelée. Il serait d'ailleurs plus exact de parler des "espaces boisés", car qui dit bois ne dit pas nécessairement forêt. Nous avons déjà souligné l'importance des haies, qui couvrent en France 1,5 million d'hectares. Il existe également de vastes étendues où des pâturages sous couvert boisé permettraient de prati-

quer l'élevage tout en luttant à la fois contre la broussaille et les incendies. Les cultures intercalaires dans les plantations de résineux ne sont pas, elles non plus, suffisamment développées. Bref, si pour le sens commun "l'arbre cache la forêt", en sylviculture c'est souvent la forêt qui cache les arbres importants...

Seulement ces innovations nécessiteraient aussi une "nouvelle race" de forestiers, plus polyvalents, ayant à la fois des compétences agricoles et sylvicoles. Or, là aussi, le bât blesse. Le métier de sylviculteur est de plus en plus menacé : moins d'un centaine de Français réussissent à vivre exclusivement de leur forêt. De 1961 à 1981, le revenu des producteurs de petit bois a été divisé par 10 en francs constants, et leur pouvoir d'achat vient encore de diminuer de 25 à 30% en 12 mois. La situation est tellement dégradée que pour gagner de l'argent avec la forêt, il vaut mieux, désormais, être spéculateur que forestier !

#### **Qui possède la forêt française ?**

● D'abord l'État, qui en détient 1,7 millions d'hectares, gérés par l'Office national des forêts. Malgré la richesse de ce patrimoine et la compétence de ses ingénieurs, l'Office se heurte à d'énormes difficultés financières, dues pour une grande part à la rigidité de ses structures et à une gestion inadaptée. Pour ne donner qu'un exemple de la lourdeur du système, l'achat d'une parcelle par l'État nécessite 27 opérations comptables et dure un an avant le paiement !

● Les communes possèdent, elles, 2,5 millions d'hectares de forêts, dont 95% se trouvent à l'est d'une ligne joignant Givet, dans les Ardennes, à Bayonne. Ces forêts sont également gérées par l'Office, mais selon un régime complexe : les communes décident des ventes, dont elles gardent 90% du produit, soit un milliard par an ; l'Office reçoit une subvention compensatrice de l'État pour couvrir ses frais de gestion, soit 400 millions de francs ; enfin, les communes perçoivent une participation aux investissements d'un montant de 41%, soit 110 millions de francs. Ce système est coûteux, car les frais de l'Office pour une vente représentent 36% du produit brut, alors qu'un expert privé se contenterait de 6%. Au reste, les communes se comportent en rentiers négligents, peu soucieux d'investir ou de faire fructifier leur bien.

● 3,3 millions de propriétaires privés, dont 560 000 agriculteurs, se partagent le reste de la forêt française, soit plus des deux tiers. Le morcellement est extrême : une surface moyenne inférieure à 3 hectares par propriétaire, 97% des privés possédant moins de 10 hectares. Cette situation compromet la gestion de nombreux massifs et déchaîne les passions des partisans d'expropriations plus ou moins déguisées.

Le profane comprend mal que le domaine forestier, auquel n'ont pas été appliquées les lois sur le remembrement, bénéficie en outre d'ap-

parents privilèges fiscaux. Privilèges qui ont encore été accrus lors du vote de l'impôt sur les grandes fortunes : exemption de l'impôt foncier pendant 30 ans après le reboisement, réduction de plus des trois quarts des droits de succession et de mutation, imposition sur le revenu par forfait cadastral.

En fait, des fiscalités comparables existent dans tous les pays européens. Les difficultés de l'Office montrent bien qu'il n'est pas si facile à



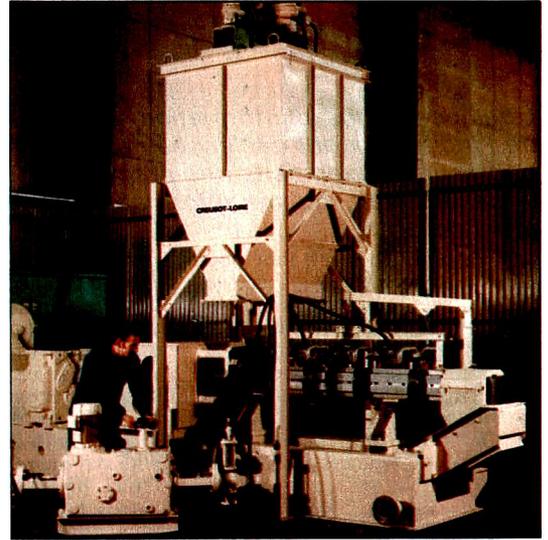
**Les techniques modernes de l'exploitation forestière améliorent les conditions de travail.** Déjà, la tronçonneuse a, partout, remplacé la hache et les outils ne cessent de se moderniser. Deux exemples : le sècheuseur pneumatique, qui permet, sans effort, d'élaguer les arbres sur plusieurs mètres de hauteur, et le "Makeri" (ci-dessus), engin issu des moissonneuses d'arbres des immenses forêts scandinaves, mais de taille plus réduite adaptée aux besoins français, il se faufile sans dégâts dans les plantations non éclaircies, abat les petits arbres un à un et les ébranche entre deux tambours tournant en sens inverse.

une entreprise forestière d'avoir des résultats bénéficiaires. S'il fallait couper le tiers des arbres pour régler les droits à chaque succession, soit en moyenne tous les 30 ans, bien peu de chênes atteindraient 200 ans !

Le vrai problème, c'est que cette fiscalité s'applique sans discernement à ceux qui entretiennent, aménagent, rénovent, comme à ceux qui laissent pourrir, morcellent, défrichent. Résultat : elle favorise les spéculateurs au détriment des vrais sylviculteurs. Les plus-values d'un sol forestier représentent en moyenne 10 fois le revenu dû à la production de bois. Les investisseurs institutionnels le savent bien, qui achètent chaque année près de 15 000 hectares et en possèdent 200 000 en tout. A elle seule, la Caisse des dépôts et consignations détient 90 000 hectares ! Un exemple suffit à illustrer

l'avantageuse situation des forestiers spéculateurs : depuis 1900, les prix de la forêt de sapin dans les Vosges ont suivi le cours du napoléon !

Les forestiers sylviculteurs sont moins heureux : transmettant la totalité de leur bien à leurs héritiers, ils ne tirent aucun bénéfice des plus-values foncières. Leur revenu vient uniquement de la vente du bois, dont les prix progressent beaucoup moins vite que les charges et les coûts des travaux. Pour rééquilibrer la situation,



**De nouvelles méthodes permettent une meilleure utilisation des bois.** Ainsi, l'aboutage consiste à tailler des entures dans les extrémités des planches, pour les coller bout à bout et reconstruire de grandes pièces très résistantes et sans défaut, après avoir enlevé les parties tordues et les nœuds. Il rend possible l'utilisation de bois français dans la menuiserie au lieu des bois tropicaux. L'extrusion (photo), quant à elle, économise 40% de l'énergie nécessaire à la fabrication de pâte à papier, qu'elle produit à partir de rondins. Elle s'adapte à de petites installations mieux implantées dans les massifs forestiers.

il faudrait réserver des aides fiscales importantes à ceux qui effectuent des travaux en forêt, comme à ceux qui suivent chaque année des stages de formation. Il faudrait, en aménageant la réglementation, encourager les pépiniéristes, les scieurs, les agriculteurs lorsqu'ils peuvent avoir une activité forestière. Il faudrait convaincre les tout petits propriétaires de s'intéresser aux feuillus précieux : le morcellement de la propriété deviendrait alors un atout, garant de la variété des espaces boisés.

**Reste le problème de la main-d'œuvre :** les bûcherons désertent de plus en plus un métier difficile et ingrat, où les accidents sont deux fois plus nombreux que dans toute autre profession agricole. Le nombre des salariés en forêt a diminué de moitié en 25 ans, et sur 72 000 travail-

(suite du texte page 172)

# Ils ont réussi grâce à Science & Vie

*Quelques lignes d'information dans notre « Chronique de l'Industrie » ont déclenché l'essor d'inventeurs et de petites industries dans des proportions qui confirment, si besoin était, qu'une information qui circule est toujours payante.*

■ Payante, en effet, tant pour l'innovateur qui, par les contacts qu'il pourra ainsi établir, aura la possibilité d'étendre son marché, que pour le demandeur, qui trouvera aussi son compte à découvrir celui qui travaillait dans l'ombre à résoudre un problème qui le concernait pareillement. Ainsi en attestent ces trois exemples.

**1. Réparations de vinyls, cuirs artificiels, skaïs, etc.** En octobre 81, nous avons signalé, en page 112 de notre n° 769, l'intérêt commercial des petits trous dans les sièges de matériaux synthétiques. Dans le seul métro parisien, un millier de sièges sont déchirés, troués, ou brûlés chaque mois. Prix de remplacement d'un siège: 400 F. Air France répare chaque année 40% des accoudoirs de 185 000 sièges également abîmés. Prix de remplacement d'un accoudoir: 525 F. Or, une entreprise existait (M. Vinyl) qui, non seulement effectuait des réparations invisibles pour 80% moins cher, mais aussi recolorait fauteuils, banquettes, chaises etc.

Notre article vaut à cette entreprise (M. Vinyl, BP 1032, 14020 Caen, Cedex) 500 lettres. Des chaînes d'établissements, des groupements de banques tels que le CIC établissent des contrats d'entretien ou prennent des contacts. « Grâce à l'article paru dans *Science & Vie*, nous avons été sollicités par la SNCF et les services d'entretien des métros de Lyon et de Marseille. En ce qui concerne ce dernier seulement, il y a 5 banquettes à réparer par jour », nous écrit M. Vinyl, qui compte actuellement 34 concessionnaires franchisés répartis sur toute la France. Mais il va enrichir le réseau, qui appelle une concession

par zone de 500 000 habitants (38 000 F pour une franchise, tout compris). Les gros marchés qui se profilent déjà vont encore grossir, grâce à la formule du contrat d'entretien, qui assure, une fois par trimestre, nettoyage, détachage, dégraissage et assouplissement des vinyl, simili-cuir ou skaï (pour 60 F par heure). Avantage: un matériau de ce genre, correctement entretenu, dure deux à trois fois plus longtemps et coûte donc d'autant moins cher à réparer que les dommages sont moindres et que, de surcroît, le réparateur se trouve sur place, pour sa visite régulière, ce qui fait que le temps de déplacement n'est donc plus facturé. M. Vinyl sera présent à la Foire de Paris. Voilà l'effet de quelques lignes dans *Science & Vie*.

**2. Chariot - manipulateur pour bordures de trottoir.** En février 1981, en page 92 de notre n° 761, nous lui avons consacré quelques lignes. Destiné à supprimer tout effort physique dans le placement des bordures de trottoir et à permettre de faire faire ce travail par une personne seule, ce chariot n'en était alors qu'à l'état de prototype; qui plus est, il n'était pas conçu pour une fabrication industrielle et il était assez rudimentaire. Son inventeur, M. Medina, diplômé de l'École d'ingénieurs et de travaux publics du bâtiment, ancien responsable d'une entreprise de voirie, avait tout juste bâti une idée destinée à remédier à la fois au danger et à la peine des manipulations de chantiers de l'ordre de 200 kg (en effet, la mise en place des blocs de bordure se fait à bras et par deux hommes qui n'ont pas d'autre aide qu'une pince semblable à celles qui servent à la pose des rails de chemins de fer).

Après publication de notre information, M. Medina reçoit quelque 300 lettres de France et de l'étranger. Municipalités, entreprises de travaux publics et de maintenance et autres "cueillent" l'idée. Une Caisse d'assurance-maladie confirme son intérêt, du fait que les manipulations onéreuses causent 33% des accidents du travail; une autre Caisse émet une observation sur l'intérêt de rendre le chariot tous-terrains en augmentant le diamètre de ses roues...

Mars 82: les Établissements Medina-Manutention (Quartier de la Grenouillère, ferme Louis-Brun, 13650 Meyrargues) sont créés. Deux chariots sont construits: le GM, chariot à bras pour sols com-



**1. Des ronds de cuir qui rapportent!**

pacts (5 040 F départ d'usine) et le GM 1, chariot motorisé tous-terrains capable de gravir des pentes de 35%, (8 795 F départ d'usine également). 40 chariots ont été déjà vendus, dont quelques-uns en exportation. Des négociations sont en cours avec six pays. Production annuelle prévue: 150 chariots. Les chariots Medina sont au point: ils peuvent entasser sur leurs palettes des "gerbes" de bordure jusqu'à une hauteur de 1,30 m, et ils peuvent descendre des canalisations dans des tranchées de 1,50 m de profondeur. Ils seront présents au salon Expomat du Bourget (4-12 juin 1982, Zone B, angle des allées E et 3, stand 45). Autre effet de quelques lignes dans *Science & Vie*.

**3. Thermivor, un repas-minute bien de chez nous.** La réaction à l'invasion du marché français par le *fast-food* américain

a été la "réaction thermivorenne". En février 81, à la page 97 de notre n° 761, nous signalions cette version française de distributeur de repas-minute (Thermivor, BP 8, Brunstatt, 68200 Mulhouse). Un clavier permet de libeller le choix du repas (composé de produits frais conservables 21 jours); un circuit électronique retire le repas de sa conservation, le chauffe dans un four à micro-ondes, ajoute pain et boisson et dispose le tout sur un plateau. Un autre circuit programme les prix, calcule la monnaie à rendre, le temps de réchauffement, les mouvements du bras-serveur, etc. Chaque élément essentiel (réfrigérateur, four, programmation, bras-serveur) se

boré leur produit et mis au point sa fabrication et sa diffusion ne sont peut-être pas seules à avoir besoin de ce petit "coup de pouce" qui fait qu'elles deviennent rentables, et pour elle-même, et pour leurs futurs usagers. A un stade antérieur, les chercheurs eux-mêmes, souvent cinquième roue du carrosse, méritent sans doute aussi d'être soutenus et encouragés dans leur démarche. C'est le but que semble s'être donné un nouveau syndicat dont, à l'occasion, nous souhaitons signaler l'existence.

**SNCUPI: de nouveaux services pour les chercheurs.** Le SNCUPI, c'est le Syndicat national des chercheurs et usagers de la

des structures actuellement en place dans le domaine de l'innovation lorsque nous y adressons des artisans ou de futurs artisans», a décidé de développer «une action visant à aider efficacement les inventeurs appartenant au secteur des métiers, ou souhaitant s'y installer».

Résultat: le SNCUPI, en liaison avec les assistants techniques des métiers, tient désormais une permanence dans les locaux de la Chambre des métiers de Paris (du lundi au jeudi, la première semaine de chaque mois - 42, rue de Bassano - 75008 Paris - Tél. (1) 723.55.66 - Contact: M. Pascal Sauvage). Les inventeurs y sont accueillis, conseillés et soutenus



2. Un chariot que 300 lettres ont lancé.

trouve dans un tiroir et est remplaçable par un échange-standard. Pas de problèmes pour le concessionnaire.

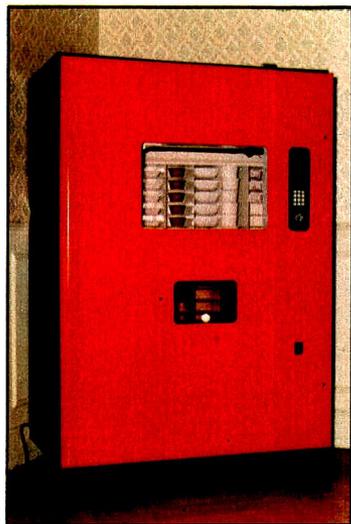
1 800 lecteurs ont écrit à l'inventeur à la suite de notre information. L'essor de Thermivor a fusé: trente employés et une production de 50 machines par mois. Les premières fonctionnent à l'hôtel PLM-Saint-Jacques, à Paris, à l'hôpital de Tours, à l'hôtel PLM de Lille et dans plusieurs entreprises de l'Est. Des négociations sont en cours avec des super-marchés, des chaînes de stations d'essence, etc. Thermivor compte une dizaine de concessionnaires, dont chacun à son tour compte en portefeuille de dix à vingt-cinq machines à livrer, sans promotion, sans publicité, grâce aux seules retombées de notre article.

Mais les sociétés ayant déjà éla-

propriété industrielle et intellectuelle, qui s'est donné pour mission de sortir les inventeurs du ghetto dans lequel on les enferme, de les conseiller et de les aider à tous les stades de leur création: mise au point du prototype, protection, valorisation, négociation, défense contre les contre-facteurs, les contrats non honorés, les royalties non versées.

Nous vous l'avons présenté dans notre numéro de juillet 1981 (*Science & Vie* n° 766, p. 86: «Les francs-maçons de l'invention»). Il comptait déjà 1 000 adhérents. A la suite de notre seul article, le SNCUPI a reçu plus de 1 200 lettres d'inventeurs mais aussi d'industriels et d'organismes comme les Chambres des métiers.

La Chambre des métiers de Paris, en particulier, qui «après avoir constaté l'efficacité très relative



3. Thermivor: une révolution alimentaire.

dans leurs efforts, si ceux-ci s'avèrent économiquement et techniquement crédibles.

Le SNCUPI est également présent à la Chambre des métiers du Rhône (le vendredi, la première semaine de chaque mois - 58, avenue Foch - 69006 Lyon - Tél. (7) 889.36.66) et à celle du Gard (le jeudi, la deuxième semaine de chaque mois - 904, route de Montpellier - 30000 Nîmes - Tél. 84.99.47). Enfin, rappelons que les bureaux du SNCUPI se trouvent à Marseille (183, rue de Paradis - 13006 Marseille - Tél. (91) 37.66.79).

Autres innovations mises en place par le SNCUPI: un service traduction et un service dépôt de brevets, marques et modèles particulièrement économique (1 200 F TTC, pour un dépôt de brevet).

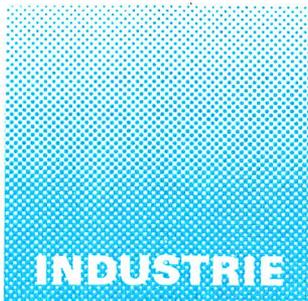
**Gérard MORICE** ■

# La finesse de l'Or.



*De l'or est née une bière rare, Gold, la bière spéciale de Kanterbräu, chef-d'œuvre de finesse et de pureté.*

## **GOLD. La bière en Or de Kanterbräu.**



## CARBURANTS

---

### **Essence de synthèse : la solution idéale ?**

■ La société Mobil vient de concevoir un nouveau procédé de conversion du méthanol en essence de synthèse : le MTG (Methanol To Gasoline), qui pourrait résoudre le problème des carburants de substitution. Durant le dernier conflit mondial, les Allemands avaient déjà converti du méthanol en essence de synthèse par le procédé "Fisher Tropsch" (encore utilisé en Afrique du Sud).

Cette technique consiste à séparer le méthanol en hydrocarbure et en eau pour en tirer un meilleur pouvoir énergétique : une molécule d'alcool méthylique (CH<sub>3</sub>OH) de 32 grammes comporte 18 grammes d'eau de pouvoir énergétique nul ; le pouvoir énergétique d'un litre de méthanol (15 800 kilojoules par litre) est ainsi 49% seulement de celui du super. Le procédé Fisher Tropsch recourait à des catalyseurs à l'alumine et au cobalt mais ne parvenait qu'à un rendement de 45%.

Le procédé MTG, lui, fait appel à une nouvelle génération de catalyseurs utilisée dans des opérations de raffinage et spécialement "affinée" pour cet usage : le ZSM-5, de la famille des zéolites de synthèse. Ces catalyseurs, plus efficaces pour activer la réaction, jouent aussi un excellent rôle de filtre : ils interdisent notamment le passage aux molécules d'une dimension supérieure à 7 angströms. Grâce à cette sélectivité, le procédé MTG parvient à un rendement de 90%. Sans compter que, par rapport au Fisher Tropsch, il divise les investissements par trois et la main-d'œuvre par cinq.

La conversion du méthanol en hydrocarbure et eau est très

exothermique : la température dans le réacteur peut atteindre 600°. Pour mieux contrôler les températures et évacuer les calories, le procédé MTG scinde l'opération en deux étapes : d'abord un simple réacteur à l'alumine libère 20% de la chaleur et établit un premier équilibre méthanol-diméthyl-éther-eau, puis une seconde réaction sur le catalyseur ZSM-5 achève la séparation en hydrocarbure et eau. A l'entrée du premier réacteur, le méthanol pur est introduit à 315°C ; à la sortie, les gaz sont portés à 405°C. Ils sont refroidis à 360°C avant de pénétrer dans le deuxième réacteur et n'en sortent plus qu'à 415°C : des niveaux de températures parfaitement contrôlables et une réaction sous une pression de 20 bars, soit des valeurs courantes et pratiquement maîtrisées dans des opérations de cracking et de reforming.

L'hydrocarbure obtenu à la sortie de la réaction présente une

composition très proche de celle d'un supercarburant et, surtout, il a les mêmes caractéristiques : même indice d'octane avec 0,4 gramme de plomb par litre (98), même densité (0,727 contre 0,735 pour le super), même pression de vapeur à 37,8°C (0,7), même contenu énergétique (32 200 kilojoules par litre). Il est donc utilisable seul ou en mélange, sur les moteurs actuels, quelles que soient les proportions, sans exiger de transformation et sans modifier ni les performances, ni l'endurance, ni la consommation.

Il présente donc un avantage technique irréfutable sur l'alcool qui, même introduit dans le carburant à la teneur raisonnable de 10%, a quelques inconvénients : risque de séparation en deux phases (alcool/hydrocarbure) en présence d'eau, attaque de certains matériaux (éléments du circuit d'alimentation), démarrage à froid plus difficile, consommation supérieure. →

---

## CONCOURS

### **La prévention des maladies dues au stress**

■ Le Groupe Malakoff (qui regroupe cinq caisses de retraites complémentaires et trois institutions de prévoyance) crée un Prix d'encouragement à la recherche médicale et scientifique. D'un montant de 30 000 F, ce prix sera attribué à une thèse ou à un mémoire concernant la prévention des maladies dues au stress.

Les travaux susceptibles d'être primés doivent être parus entre septembre 1981 et septembre 1982.

Date limite de candidature : 1<sup>er</sup> novembre 1982.

Pour tout renseignement : Dr Bernard Martin - 5, rue Gustave-Eiffel - 92300 Levallois - Tél. 739.32.20.

Reste naturellement à confronter ces avantages techniques aux bilans coûts. Mobil évalue le prix de son essence de synthèse à 2,91 F le litre en raison du prix du méthanol (1,60 F/l), alors que le super revient à 1,40 F/l en sortie de raffinerie.

Dans un mélange avec 10% de méthanol, on aura 90% d'hydrocarbure et 10% de méthanol, mais ce produit, comparé au super, n'aura que 96,4% de son contenu énergétique. L'utilisateur en consommera donc 3,7% de plus.

Si ce même méthanol est converti en essence MTG, pour dix parts de méthanol on aura 4 parts d'essence MTG que l'on ajoutera donc, pour faire une comparaison rigoureuse avec le mélange précédent, à 96 parts de super. Le contenu énergétique sera égal à celui du super et la consommation sera donc identique.

Le litre de mélange super/méthanol coûtera donc 1,42 F; le litre de mélange super/essence MTG coûtera 1,45 F. Mais si l'on applique la correction tenant au pouvoir énergétique, le premier coûte 1,47 F, quand le second reste à 1,45 F.

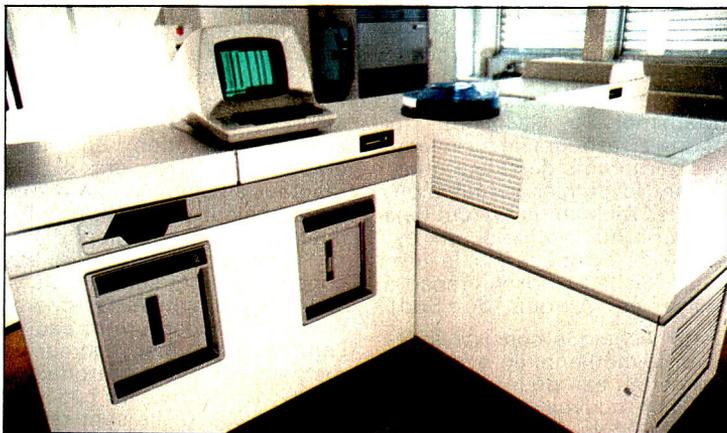
S'ajoutent, au détriment du méthanol, les frais d'aménagement des installations de distribution pour éviter tout risque de contamination par l'eau ainsi que les frais de modification des véhicules. Un calcul d'amortissement permet de les situer respectivement à 3 et 10 centimes par litre. Hors taxes, à valeur énergétique égale, un litre de super à 1,40 F pourrait donc être remplacé par un litre de mélange super/essence MTG à 1,45 F ou par un litre de mélange super/méthanol à 1,60 F/l.

Dans le cadre d'un plan carburant cohérent, il serait donc plus rentable de convertir le méthanol en essence de synthèse, plutôt que de l'ajouter aux hydrocarbures traditionnels. Dans la mesure, du moins, où les pays concernés sont à même de produire eux-mêmes leur méthanol. C'est le cas de la Nouvelle-Zélande, riche en gaz naturel, qui pourvoiera au tiers de ses besoins en 1986 avec une unité MTG et de la RFA, dont l'unité pilote de Wesseling débitera 20 mètres cubes par jour dès la fin 82 (à partir de charbon). La France n'en est pas là: elle est tout simplement encore importatrice de méthanol.

## Petits tirages, petits prix, grande rapidité

■ L'édition d'une thèse, d'un catalogue, d'un livre à faible tirage, d'un ouvrage que l'on veut publier à compte d'auteur, la réédition par petits tirages successifs d'un ouvrage dont on sait qu'il mettra trois à cinq ans à être commercialisé: jusqu'ici, on n'avait le choix qu'entre la photocopie ou l'offset de textes dactylographiés et l'imprimerie traditionnelle. La première solution est peu satisfaisante sur le plan de la

léphone à l'ordinateur: il suffit à l'opérateur de composer le numéro de l'unité centrale pour que le texte y entre. Là, appelé sur une console de visualisation, le texte est corrigé, codé, mis en page, calibré, justifié, les caractères sont choisis (600 combinaisons corps/caractères possibles) ainsi que le format du livre (entre 13,5 x 20 cm et 21 x 29,7 cm). Opération qui dure quatre à cinq heures pour un ouvrage de 200 pages.



présentation et de l'esthétique, la seconde trop coûteuse pour les petits tirages (jusqu'à 1000 exemplaires).

Une nouvelle voie vient d'être ouverte par la société Quantics (8, rue Firmin-Gillot - 75015 Paris - Tél. (1) 530.22.62), qui permet l'édition de "vrais" livres pour un montant se situant entre 5000 et 10000 F, selon la densité de caractères par page, en tirage de 400 exemplaires. Jusqu'à 1000 livres, Quantics garantit une réduction de 30 à 40% sur les coûts de fabrication et d'impression traditionnelles.

Performance rendue possible par l'association de deux technologies de pointe: un système informatique et une imprimante à laser (la Xerox 9700) d'un très grand degré de finesse et de précision (140 points au millimètre carré), qui coûte, à elle seule, dans les 2 millions de francs.

Pratiquement, le texte est tapé (par l'auteur ou par l'éditeur) et enregistré sur une machine à écrire électronique à mémoire. Cette machine est reliée par té-

La bande magnétique résultant de ces opérations est alors placée dans l'imprimante à laser: vitesse de deux pages/seconde, en trois minutes un livre de 360 pages est imprimé. Il ne reste plus qu'à le brocher. Un ouvrage transmis le matin peut ainsi être disponible l'après-midi même.

Chaque bande magnétique générée par l'ordinateur peut contenir le texte de 100 à 200 livres. Pour une réédition, même de quelques exemplaires, il suffit de remettre la bande sur l'imprimante.

On arrive ainsi à un système d'impression à la demande, supprimant tout problème de stockage et tous les frais d'une réédition traditionnelle.

Le responsable de Quantics, Julien Prévost, pense que ce nouveau système peut conduire les éditeurs à modifier leur comportement. En n'hésitant plus à sortir des ouvrages dont la commercialisation ne leur paraît pas absolument assurée. Et en leur permettant de tester le marché. «Ils pourraient envisager des

tirages d'essai de quelques centaines d'exemplaires. L'une des grandes difficultés de la profession étant la juste appréciation des tirages, chacun trouverait là une aide à la décision très appréciable. Selon les résultats des tests rendus possibles par notre système, ils pourraient déterminer avec sécurité s'ils en restent là — et alors ils ne subiraient aucune perte d'argent — ou s'ils passent à l'impression traditionnelle pour des tirages de plusieurs milliers d'exemplaires.»

## COMMERCE

### **Un outil pour reconquérir le marché intérieur**

■ Au moment où l'on parle de reconquérir le marché intérieur français, un nouvel outil est en cours d'élaboration et devrait permettre de faciliter les choses.

Il s'agit d'une banque informatique de données, destinée aux directions commerciales et marketing des entreprises, aux administrations et aux commerçants, regroupant en un ensemble cohérent les informations disponibles sur la consommation et les circuits de distribution.

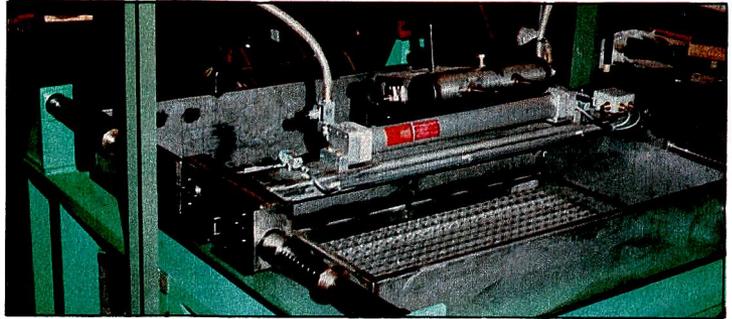
Informations conjoncturelles : prix de détail, marges commerciales, achats des ménages et des collectivités, investissements publicitaires, indicateurs sur la consommation ; et informations structurelles : répartition statistique des acheteurs, implantation de la distribution (hypermarchés, supermarchés, petits commerces), résultats d'exploitation de la distribution, etc.

Cette banque de données, dont le maître d'œuvre est la Sligos (91, rue Jean-Jaurès - 92807 Puteaux Cedex - Tél. (1) 776.42.42), commencera à être opérationnelle en juin.

■ ■ **Un caoutchouc synthétique aux performances extrêmement intéressantes vient d'être mis au point au Japon. Présentant une élasticité équivalente à celle du "vrai" caoutchouc et pouvant être moulé sous n'importe quelle forme, il supporte des températures allant de - 50 à + 120°C. En outre, il n'est pas nécessaire de le vulcaniser.**

## TECHNOLOGIE

### **Une rampe mobile de nettoyage**



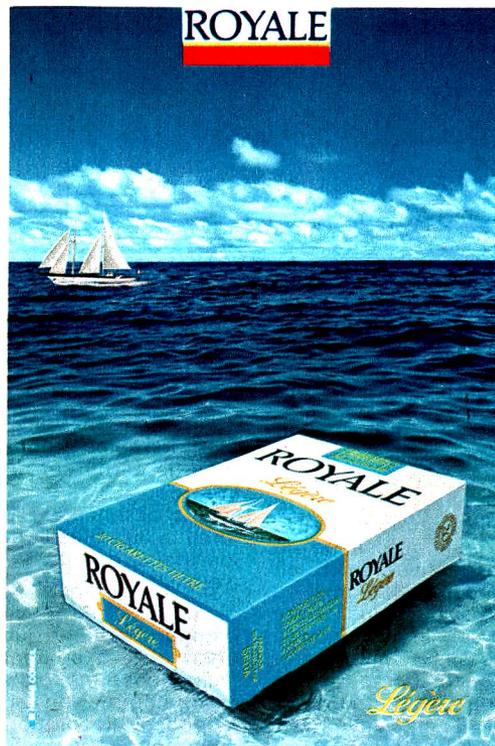
■ Chimie, plastiques, matériaux de construction, alimentation : autant d'industries, parmi bien d'autres, qui doivent en permanence nettoyer caillebotis, grilles de filtration, tamis, etc., fréquemment encrassés, voire colmatés.

Ces opérations posent aux services d'entretien des problèmes de temps, de qualité du nettoyage et de sécurité, que supprime une nouvelle machine développée par la Société d'étude Bertin (BP 3 - 78370 Plaisir).

Cette machine utilise la technique des jets coupants : huit

buses mobiles (1 mètre/minute) balaient de leurs jets (pression de 1000 bars, débit total de 40 litres/minute) la surface à nettoyer et en détachent tout dépôt non métallique. Dimensions des éléments nettoyables : 1,50 x 1,15 m.

La sécurité est assurée par un capot protégeant la rampe mobile de nettoyage : la zone d'action des jets ne peut être atteinte lorsque la machine fonctionne. En outre, la mise en route s'effectue par un bouton-poussoir hors d'atteinte de la rampe de nettoyage.



## Peugeot : plus loin dans les économies d'énergie

■ Il n'aura fallu que neuf mois, à Peugeot pour présenter son projet "Vera 2". Cette rapidité s'explique: "Vera 2" n'est qu'une extrapolation de "Vera 1", berline moyenne dérivée de la 305. La recherche d'économie d'énergie passait: 1) par une recherche intensive d'allègement; 2) par une amélioration de la forme aérodynamique.

Pour "Vera 2", Peugeot s'est attachée à réduire encore la consommation en préservant les prestations du prototype initial (vitesse maximale: 161 km/h; accélération: 12,7 s pour passer de 0 à 100 km/h). L'objectif a été atteint en rem-

plissant le moteur à essence de 1588 cm<sup>3</sup>. Toutefois, Peugeot a dû s'attacher à ne pas trop dénaturer "Vera 1" en adoptant cette nouvelle motorisation: c'est qu'un moteur Diesel suralimenté exige un refroidissement plus efficace qu'un moteur à essence. L'agrandissement du radiateur a ainsi fait passer le coefficient de pénétration de 0,305 à 0,32. Le moteur Diesel est aussi plus lourd et plus bruyant: le surcroît de masse mécanique, de matériau insonorisant et de dispositif anti-vibratoire a fait grimper le poids global de 737 à 790 kg. Mais "Vera 2" n'en est pas pour autant un "veau": la vitesse maxi est encore très supérieure

CARACTÉRISTIQUES	305 ESSENCE	305 DIESEL	"VERA 1" ESSENCE	"VERA 2" DIESEL
Coefficient de forme	0,44	0,45	0,305	0,32
Poids (en kg)	925	975	737	790
Puissance (en chevaux)	65	49	63	62
Puissance fiscale (CV)	7	6	5	3
Vitesse maximale (en km/h)	147	135	161	158
Accélération: 0 à 100 km/h (en secondes)	16,9	22,3	12,7	13,1
Consommation: 90 km/h	6,5	5,3	4,2	3,5
120 km/h	9,1	7,7	5,6	5,0
Ville	9,5	7,0	6,3	5,2
Budget carburant moyen aux 100 km (en francs)	36,28	21,10	23,82	14,49

plaçant le moteur à essence de "Vera 1" par un nouveau moteur Diesel. Il s'agit d'un petit 1360 cm<sup>3</sup> suralimenté par un turbocompresseur KKK portant la pression totale d'alimentation à 1,8 bar. Il permet de revendiquer une puissance (62 chevaux à 4500 tr/mn) et un couple (11,4 mkg à 2800 tr/mn) en tous points comparables à ceux du moteur à essence de "Vera 1" (respectivement 63 ch à 4500 tr/mn et 11,8 mkg à 2500 tr/mn), si bien qu'il a été possible de conserver la même boîte de vitesses. Résultat intéressant si on le compare aux caractéristiques du dernier moteur Diesel de la VW Golf: 70 ch et 13,8 mkg mais avec

à celle de la 305 à essence (158 contre 147 km/h) et les accélérations sont plus vigoureuses (13,1 contre 16,9 s pour passer de 0 à 100 km/h).

La consommation, enfin, est pour le moins étonnante: 4,6 litres de carburant aux 100 kilomètres: 45% de moins qu'une 305 à essence, 31% de moins qu'une 305 Diesel, près de 15% de moins que la "Vera 1" à essence!

A travers ce nouveau projet, Peugeot prouve que le Diesel peut être la solution élégante aux économies d'énergie et non, comme on aurait pu le supposer, la solution facile et... anémique.

## Lait: nouveau record du monde

■ La "Ubra blanca" ou "mamelle blanche", une vache cubaine, détiendrait le nouveau record du monde en matière de production de lait: 24268, 9 litres en 305 jours, soit une moyenne quotidienne de 79,57 litres... Elle détrône ainsi la "Beecher Arlinda Ellen" nord-américaine.

"Mamelle blanche" est le produit du croisement d'animaux de race Holstein (pour les trois quarts) et Cebu (un quart). Objectif des autorités cubaines: développer cette nouvelle race pour l'exporter dans les pays sous-développés.

## Un nouvel aliment pour le bétail: les tiges de maïs

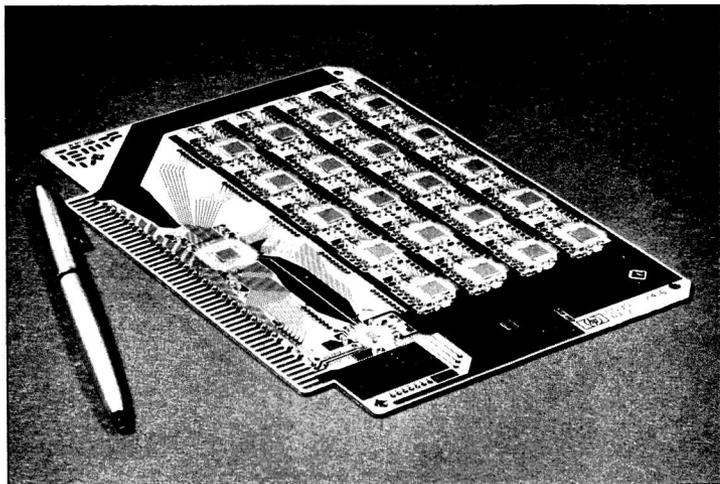
■ Selon la revue américaine *Expo-Corn*, des ingénieurs chimistes de l'université du Colorado ont mis au point un procédé qui permet de transformer le chaume de maïs en aliment pour le bétail aussi digestible que le grain.

Ce même procédé serait applicable sur d'autres celluloses, pailles de blé ou de riz en particulier. Et, sous réserve de certaines adaptations, il permettrait aussi de faire de l'alcool.

Une unité de fabrication, fonctionnant avec ce nouveau procédé et capable de traiter 1 à 2 tonnes de cellulose à l'heure, coûterait environ 100000 dollars. Elle pourrait alimenter un troupeau de bétail de 5000 têtes et serait amortie en 2 ans.

■ ■ **Des empreintes digitales vieilles de cinq ans, même sur des matériaux aussi "impossibles" que le plastique ou le métal poreux, peuvent être désormais prélevées. Jusqu'ici il fallait effectuer le prélèvement sous 48 heures. Le procédé, qui utilise les vapeurs d'un produit chimique, a été conçu par un policier canadien, aidé de son fils étudiant en chimie. Il est pour l'instant soigneusement conservé secret. Les brevets ayant été obtenus aussi bien aux USA et en Europe qu'au Canada, la mise sur le marché de ce procédé est imminente.**

## Les performances des gros ordinateurs grâce à des "super-puces"



■ Nouvelle étape dans la miniaturisation des circuits électroniques : la firme Hewlett-Packard (ZI de Courtabœuf - avenue des Tropiques - 91947 Les Ulis Cedex) vient de mettre au point un système de traitement VLSI (intégration à très large échelle) 32 bits totalement intégré, dont les performances sont celles des gros ordinateurs actuellement présents sur le marché.

Ce système est bâti autour d'une "super-puce", qui constitue le processeur, et de cinq autres puces spécialisées. Il offre ainsi un processeur 32 bits, un contrôleur de mémoire, une mémoire vive, une mémoire morte, un processeur d'entrées-sorties et un générateur de signaux d'horloge. Ces six puces, créées selon la technique MOS à un micron, présentent une densité de circuit de trois à huit fois plus importante que celle que l'on trouve dans les processeurs jusqu'ici commercialisés.

Le système Hewlett-Packard innove sur deux autres points : alors que la plupart des ordinateurs sont conçus par combinaison de puces standard et de puces spécialisées, dans le cas du VLSI chacune de ses puces complète et améliore les performances des autres. Il est, par surcroît, doté d'une fonction d'auto-test.

La puce processeur — moins de 1 cm<sup>2</sup> et épaisse comme une feuille de papier — contient à elle seule 450 000

transistors. Mais le record de densité est battu par la puce de mémoire vive : elle intègre 660 000 éléments.

Avantages de cette nouvelle miniaturisation : plus courte est la distance parcourue par un signal électrique, meilleures sont la vitesse et les performances ; moins nombreuses sont les puces, plus le système est bon marché.

Un tel niveau d'intégration risquait de poser des problèmes d'échauffement : ils ont été réglés par une technique particulière de conditionnement à substrat de cuivre. Puces et couches d'interconnexion sont montées directement sur ce substrat qui joue le rôle d'un circuit de refroidissement et permet au système de fonctionner dans toutes sortes d'environnement.

■ ■ **Comment repérer les bornes de limites de propriété lorsqu'elles sont recouvertes de terre, de neige ou de végétation ? On peut les rechercher au moyen de détecteurs de métaux, mais ce système ne permet pas de les repérer si elles sont profondément enfouies. Sans compter que tous les objets métalliques abandonnés dans les champs perturbent cette forme de détection. Un nouveau moyen vient d'être conçu en Suisse : recouvrir les bornes d'un petit barreau aimanté, repérable par un détecteur électronique d'une portée de 1 mètre.**

## Du sucre à partir du petit lait

■ Après 5 ans d'études et un investissement d'un million de livres, les chercheurs de l'Office britannique de commercialisation des produits laitiers ont mis au point une bio-technologie qui permet d'extraire du petit lait (habituellement donné aux porcs ou jeté) du glucose et du galactose.

Utilisations possibles : sucrer un grand nombre de produits, friandises, aliments pour bébés, gâteaux, sauces, yaourts, entremets, etc.

Le prix de revient est inférieur à celui de tous les autres produits sucrants.

## TÉLÉMATIQUE

### Télem-Nantes : l'information dans les lieux publics

■ Nantes est la première ville française à se doter d'un réseau télématique d'information mis gratuitement à la disposition de la population, dès le mois d'avril, dans trente lieux publics (Centre d'information jeunesse, université, Hôtel de Ville, Postes...).

Ces informations (plus de 4 000 pages-écran) sont regroupées autour de dix rubriques : services municipaux, enseignement, sports, loisirs, logement, transports, 3<sup>e</sup> âge, services sociaux, etc. Elles aiguillent systématiquement sur les personnes ou organismes compétents.

La recherche effectuée par l'utilisateur est toute simple : en quelques interrogations successives sur un clavier, on obtient le renseignement demandé, fourni par un ordinateur central, et qui s'affiche automatiquement sur un écran de visualisation. Ultérieurement, des imprimantes seront placées à côté des écrans : les utilisateurs pourront emporter, sans avoir à le recopier, le renseignement demandé.

Investissement pour ce nouveau service : 3 F par habitant. Coût de fonctionnement : 2 F par habitant.

## DES MARCHES A 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.

### UNE GALERIE AUTOMOBILE QUI FACILITE LE CHARGEMENT



#### Quoi

Les galeries-porte-bagages que l'on fixe sur le toit des automobiles ne présentent qu'un inconvénient : il faut parvenir à y hisser les charges. Ce qui demande des efforts importants, effectués dans des positions peu confortables et le plus souvent par deux personnes, lorsque ces charges sont lourdes et encombrantes : planche à voile, malle, meuble, bateau, etc. Problèmes que résout cette nou-

velle galerie dont une partie est mobile : elle peut se positionner sur l'un quelconque des flancs de la voiture, afin de faciliter les opérations de chargement et de déchargement.

#### Comment

A l'intérieur des glissières qui se fixent sur le toit, coulisse un chariot monté sur roulettes. Les traverses qui constituent ce chariot sont munies d'un produit anti-dérapant, en partie supérieure, et,

en partie inférieure, de plots amortisseurs qui servent d'appui sur les flancs du véhicule. En bout des traverses se fixent des crochets contre lesquels viennent s'appuyer les charges. Il ne reste alors qu'à faire coulisser le chariot pour amener la charge sur le toit du véhicule.

Tâche aisée : le bras de levier est important et le poids se trouve réparti sur toute la surface du chariot.

### UN CASQUE REPLIABLE

L'ennui avec tous les casques de protection, quels qu'ils soient, c'est leur transport et leur rangement, lorsque l'on ne s'en sert plus : ils sont terriblement encombrants. Celui-ci est repliable après usage. L'une de ses dimensions est réduite des 5/6, l'autre de moitié : on peut alors facile-

ment le ranger dans une serviette, une sacoche, ou un étui. Il est constitué de segments de sphère (de 3 à plus de 10) qui se replient les uns sur les autres, en pivotant autour de deux pôles. Lorsque le casque est ouvert, sa rigidité est assurée par un blocage de sécurité.

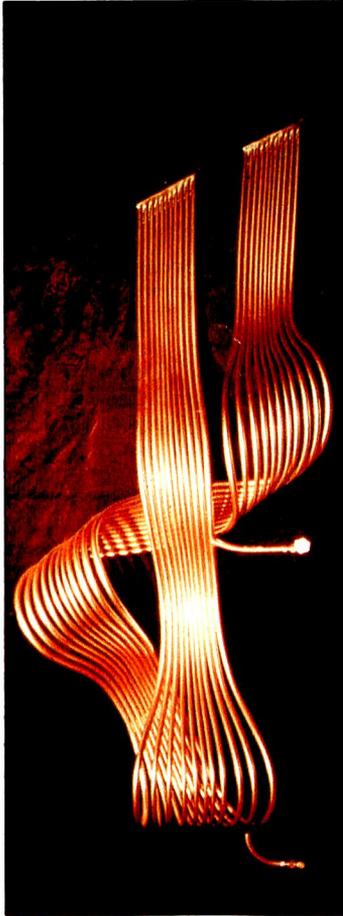
### DES SCULPTURES CHAUFFANTES

L'idée de ce sculpteur-graveur : remplacer les radiateurs qui n'ont qu'une fonction (chauffer) et sont inesthétiques (on fait tout pour les dissimuler), par des sculptures chauffantes participant à la décoration de la maison : radiateurs-sculptures à l'hiver, elles restent sculptures à la belle saison.

Ces sculptures sont réalisées en tubes de cuivre, formés uniquement à la main : chaque œuvre est unique. Les avantages techniques ne sont pas pour autant oubliés :

- la conductivité thermique du cuivre (380 Wm°C, contre 52 Wm°C pour l'acier et 56 Wm°C pour la fonte) permet un échange calorifique plus rapide : les sculptures chauffantes fonctionnent aussi bien à basse qu'à haute température ;
- l'intérieur des tubes étant parfaitement lisse, la perte de charge est moins importante que dans certains radiateurs traditionnels ;
- le cuivre ne présente ni phénomène d'électrolyse, ni phénomène de corrosion.

Ces radiateurs-sculptures sont munis de deux embouts, normalisés "arrivée" et "retour", qui correspondent aux embouts de tous les robinets simples ou thermostatiques existant dans le commerce. Ils n'ont pas de sens particulier de fonctionnement : l'arrivée et le retour peuvent être inversés.



**Comment passer dans cette rubrique ?** Si vous avez conçu une innovation ou un produit nouveau faites-le-nous savoir : un brevet qui dort au fond d'un tiroir n'a jamais enrichi personne... Adressez à « Des marchés à saisir » un descriptif de votre invention le plus succinct et le plus clair possible, en vous inspirant de la présentation que nous avons adoptée pour cette rubrique. Joignez-y une copie de votre brevet et une photo ou un schéma de votre prototype ainsi que tout document attestant de son bon fonctionnement. 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.

## Jeunes inventeurs

■ TF1, la Midist (Mission interministérielle de l'information scientifique et technique) et le Finef (Festival international de l'enfance et de la jeunesse) organisent un concours "Avenir et innovation", réservé aux jeunes de 15 à 23 ans. Objet : « Tout projet de réalisation d'un dispositif, d'une machine, d'un système mécanique, électrique ou électronique, susceptible d'entraîner une évolution ou une amélioration de la vie humaine dans tous les domaines et ce dans un proche avenir. Ce projet devra être réalisable et ne devra correspondre à aucune des maquettes ou plans déjà existants ou commercialisés. »

Les quinze meilleurs projets, jugés en fonction de leur originalité et de leur utilité, vaudront à leurs auteurs une bourse pour réaliser le prototype de leur invention.

Renseignements et inscriptions avant le 25 avril à TF1, Concours "Avenir et innovation" - 17, rue de l'Arrivée - 75737 Paris Cedex 15.

## CONCOURS

### Créativité, humour et innovation

■ L'Association des élèves de l'École supérieure d'ingénieurs de Marseille (AEESIM - 28, rue des Électriciens - BP 64 - 13375 Marseille Cedex 12 - Tél. (91) 49.91.40, poste 369) organise, le 5 juin, la "Grande traversée du vieux port de Marseille".

Une traversée un peu particulière : bateaux, planches à voile ou toute embarcation traditionnelle, à rame, à voile, à moteur ou à pédale, déjà produits à plus de 5 exemplaires, ne seront pas admis. Chaque concurrent devra en effet avoir conçu, réalisé et décoré sa propre embarcation.

Cette "Grande traversée" s'adresse donc aussi bien aux inventeurs qu'aux bricoleurs, aux étudiants qu'aux marins, aux humoristes qu'aux amateurs de sensations fortes.

Trois classements primeront l'originalité, la rapidité et l'innovation technique. ■

# JUSQU'OU FAIRE CONFIANCE AUX NOUVEAUX FREINS

*Tout conducteur sait que la pédale des freins est à manier avec discernement en fonction de paramètres multiples que l'expérience lui a appris à évaluer. Quels sont ces paramètres? Comment opèrent-ils? Comment l'électronique contribue-t-elle à améliorer le freinage?*

► On freine mieux sur sol sec que sur sol mouillé; on freine mieux sur un revêtement rugueux que sur des pavés lisses. La théorie explique très bien ce constat quotidien: si  $M$  est la masse de la voiture et  $g$  l'accélération de la pesanteur, la force de freinage optimale ( $F$ ) est la multiplication du poids de la voiture ( $M \times g$ ) par le coefficient d'adhérence qui caractérise le contact des pneus avec le sol ( $\mu$ ):

$$F = \mu \times M \times g$$

Dans le meilleur des cas — avec des pneus en très bon état — un revêtement idéal fait de graviers enrobés aura un coefficient d'adhérence proche de l'unité. Mais l'asphalte ou les pavés secs n'auront plus qu'un  $\mu$  de 0,6; l'asphalte humide ou les pavés gras un  $\mu$  de 0,4; la neige compacte un  $\mu$  de 0,2; le verglas un  $\mu$  de 0,1. D'un extrême à l'autre, la force que devront développer les freins pour arrêter une voiture variera de 1 à 10.

Cette force de freinage, appliquée au mouvement de la voiture, entraîne une décélération  $J$ , telle que, si  $M$  est la masse de la voiture:

$$J \times M = \mu \times g \times M.$$

Donc  $J$ , la décélération maximale que l'on peut attendre du freinage le plus efficace, est égal au produit du coefficient d'adhérence par l'accélération de la pesanteur. D'où cette première constatation, qui va à l'encontre des idées reçues: la décélération, c'est-à-dire l'efficacité du freinage, est indépendante du poids du mobile. A vitesse initiale égale et avec des pneumatiques adaptés permettant une adhérence comparable, il faudra la même distance pour arrêter un 30 tonnes ou une R 5.

Si maintenant on appelle  $D$  cette distance de

freinage, et  $V$  la vitesse au moment où l'on commence à freiner, on a:

$$D = \frac{V^2}{2\mu g}$$

Deuxième constatation: la distance d'arrêt croît comme le carré de la vitesse. A 60 km/h, elle sera quatre fois plus grande qu'à 30 km/h, et quatre fois plus faible qu'à 120 km/h.

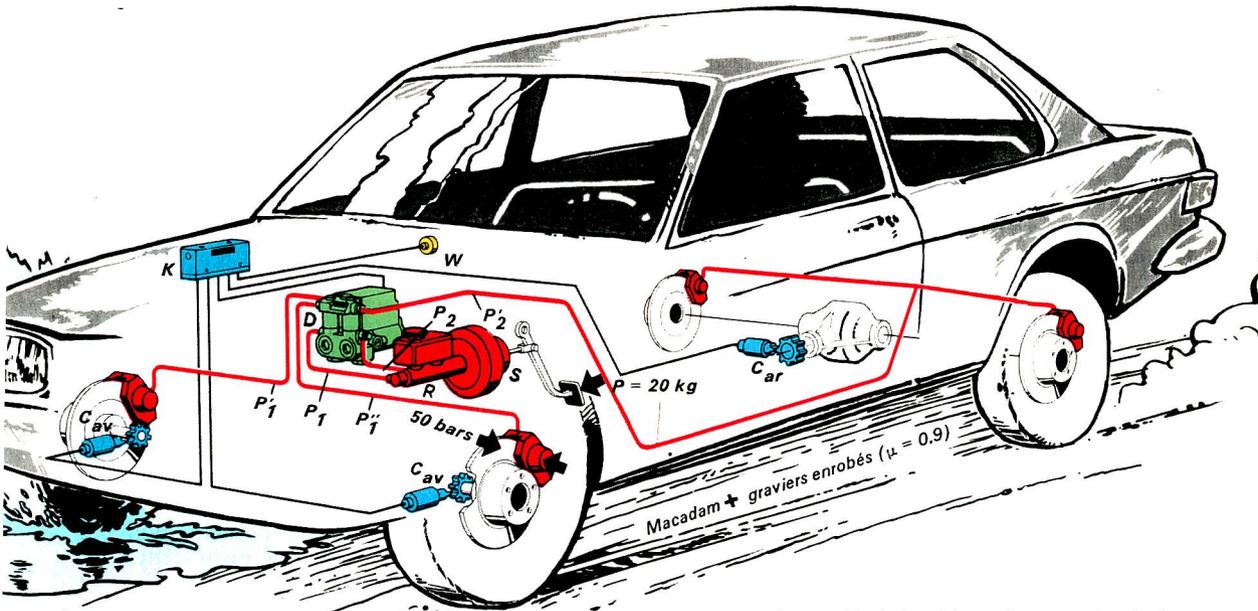
En résumé, sur un revêtement parfaitement adhérent ( $\mu = 1$ ), une R 5 ou un 30 tonnes roulant à 30 km/h auront théoriquement besoin de 3,6 m pour s'arrêter; à 60 km/h, ils auront besoin de 14,16 m; à 120 km/h de 56,6 m. Sur le verglas, ces distances théoriques seront multipliées par dix et atteindront donc respectivement: 36, 141 et 566 m.

Dans la pratique, la distance de freinage est allongée par le temps de réaction du conducteur et la mise en œuvre effective des freins à partir du moment où la pédale de commande est actionnée. Si l'on estime ce délai à 0,8 seconde, l'allongement est de 6,6 m à 30 km/h, 13,33 m à 60 km/h, et 26,6 m à 120 km/h. Voilà qui nous rapproche un peu plus de la réalité.

Mais, pour cerner d'encore plus près cette réalité, il faut tenir compte du fait que le freinage s'accompagne souvent d'un glissement du pneu sur le sol, ce qui modifie non seulement l'effort de traction ou de freinage, mais aussi le maintien de la trajectoire. Lorsqu'il y a glissement, on ne parle plus d'adhérence mais de frottement entre les pneus et la chaussée. Et comme le glissement n'est pas seulement longitudinal, on intègre dans les calculs un coefficient de frottement longitudinal ( $\mu_l$ ) et un transversal ( $\mu_t$ ). Ces deux coefficients vont varier — chacun selon leur loi propre — en fonction du glissement.

Observons une roue en mouvement: son cen-





## COMMENT FONCTIONNE UN SYSTÈME ANTIBLOCCAGE.

Imaginons la situation de freinage optimal. Sur un revêtement d'excellent coefficient d'adhérence ( $\mu = 0,9$ ), le conducteur applique sur la pédale de freins une pression de  $20 \text{ kg/cm}^2$ . Cette pression est multipliée par le dispositif d'assistance **S** et transmise aux circuits hydrauliques avant **P<sub>1</sub>** et arrière **P<sub>2</sub>**. Les 3/4 de l'effort de freinage, eu égard au transfert de masses, étant en ce cas assumés par le train avant (pression de 50 bars sur chaque disque), le répartiteur **R** détermine des pressions telles que **P<sub>1</sub>** soit trois fois supérieur à **P<sub>2</sub>**. La pression émise par le répartiteur est ensuite modulée par un doseur **D** qui règle, pour l'avant, la pression sur les roues de droite et de gauche. Il module **P<sub>1</sub>** en **P'<sub>1</sub>** pour la roue de droite et **P<sub>1</sub>** en **P'<sub>1</sub>** pour la roue de gauche. Si l'adhérence des deux roues est uniforme, on aura **P'<sub>1</sub> = P''<sub>1</sub> = P<sub>1</sub>**. Mais imaginons que la roue de droite roule sur une flaque d'eau : le coefficient d'adhérence sera brutalement réduit de 0,9 à 0,4. La pression appliquée au frein de la roue de droite sera trop élevée eu égard à l'adhérence disponible et cette roue aura donc tendance à se bloquer, amenuisant son efficacité de freinage et déséquilibrant la voiture. Le capteur avant droit **C<sub>av</sub>** enregistrera cette décélération exagérée de la roue : il renverra aussitôt un ordre au calculateur **K** qui ouvrira une électrovanne dans le doseur **D**. La pression **P'<sub>1</sub>** dans le frein concerné sera abaissée, la roue se remettra en mouvement et participera de nouveau de manière optimale à l'effet de freinage jusqu'à l'indice de blocage suivant qui sera repéré par le capteur et ainsi de suite, le processus recommencera de 5 à 6 fois par seconde. Quand tous les capteurs à la fois décèlent une approche de blocage à basse vitesse, c'est que le conducteur veut s'arrêter : ils se mettent alors naturellement d'eux-mêmes hors circuit, pour autoriser cet arrêt. Enfin, quand le système est défectueux, le conducteur est prévenu par l'alarme **W** et le système de freinage en revient à un circuit normal, les capteurs **C<sub>av</sub>** et **C<sub>ar</sub>** et le doseur **D** se mettant hors service.

tre a une vitesse linéaire  $V_v$  qui est celle de la voiture. Par rapport à ce centre, un point donné de la circonférence a une vitesse linéaire égale au produit de la vitesse angulaire de la roue ( $W_r$ ) par son rayon ( $R_r$ ). En l'absence de glissement (ripage ou patinage) :  $V_v = W_r \times R_r$ . S'il y a un ripage, le produit  $W_r \times R_r$  est inférieur à  $V_v$ . On peut donc définir un rapport de glissement ( $G$ ) :

$$G = \frac{V_v - W_r R_r}{V_v}$$

En l'absence de glissement ( $W_r R_r = V_v$ ), le rapport  $G$  est nul. Par contre, quand la roue est bloquée ( $W_r = 0$ ),  $G$  vaut 1 : on parle alors de glissement à 100%.

Les pneumatiques étant souples, ils peuvent se déformer légèrement sans perte pour l'adhérence longitudinale ; le freinage est au contraire amélioré par le stockage de l'énergie sous forme de déformation. C'est le cas lorsque le glissement ne dépasse pas 25%. Au-delà, cette adhérence décroît rapidement.

L'adhérence transversale, elle, est à son maximum quand le glissement est nul ; puis elle se dégrade au fur et à mesure que le glissement augmente, pour devenir insignifiante quand il atteint 100%. Donc, quand une roue est bloquée, non seulement elle n'assure pas le freinage optimal, car elle gaspille une bonne part de l'adhérence disponible, mais, surtout, elle perd son pouvoir directeur : le freinage devient instable. Si ce sont les roues avant qui se bloquent, la voiture poursuit sa trajectoire en ligne droite (même si les roues sont braquées) ; si ce sont les roues arrière, elle part en tête-à-queue.

Le freinage le plus efficace passe donc par un dosage judicieux de la résistance que les roues opposent à l'avancement. Cette résistance doit être suffisamment puissante pour exploiter au mieux l'adhérence disponible ; elle ne doit pas

l'être trop, pour ne pas risquer de gaspiller cette adhérence en s'exposant au blocage.

Mais ce n'est pas tout : un dernier élément vient encore compliquer un problème déjà passablement ardu. En effet, si la force de freinage appliquée à une roue doit être proportionnelle au poids supporté par la roue, ce poids, lors de la décélération, a tendance à se transférer de l'essieu arrière vers l'essieu avant, délestant l'un et surchargeant l'autre. Si l'on appelle  $F_{av}$  la force qui s'exerce lors du freinage au niveau de l'essieu avant, et  $F_{ar}$  la force qui s'exerce au niveau de l'essieu arrière, l'équilibre d'une voiture de masse  $M$  soumise à une décélération  $J$  s'exprime par l'équation :

$$M \times J = F_{av} + F_{ar}$$

La réaction  $MJ$  s'exerçant au niveau du centre de gravité de la voiture, donc à une certaine hauteur ( $h$ ) du sol, et produisant un mouvement de basculement qui est fonction des deux points d'appui, l'essieu avant et l'essieu arrière, distants de l'empattement  $L$ , le transfert de charge ( $dP$ ) vers l'essieu avant obéit à la loi suivante :

$$dP = P \times \frac{J}{g} \times \frac{h}{L}$$

Il dépend donc de la définition géométrique du véhicule. Il est d'autant plus important que la hauteur du centre de gravité est plus élevée, que l'empattement est plus court et que la décélération est plus forte. Il varie également selon que la voiture est à pleine charge ou presque vide.

Imaginons une voiture pesant 1 000 kg, équitablement répartis entre l'essieu avant et l'essieu arrière en position statique. Si son empattement est de 2,70 m et la hauteur de son centre de gravité de 75 cm, pour une décélération de  $1g$  c'est 760 kg, et non plus 500, qui appuieront sur l'essieu avant, et 240 sur l'essieu arrière. En conséquence, l'essieu avant sera appelé à assurer plus des trois quarts de l'effort de freinage. En revanche, sur route mouillée ( $J = 0,4g$ ), le transfert ne sera plus que de 103 kg, et l'effort de freinage requis à l'avant que de 50% supérieur à celui demandé à l'arrière.

Un bon système de freinage doit donc tenir compte de ces transferts de charge. On y parvient en asservissant la pression hydraulique dans les circuits de commande arrière à un capteur de décélération. Pour les faibles décélération, la commande envoie une pression égale dans les circuits avant et arrière ; au-delà d'un certain seuil ( $J = 0,3$  ou  $0,4$  environ), la pression dans le circuit arrière augmente plus faiblement que dans le circuit avant. On peut également asservir cette répartition à la charge de la voiture, car celle-ci est susceptible de faire varier non seulement les distributions de poids statiques, mais aussi la hauteur du centre de gravité.

Poids d'une voiture, variation de sa distribution en fonction de la charge, empattement, hauteur du centre de gravité, coefficient d'adhérence des pneus en fonction des revêtements sur lesquels ils sont appelés à rouler, tels sont les

paramètres qui permettent de définir par le calcul les caractéristiques d'un système de freinage optimal. Aucun empirisme, aucune subjectivité dans ce cahier des charges.

Pourtant sa mise en œuvre n'est que compromise. Arrêtons-nous au schéma le plus simple d'une voiture équipée de quatre freins à disque. La dimension des disques est déjà limitée par la place disponible à l'intérieur des jantes : ils ne peuvent guère dépasser 20 cm de diamètre. Ces disques sont pincés entre deux garnitures de 25 cm<sup>2</sup> de surface. Quand les freins sont actionnés, c'est le frottement des garnitures sur les disques, sous la pression hydraulique transmise par la pédale, qui assurera la décélération. L'énergie cinétique de la voiture sera dissipée en chaleur.

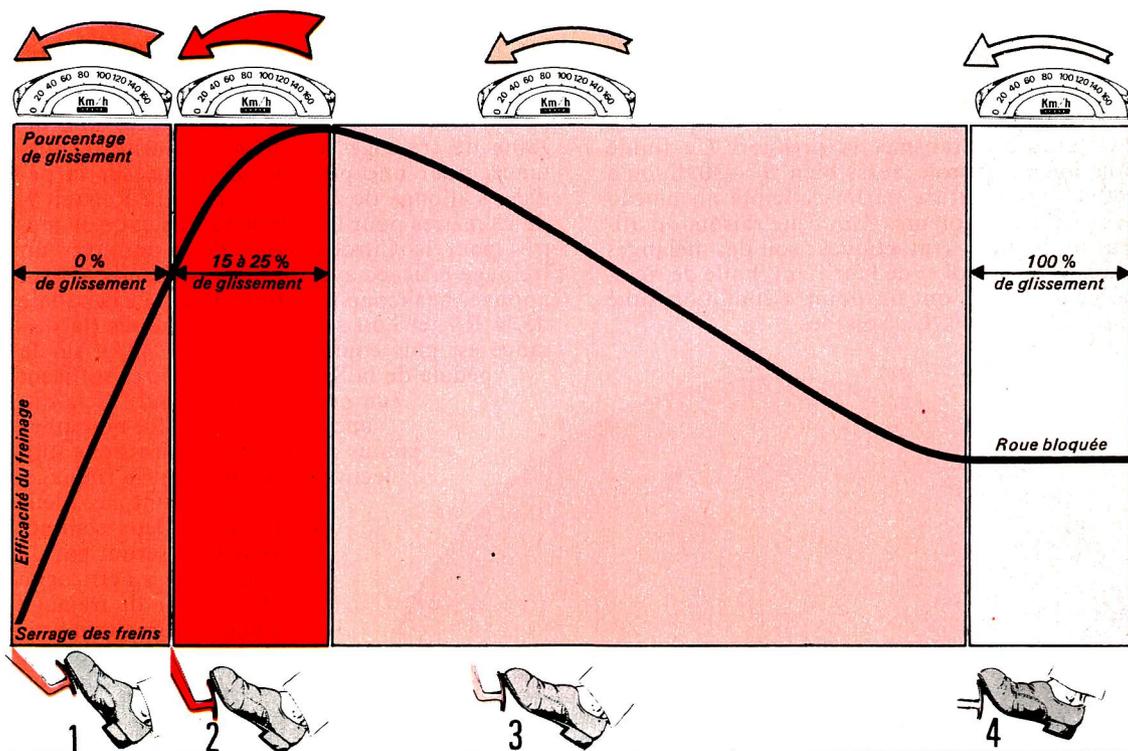
Un taxi parisien évoluant normalement dans le trafic urbain est astreint à une demi-douzaine de coups de frein de moyenne importance par kilomètre ; ses disques et ses garnitures fonctionnent en permanence à une température de 150 à 200°C. En revanche, la descente d'un col de montagne à allure moyenne porte cette température à 800°C (c'est la valeur habituellement relevée au terme des quatre premiers kilomètres de la descente du mont Ventoux, où les constructeurs font généralement leurs essais). Or, le premier coup de frein peut avoir été donné à une température de  $-20^\circ\text{C}$ . Il faut donc que les matériaux utilisés tant pour les disques que pour les garnitures soient capables de supporter de grandes variations thermiques sans être momentanément ou définitivement dénaturés.

Les disques sont en fonte. Sur les voitures les plus perfectionnées, ils sont intérieurement évidés de perforations radiales, afin d'être mieux ventilés et refroidis. Mais cet évidement a des limites, car, à la contrainte de température, s'ajoute la pression à laquelle ils sont soumis : 50 kg par cm<sup>2</sup> lors des freinages les plus "appuyés".

Les garnitures, elles, sont faites d'un matériau composite comprenant : 1° des fibres, qui constituent le substrat et assurent la tenue mécanique (jusqu'à présent, on faisait appel à l'amiante, résistant et réfractaire, mais l'amiante sera progressivement remplacé par des fibres synthétiques) ; 2° des "charges", dont la nature et le dosage dépendent des fonctions qu'on en attend (particules lubrifiantes pour éviter le grippage et le bruit, particules frottantes pour assurer la décélération, particules métalliques pour garantir la conductibilité et l'évacuation de calories, etc.) ; 3° un liant (résines thermocroissables ou caoutchouc élastomère).

Dans sa technologie, la fabrication des garnitures est un peu analogue à celle des pneumatiques : même importance du *know-how*, même secret jalousement gardé des proportions et du dosage des ingrédients, même recours systématique à l'expérimentation, mêmes délais dans l'élaboration d'un produit nouveau. Chez Ferodo, où l'on est rompu à l'expérience, où l'on

# FREINAGE : ATTENTION AU GLISSEMENT !



Lorsque vous appuyez sur la pédale des freins à bord de votre voiture lancée à une vitesse quelconque, vous réduisez de ce fait la vitesse de rotation des roues de votre véhicule, et c'est l'adhérence des pneumatiques sur la chaussée qui transmet cette décélération à la voiture.

Dans la pratique, tant que la force d'adhérence des pneus sur la chaussée est supérieure à la force d'inertie entraînant le véhicule sur sa lancée, l'efficacité du freinage est directement proportionnelle au serrage des freins : plus on appuie sur la pédale, plus le véhicule freine, et sans aucun glissement des pneus sur la chaussée (1 — courbe quasi linéaire).

Si vous enfoncez quelque peu la pédale au-delà de 1, la décélération de la rotation de vos roues sera telle que la force d'inertie de votre voiture dépassera la force d'adhérence des pneus sur la chaussée : le véhicule, en plus de rouler, glissera légèrement. Ici, une nouvelle force entre en jeu : la force de frottement des pneus sur la chaussée. Ainsi, au-delà de 1, plus vous appuyez sur la pédale, c'est-à-dire plus le serrage des freins augmente, plus la voiture glisse, et plus le frottement entre pour une part im-

portante dans le freinage au détriment de l'adhérence. Jusqu'à 15 à 25% de glissement (2) l'efficacité du freinage continue d'augmenter avec le serrage des freins (flèche rouge plus grosse) et perte de vitesse plus forte qu'en 1. Ce taux de glissement est tout à fait raisonnable, et il accompagne souvent les manœuvres de freinage de la conduite courante.

En 3, le serrage des freins est encore plus appuyé : le glissement l'emporte de plus en plus sur le roulement ; à l'évidence, l'efficacité du freinage se détériore rapidement. Résultat : une distance plus longue avant l'arrêt et une perte de contrôle plus ou moins importante du véhicule.

En 4, c'est le freinage à roue bloquée : votre voiture ne roule plus, elle glisse à 100%. Elle finira bien par s'arrêter... mais ni où ni quand vous voulez !

Précisons que cette courbe est valable quelle que soit la vitesse avant et après le ou les freinages. Ajoutons, pour terminer, que plus le coefficient d'adhérence entre les pneus et le sol est bas (ce coefficient  $\mu$  va de 0,9 sur macadam + graviers enrobés, à 0,1 sur verglas), plus votre voiture aura tendance à glisser au freinage, et donc moins ce dernier sera efficace.

s'est doté d'un microscope électronique à balayage pour observer l'évolution des composants à l'usage, où l'on procède à des essais surveillés en clientèle (taxis, grands rouleurs, poids lourds), on compte encore deux ans pour mettre au point et commercialiser une nouvelle garniture.

La pression sur la garniture est transmise par le pied du conducteur. Il faut que celui-ci, en fonction de sa sensibilité, ait la possibilité de doser son effort, sans toutefois que l'effort

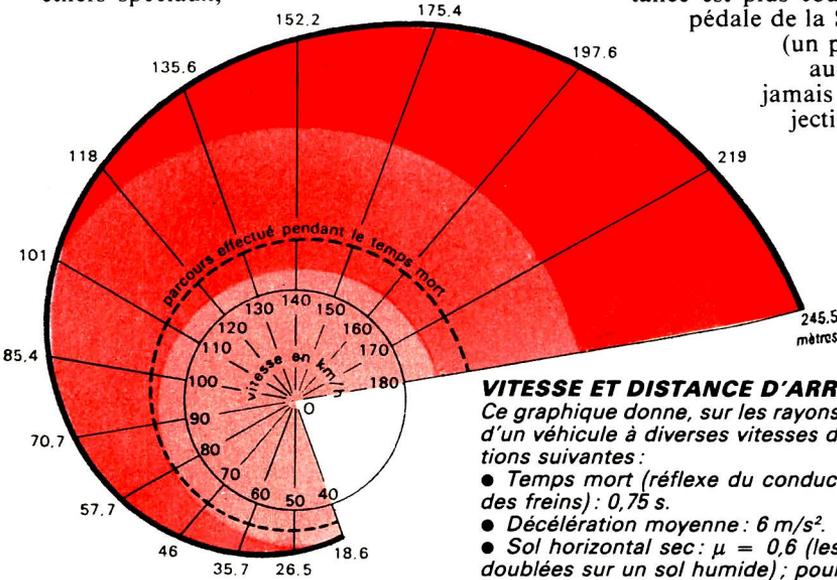
maximal exigé soit trop important. La norme dans ce domaine peut se situer aux alentours de 20 kg. L'adjonction d'un dispositif d'assistance, puisant son effet multiplicateur dans la dépression qui règne à l'alimentation du moteur, permet de soulager le conducteur et d'augmenter la pression sur la garniture. Ainsi, à freinage égal, la pression étant plus élevée, l'adoption de garnitures à coefficient de frottement plus faible peut diminuer l'usure.

Reste à définir les caractéristiques des autres éléments du système de freinage : calibre du maître-cylindre et des canaux de transmission, diamètre des pistons récepteurs, rigidité des étriers supportant les garnitures (ils ne doivent pas se déformer sous l'effort), répartition de la pression entre l'avant et l'arrière, composition du fluide qui transmet la pression. Ce fluide doit jouer son rôle aussi bien à  $-30^{\circ}\text{C}$  qu'à  $200^{\circ}\text{C}$ , température parfois atteinte au niveau des pistons récepteurs. Pour cette raison, on utilise des liquides synthétiques : soit des mélanges d'éthers de glycol et de lubrifiant (huile de ricin, polyéthers), qui ont un point d'ébullition situé entre  $200$  et  $240^{\circ}\text{C}$  : soit des éthers spéciaux,

nous constatons qu'il faut en réalité, avec un conducteur sensible et bien entraîné,  $44,25$  m à une Citroën Visa,  $51,8$  m à une Talbot Samba (en appliquant, dans les deux cas, une force de  $30$  kg sur la pédale) et  $54,8$  m à une Renault 9 (mais avec seulement  $15$  kg d'effort, grâce à l'assistance). Tout cela à froid. Après une dizaine de freinages de même intensité, la distance, pour une pression identique sur la pédale, s'allonge de  $18$  mètres pour la Renault 9, de  $23$  mètres pour la Talbot Samba et de  $36$  mètres pour la Citroën Visa ! Pour retrouver un freinage efficace avec des freins chauds, il faut appuyer beaucoup plus fort :  $30$  kg sur la pédale de la R9, et l'on s'arrête en  $50$  mètres (la distance est plus courte qu'à froid) ;  $40$  kg sur la pédale de la Samba, et  $55$  mètres suffisent (un peu plus qu'à froid). Cela dit,

aucun constat chiffré ne rendra jamais compte des impressions subjectives qui entourent le freinage.

Or, celles-ci ont aussi leur importance. Deux conducteurs n'analyseront pas de la même manière l'efficacité du système de freinage d'une voiture : l'un estimera l'effort à déployer sur la pédale trop important ; l'autre,



### VITESSE ET DISTANCE D'ARRÊT

Ce graphique donne, sur les rayons à partir de 0, la distance d'arrêt d'un véhicule à diverses vitesses de  $40$  à  $180$  km/h dans les conditions suivantes :

- Temps mort (réflexe du conducteur + délai de mise en œuvre des freins) :  $0,75$  s.
- Décélération moyenne :  $6$  m/s<sup>2</sup>.
- Sol horizontal sec :  $\mu = 0,6$  (les distances d'arrêt peuvent être doublées sur un sol humide) ; pourcentage de glissement :  $25\%$ .

dont le point d'ébullition atteint  $270$  à  $300^{\circ}\text{C}$ . Mais ces liquides, malheureusement, s'imprègnent d'eau : on estime qu'après trois ans d'utilisation, ils présentent, en moyenne, par simple diffusion, une teneur en eau de  $3\%$ . Cette eau produit ou bien des points de congélation par temps très froid, ou bien des tampons de vapeur lorsque les freins s'échauffent fortement. De plus, elle abaisse considérablement le point d'ébullition initial des fluides, parfois au-dessous de la limite critique de  $200^{\circ}\text{C}$ . Résultat : la course de la pédale s'allonge jusqu'au phénomène alarmant de "la pédale au plancher". La meilleure façon d'éviter ces méfaits de l'eau, c'est de "purger" le circuit hydraulique et de remplacer le liquide environ une fois tous les deux ans.

La complexité et l'empirisme de la mise en œuvre du freinage, malgré une théorie qui, nous l'avons vu, obéit à des lois extrêmement précises, se traduit concrètement par la diversité des résultats observés sur le terrain.

Pour arrêter une voiture qui roule à  $100$  km/h, avec une adhérence de  $0,9$ , il suffit théoriquement de  $43,65$  mètres. Or, si nous prenons pour exemples trois voitures récentes,

au contraire, préférera un contact plus ferme. On s'est aperçu, par exemple, que, sur ce point précis, les Allemands étaient habitués à des commandes "viriles", tandis que les Français étaient plus enclins à économiser leurs muscles. Ainsi, deux voitures capables des mêmes performances de freinage imposeront des sensations différentes : plongée plus accentuée, pression à appliquer plus élevée, appui sur la commande plus ou moins "spongieux".

Les habitudes de conduite interviennent également : à voiture et à utilisation égales, un conducteur usera ses garnitures trois fois plus vite qu'un autre (la fourchette va de  $25000$  à  $75000$  kilomètres). L'un sera doux, s'en remettra au frein moteur, se laissera lentement glisser à l'approche d'un feu rouge ; l'autre multipliera les coups de frein intempestifs ou superflus. Il est vrai que, naguère, quand l'automobiliste était confronté au "fading", il avait soin de ménager ses freins, alors qu'aujourd'hui, eu égard aux progrès techniques réalisés en la matière, il est porté à leur faire entière confiance. Il convient néanmoins de savoir qu'une descente à bonne allure du mont Ventoux entame l'épaisseur des garnitures d'un bon millimètre.

(suite du texte page 167)

*Le chic à l'état brut.*



**BRUT 33 MUSK** Une eau de toilette et toute une gamme pour hommes de **FABERGÉ**

# UN FUSIL D'ASSAUT POUR LE TIR SUR CIBLES

*Jusqu'ici, le tir de loisir, comme le tir de compétition, se faisait avec des armes dont la conception remontait au siècle dernier, ou au début du XX<sup>e</sup>. Pour la première fois, les amateurs ont maintenant la possibilité de pratiquer leur sport avec une arme de conception moderne : le fusil d'assaut en calibre 5,7 mm. La munition utilisée, le 222 Remington, est facile à recharger, ce qui permet le tir à grande distance pour un prix raisonnable. De plus, le choix des projectiles est très grand.*

► En lançant sur le marché, à la fin de l'année 1981, une version commerciale du fusil d'assaut suisse type 540, la société Manurhin a réalisé une excellente opération puisque la demande s'est avérée très vite supérieure à l'offre : le produit est pratiquement vendu avant même d'être sorti d'usine, bien qu'il soit loin d'être bon marché. Une bonne affaire pour le fabricant donc, mais aussi pour les tireurs, les collectionneurs ou les simples amateurs d'armes.

Car il y a une raison à ce succès : c'est la première fois depuis un demi-siècle que les amateurs peuvent disposer d'une arme qui soit réellement de leur époque. Bien entendu, nous ne voulons pas dire que le matériel offert n'était composé jusque-là que d'antiquités, mais qu'il restait toujours basé sur des conceptions fort anciennes. Si on considère, par exemple, la discipline de tir la plus fréquentée, le 50 mètres standard ou libre, on ne trouve que des carabines à un coup dont le système de fermeture est dérivé de la culasse Mauser modèle 1898 : pas loin du siècle !

Il en va de même pour la plupart des carabines de chasse à canon rayé, bien qu'on trouve là quelques armes semi-automatiques : mais il faut alors rappeler que Remington sortit la première arme de ce type, dite modèle 8, en 1906.

Or il faut bien voir que, à l'état naturel, les armes de tir ou de chasse ont toujours suivi l'évolution des armes militaires ; seules des réglementations peuvent venir bloquer cette évolution logique. Au temps des archers, on faisait du tir à l'arc ; à l'époque du fusil à pierre, on tirait au mousquet ; quand est venue la munition en métal, on a visé les cibles avec des cartouches métalliques. Or, en 1981, on tire tou-

jours avec des armes à un coup alors que le fusil d'aujourd'hui, c'est le fusil d'assaut. Sans remonter à l'époque des frondeurs baléares, un bref rappel historique va nous permettre de suivre la progression des armes sur un siècle. Il y a donc environ 100 ans, une découverte majeure, et française, va changer le monde des armes : la poudre à base de nitrocellulose, inventée par Paul Vieille.

Beaucoup plus puissante que la poudre noire, elle permet de donner au projectile une vitesse très élevée, ce qui va entraîner la réduction du calibre : de 10 à 12 mm, on passe à 8 mm. C'est l'époque du fusil Lebel, et du fusil Mauser dont le système de culasse sera copié dans le monde entier et reste toujours fabriqué aujourd'hui. La Première Guerre mondiale voit donc l'utilisation massive de ces fusils à répétition manuelle dont le magasin tient en général 5 cartouches de calibre 8 mm. Mais déjà quelques précurseurs tentent d'automatiser le système de répétition tandis que d'autres poussent à la réduction du calibre — les Anglais, les Américains ont du 7,62 mm, les Italiens du 6,5 mm. Entre les deux guerres, on perfectionne les mitrailleuses et les pistolets mitrailleurs.

Les Allemands, qui sont de grands précurseurs en ce domaine, entament la Deuxième Guerre avec un stock massif de ces deux dernières armes mais, chose curieuse, ils gardent toujours le fusil modèle 1898. Les Américains, par contre, disposent dès leur entrée en guerre d'un fusil à répétition automatique, le Garand. Lourd et encombrant, mais très efficace, il a donc le gros avantage de pouvoir tirer plusieurs coups sans avoir à manœuvrer la culasse ; sur le terrain, c'est un atout majeur. Dès 1942, les Al-



*Par sa munition très précise, le fusil d'assaut permet de réaliser des scores intéressants jusqu'à 200 et même 300 m. Bien que l'éjection se fasse à droite, l'arme peut être utilisée par un gaucher, comme on le voit ici, les douilles étant projetées en avant. Toutefois, en tir semi-automatique, les lunettes de protection seraient nécessaires, l'œil droit étant exposé en cas de projections d'imbrûlés.*

Allemands réalisent leur erreur d'avoir conservé un fusil de la première guerre, et ils constatent également que le pistolet mitrailleur, efficace en terrain découvert ou en combat rapproché, manque de puissance en toute autre occasion. Ils vont alors, et c'est la grande innovation, trouver un compromis entre la mitrailleuse légère et le pistolet mitrailleur : ce sera le fusil d'assaut.

Conçu par Haenel, revu par Schmeisser, le nouveau produit n'entrera vraiment en service qu'à la fin de la guerre. Dénommé StG 44 — Sturm Gewehr 1944, fusil d'assaut 1944 — il utilise une munition intermédiaire entre la 7,92 du fusil et la 9 mm du P.M. : c'est la 7,92 Kurz, ou 7,92 × 33, la douille ayant 33 mm de hauteur contre 57 mm pour celle du fusil. L'arme peut tirer coup par coup ou en rafales et, surtout, elle rompt complètement avec le dessin traditionnel en matière de fusil : plus de fût en bois, ni de boîtier en acier usiné, ni de pièces délicates ou complexes rectifiées et ajustées avec soin.

Le fusil d'assaut fait d'emblée appel à la tôle estampée, à la soudure, aux pièces venues directement de fonderie et aux rivets. Seules les pièces maîtresses (canon, verrou, culasse) sont usinées dans des blocs d'acier forgé. La nouvelle arme est à la fois courte et légère, endurante, bon marché et terriblement efficace. Les Soviétiques suivent très vite le mouvement mais leur Avtomat Kalashnikov modèle 1947 ne verra le jour qu'après la guerre. Il sera par contre

fabriqué à des millions et des millions d'exemplaires et on le trouvera dans tous les conflits depuis cette date.

Comme le StG 44, le AK 47 garde le calibre du fusil : 7,92 d'un côté, 7,62 de l'autre. A noter que les Américains, à qui se posent les mêmes problèmes, mettront en service une carabine courte et légère, au même calibre que le fusil (7,62 encore) mais tirant une cartouche très courte et relativement peu puissante. Très bien dessinée, elle rencontrera un grand succès pour sa maniabilité et son esthétique ; mais elle est loin d'avoir les possibilités des fusils d'assaut allemands ou russes.

Ce sont pourtant les Américains qui vont franchir l'étape suivante, en gardant la technologie des produits européens, mais en réduisant le calibre. La première étape se situe en 1950, quand Remington commercialise une cartouche de chasse de petit calibre, mais remarquablement performante : le 222 Remington. Il s'agit d'une munition entièrement nouvelle et non, comme c'est le cas la plupart du temps, d'une cartouche dérivée des modèles existants. La douille, dont la base est à peu près celle d'une 9 mm de pistolet, fait 43 mm de haut pour une balle dont le calibre est 5,7 mm. Cette munition rencontre tout de suite un succès considérable car elle s'avère, en précision, supérieure à tout ce qui existait dans ce calibre, et même dans les autres. Pour le tir à 200 m, c'est sans doute la meilleure cartouche du monde car elle figure

toujours, et même aujourd'hui, en tête de classement dans les disciplines (dites *bench-rest*) de tir sur appui à 100 et 200 m.

Ses qualités balistiques (vitesse, énergie, pénétration) sont également excellentes, ce qui incite les ingénieurs à en tirer une version à usage militaire. Les essais entrepris dans ce but mènent d'ailleurs à la commercialisation d'une version un peu plus puissante dont la douille a été allongée à 47 mm, la 222 Magnum. Celle-ci n'intéresse guère les militaires mais à la même époque, vers 1957-1958, la société Armalite sort un fusil d'assaut dénommé AR-15 qui tire une autre version allongée de la 222, dite 223.

Cette fois l'armée est intéressée et l'arme fabriquée par Colt sous le nom de M16 sera très largement utilisée au Viêt-nam. Le fusil d'assaut actuel est né, mais la réduction du calibre entraîne certains inconvénients qui seront difficiles à pallier ; une arme militaire doit par définition fonctionner en toutes circonstances, c'est-à-dire malgré le sable, la boue, l'eau et toutes les poussières possibles. Plus on diminue le calibre et plus ces grains de sable prennent d'importance, car leur dimension ne change pas quand on réduit la munition. On pourrait dire que, proportionnellement, ils deviennent de plus en plus gros. La moindre parcelle de rouille joue dans le même sens, et il fallut de

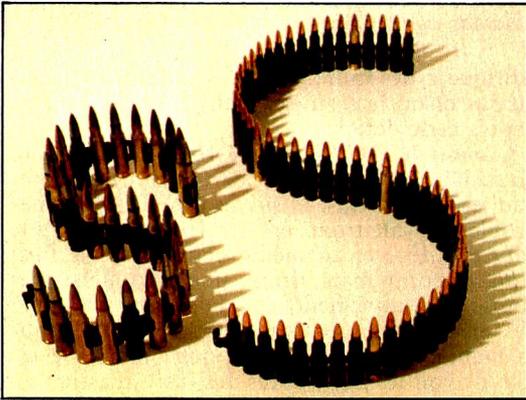
mais aussi une mitrailleuse en 223, qui est la seule réellement opérationnelle aujourd'hui. De plus, ils ont considérablement amélioré les performances de la munition, en particulier avec la balle SS 109, perforante à noyau d'acier de 4 grammes, qui perce 3,5 mm d'acier à plus de 600 m et traverse un casque lourd à 1,3 km.

Pour les amateurs ou collectionneurs français, toutes ces armes et munitions sont inaccessibles, car classées en première catégorie, c'est-à-dire comme matériel de guerre. L'autorisation de détention pour une arme de première catégorie tirant par rafales n'est jamais accordée à un particulier. Les fusils d'assaut auraient donc pu rester sans intérêt pour les tireurs civils sans l'initiative prise par la Manufacture de machines du Haut-Rhin, à Mulhouse. Cette firme est liée par des accords techniques et commerciaux avec la Schweizerische Industrie Gesellschaft de Neuhausen. Celle-ci a conçu un fusil d'assaut en 223, le SIG SG 540, mais les industriels suisses n'ayant pas le droit d'exporter du matériel de guerre, la fabrication sera faite par Manurhin.

En 1981, les responsables de la firme, qui souhaitent une diffusion aussi importante que possible du produit, décident d'être présents sur le marché civil français. C'est chose impossible avec la munition de 223, mais non avec celle de 222, classée cartouche de chasse, donc en 5<sup>e</sup> catégorie. Le 223 et le 222 ne diffèrent que par la longueur de la douille (45 mm contre 43 mm), et il est extrêmement facile pour l'usine de fabriquer des canons chambrés pour la 222 : il s'agit seulement d'un outil à changer. On supprime également le système de tir en rafales, mais pour le reste l'arme reste strictement identique au fusil d'assaut militaire. Ne pouvant tirer que la seule munition de chasse (la 223 est trop longue pour une chambre de 222) et uniquement en coup par coup, l'arme redevient une arme de chasse (5<sup>e</sup> catégorie) en vente et en détention libres (1).

Pour les amateurs c'est une chance inespérée : ils peuvent enfin disposer d'une arme résolument moderne, tout à fait actuelle, et tirant une munition qui, pour la précision, est supérieure à celle de l'armée. Ceci explique l'intérêt considérable suscité par cette arme dénommée FSA MR 222, pour Fusil semi-automatique Manurhin calibre 222. La prise en main surprendra les traditionalistes : on est bien loin du fusil de chasse habituel ou du MAS 36. Crosse, fût et garde-main sont en plastique vert sombre ; tout ce qui est métallique est phosphaté gris-vert. L'engin a d'ailleurs beaucoup plus l'apparence d'un ensemble mécanique évolué que d'une carabine. Pourtant, c'en est une, mais avec le même écart d'aspect, par rapport aux armes traditionnelles, qu'il y a entre une BMW et une Bugatti.

(1) Mais le transport reste soumis à certaines règles. Ainsi le transport d'une arme chargée dans un véhicule quelconque est interdit ; le port d'une arme chargée hors d'un stand, d'un terrain de chasse ou d'une propriété privée est également interdit.



**L'atout majeur du petit calibre :** le poids. Les deux bandes, 7,62 à gauche, 5,7 à droite, font jeu égal sur la balance ; mais 27 coups d'un côté, 58 de l'autre : plus du double pour le même poids.

longues années de perfectionnement pour amener l'arme de petit calibre à une bonne fiabilité.

Aujourd'hui, plus d'une vingtaine de pays se sont ralliés au nouveau calibre, appelé 223 ou 5,56 x 45 ; c'est ainsi qu'en France nous avons le FAMAS (Fusil automatique, Manufacture d'armes de Saint-Étienne) tandis que les Américains disposent d'une version très améliorée du M16. Pourtant ce seront les Belges, en l'occurrence la Fabrique nationale d'Herstal, qui feront accomplir à l'ensemble arme-munition les plus grands progrès. Car la FN produit dès maintenant non seulement un fusil d'assaut,



**Aucun outil pour mettre l'arme en pièces détachées, ce qui est fort commode pour les tireurs soucieux d'entretien.** On note, sur la droite, le piston de commande et le cylindre qui le reçoit. Il est normalement lié à une pièce de manœuvre qui commande la culasse rotative. Raffinement technique, cette pièce porte un rouleau en acier pour assurer un coulisement sans frottements parasites.

Tout le boîtier, qui renferme la culasse et le mécanisme de percussion, est en tôle épaisse, mise en forme sur des presses à la fois très puissantes et très précises, car tous les profils s'ajustent bien les uns dans les autres. Dans les zones de fortes contraintes, on note des renforts maintenus par quelques gros points de soudure, et la solidité ainsi obtenue vaut celle d'une pièce en acier usiné. L'esthétique, il est vrai, est moins satisfaisante, mais il est difficile de tout concilier. Le mécanisme de percussion comporte peu de pièces, ce qui est bien, lesquelles sont maintenues par des axes de gros diamètre : on voit

que l'ensemble a été conçu pour passer les tests d'endurance de l'armée. Il en va de même pour le chargeur qui contient au choix 2, 3 (pour la chasse), 5, 20 (livrées en série) ou 30 cartouches.

Le fonctionnement semi-automatique — on tire coup par coup toutes les balles du chargeur en actionnant seulement la détente — est assuré par emprunt de gaz, système classique et éprouvé : un petit trou est percé sur le dessus du canon, vers le bout, et communique par une pièce, dite frette des gaz, avec un cylindre dans lequel coulisse un piston. Quand on presse la détente, le chien frappe le percuteur, qui fait détonner

(suite du texte page 169)

# JOUEZ AVEC UN LASER

*L'optique moderne s'ouvre à un public plus large que celui, habituel, des laboratoires : il est maintenant possible d'acheter un "kit" comprenant un laser, des lentilles, des miroirs, bref tout le matériel nécessaire à une initiation à la photo en relief, à l'interférométrie, au traitement du signal, mais aussi aux expériences plus classiques, de la marche d'un rayon lumineux à la diffraction, etc. Avec ces éléments, on peut envisager non seulement d'apprendre l'optique, mais aussi de s'y amuser.*

► La physique est un jeu. C'est la reconstitution d'un puzzle déroutant où certaines pièces une fois posées peuvent encore changer de forme. Bien sûr c'est un jeu réservé aux spécialistes, lesquels d'ailleurs ne s'y amusent pas toujours. Mais les néophytes peuvent parfois y être conviés. Et eux, ils y trouveront vraiment du plaisir. Suivant des chemins déjà tracés, ils peuvent découvrir en quelques heures ce qui parfois prit des décennies à une équipe de chercheurs. C'est par exemple le but des travaux pratiques de physique proposés durant les études secondaires. Malheureusement, le souvenir que l'on en garde est en général celui d'un profond ennui ; les lycéens s'endorment en étudiant l'optique.

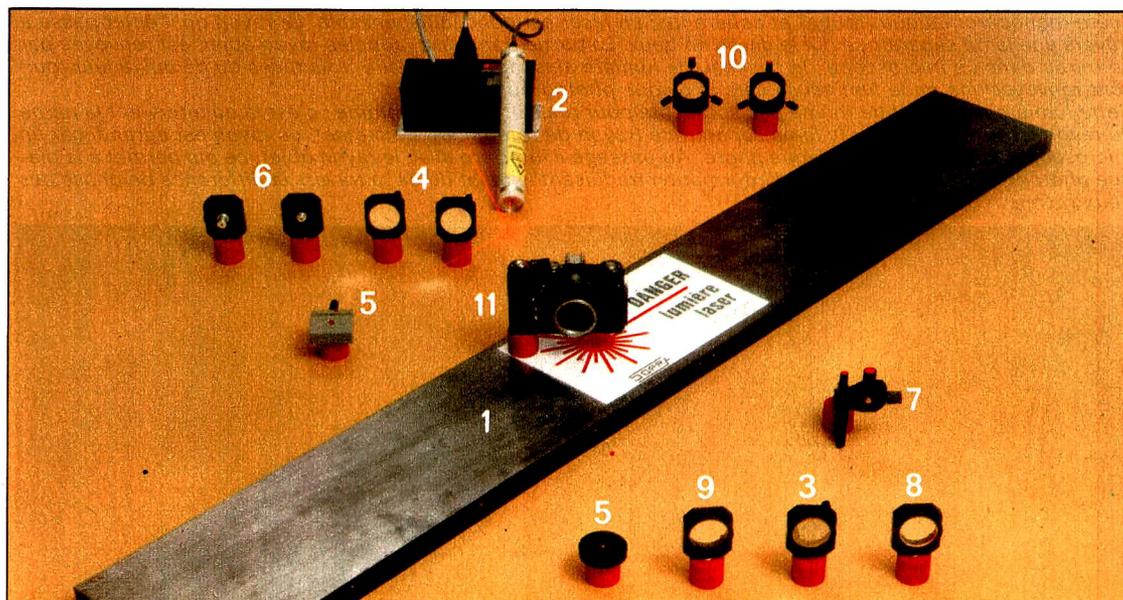
Proposer un menu d'expériences s'intitulant « Étude des lois de Descartes, du principe de Fermat... » n'est pas fait pour attiser la curiosité ; mais si ces mêmes lois sont étudiées à travers un menu du type « Création d'une image en relief, Propriétés d'un rayon laser », alors les motivations risquent d'être plus fortes. Cette remise à neuf de l'optique nécessite bien sûr un matériel un peu élaboré : c'est ce que propose une société française, la SOPRA.

Spécialisée dans la fabrication de matériel pour laboratoires (spectromètres, interféromètres, lasers...) cette petite entreprise a décidé de s'adresser à un public plus large en vendant un "nécessaire" d'optique : il comprend un laser et son support, différentes lentilles et miroirs, etc. (voir photo et encadré ci-contre). Grâce à ce matériel, on peut alors étudier le traitement d'un signal, la création d'images en relief (hologrammes), l'interférométrie, etc. Nous avons pu tester la fiabilité de ce matériel en réalisant entre autres deux montages : un interféromètre de Michelson et un hologramme.

L'interféromètre de Michelson doit son nom au physicien américain qui, en réalisant une expérience simple dans son principe mais difficile dans sa réalisation, amena ultérieurement Einstein à formuler sa théorie de la relativité. En effet, jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle, une bonne partie des savants pensaient que l'espace interstellaire n'était pas vide, mais rempli d'une substance, l'"éther", permettant à la lumière de se propager. Quelles étaient les propriétés de ce mystérieux éther ? Les avis étaient partagés ; mais de toutes manières, il devait être possible de mesurer la vitesse relative de notre planète sur son orbite par rapport à cet éther.

Pour cela Michelson eut une idée géniale et, comme souvent dans ce cas, très simple. L'expérience qu'il réalisa s'appuyait sur une théorie ondulatoire de la lumière. En effet, on savait depuis longtemps que la lumière du jour résultait d'une superposition de rayons de couleurs différentes. On avait ainsi établi un spectre de couleurs s'étalant du rouge au violet. D'autre part on s'était aperçu que deux rayons lumineux pouvaient créer, en se rencontrant, un système de franges (des bandes) alternativement sombres et brillantes, autrement dit des interférences.

Pour rendre compte de ces phénomènes, on considérait la lumière comme une onde. La marche d'un rayon lumineux était considérée d'une manière identique à celle d'un ensemble de vagues régulièrement espacées ; comme pour la distance entre deux crêtes de vagues consécutives, une longueur d'onde permettrait de caractériser un rayon d'une couleur particulière, par exemple 0,4 micron (0,4 millionième de mètre) pour le violet. De même, la quantité inversement proportionnelle à la longueur d'onde, la fréquence, c'est-à-dire le nombre de "vagues"



## LES ÉLÉMENTS DU KIT D'OPTIQUE MODERNE

1. Une table d'expérimentation en contreplaqué marine. Ce support est recouvert d'une feuille magnétique qui protège l'appareillage des vibrations.

2. Un laser hélium-néon d'une longueur d'onde de 6328 angströms et d'une puissance de 0,5 milliwatt. Fabriqué par Spectra-Physics, ce laser ne présente aucun danger d'utilisation.

Il est à noter que l'ensemble des objets qui suivent sont tous montés sur des supports magnétiques.

3. Une lame séparatrice d'un diamètre de 40 mm (épaisseur: 8 mm).

4. 2 miroirs-plans (diamètre: 40 mm).

5. 1 porte-objets.

6. 2 objectifs de microscope 20x et 40x.

7. 1 filtre spatial de collimation à translations XYZ (diamètre: 32 microns).

8. 2 objectifs de 40 mm de diamètre et d'une distance focale de 300 mm.

9. Un biprisme de Fresnel  $2 \times 5^\circ$  monté en anglo-mètre (orientation réglable).

10. 2 supports de laser.

11. Un boîtier photographique reflex 24x36.

12. Une série de photographies permettant des expériences de diffraction.

L'ensemble de l'appareillage est vendu par la SOPRA (68, rue Pierre-Joigneaux, 92270 Bois-Colombes. Tél. 242.04.47). Prix: 10000 F TTC.

passant en un même point en une seconde, permettait aussi d'étiqueter un rayon particulier. Avec ce modèle, on pouvait expliquer que deux ensembles de vagues se rencontrant pouvaient interférer d'une manière constructive ou destructive suivant la manière dont les sommets et les creux des unes et des autres se recouvraient.

Cette théorie rendait donc bien compte des

phénomènes optiques; elle avait d'ailleurs remporté un succès de plus lorsque le Français Fizeau montra que la lumière se propageait moins vite dans l'eau que dans l'air, ce que prévoyait la théorie ondulatoire. L'idée de Michelson vint de cette dernière remarque; il devait être possible de mesurer le changement de vitesse de la lumière suivant son déplacement dans le même sens ou perpendiculairement à l'éther; pour cela, il fallait faire interférer deux rayons lumineux perpendiculaires l'un à l'autre et donc construire un interféromètre.

Il n'était pas possible de prendre deux sources de lumière blanche, deux faisceaux de lampe de poche qui se croisent ne créeront jamais d'interférences; il faut que la lumière utilisée ait une certaine cohérence: on imagine bien que des vagues différemment espacées forment en se rencontrant un ensemble chaotique. Or les interférences sont au contraire ordonnées au sens où un sommet peut combler un creux, ou s'ajouter à un autre sommet, mais où sommets et creux ne se recouvrent jamais partiellement.

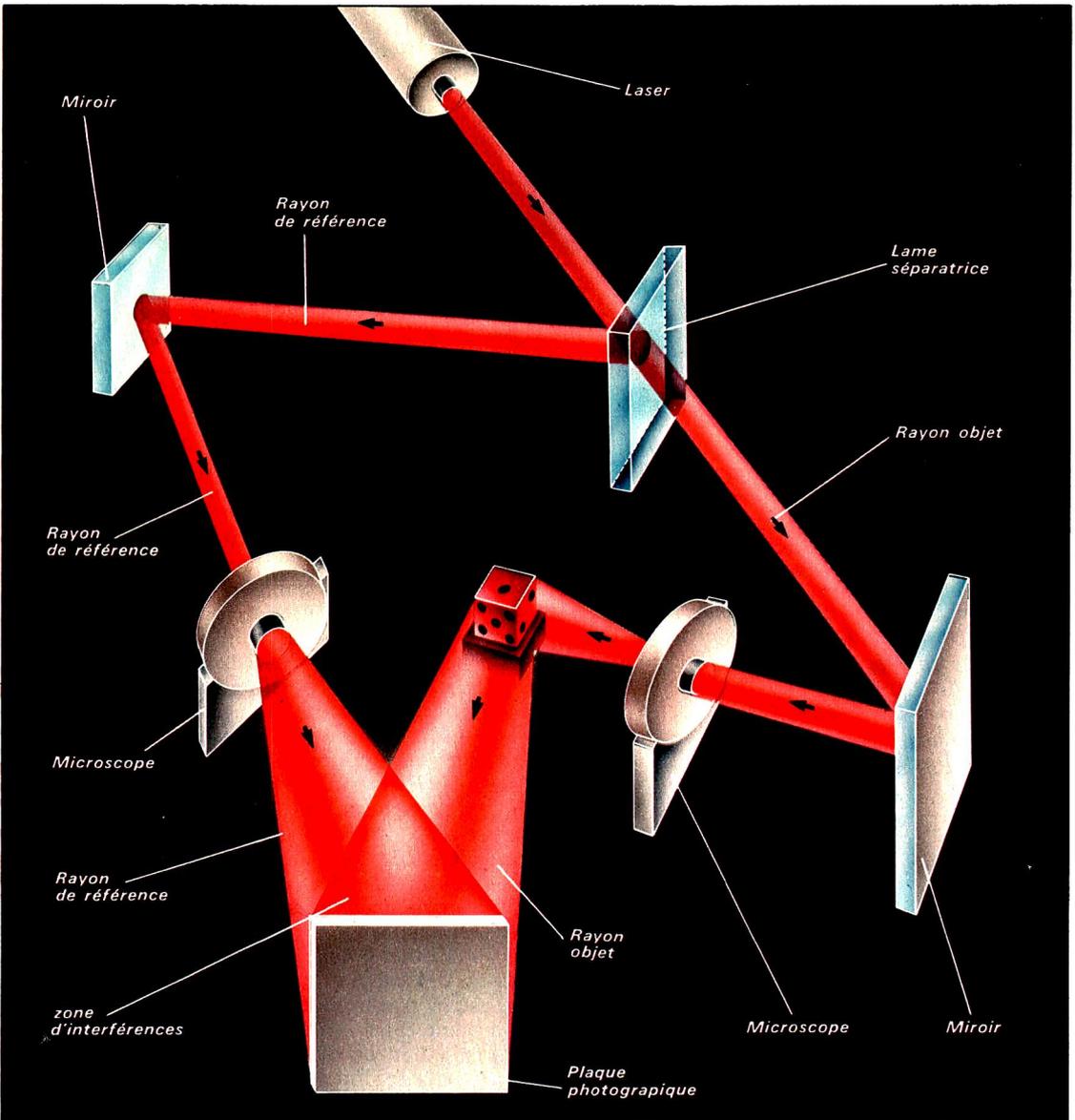
Pour obtenir cette cohérence, Michelson utilisa un dispositif utilisant une seule source lumineuse monochromatique placée derrière un diaphragme. Si son interféromètre était au repos dans l'éther, on devait observer un réseau d'interférences; si maintenant cet interféromètre se déplaçait (avec la terre), par rapport à l'éther, alors les distances et directions parcourues par les rayons étant modifiées par la vitesse d'entraînement, les franges auraient dû se déplacer légèrement. Michelson n'observa aucun déplacement et en déduisit que les effets de l'éther étaient indétectables. Peu de temps après, on abandonna complètement l'idée même d'un éther.

Le montage de Michelson ne sera pas ici exactement décrit; d'une part parce que les po-

## L'ENREGISTREMENT D'UNE IMAGE EN RELIEF...

Obtenir une image à 3 dimensions est, en principe, simple. Il faut éclairer l'objet voulu, ici un dé, avec une lumière monochromatique (rouge) et cohérente; un laser est donc indispensable. Le rayon qu'il émet passe à travers une lame séparatrice qui le divise en deux. La partie transmise, appelée rayon objet, est renvoyée par un miroir dans un microscope; le faisceau de lumière ainsi agrandi, éclaire trois faces du dé qui, à leur tour, vont renvoyer une onde lumineuse vers la plaque photographique.

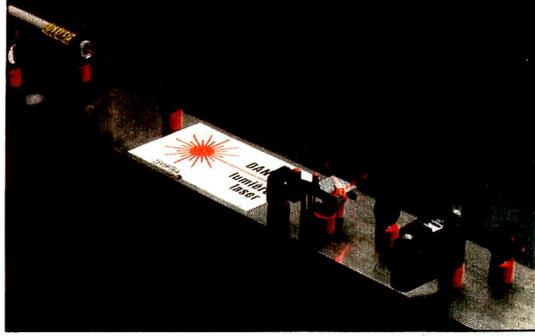
Cette lumière n'est tout de même pas suffisante pour réaliser un hologramme; c'est là qu'intervient la partie du rayon laser réfléchi par la lame séparatrice (rayon de référence). Cela étant, ce rayon est agrandi par un microscope, et dirigé vers la plaque photo. Au passage il interfère avec le rayon objet, ce qui permet à la plaque photographique d'enregistrer l'information traduisant le relief du dé, à travers la différence de phase des deux rayons.



sitions perpendiculaires des rayons n'ont qu'un intérêt historique (on peut en effet faire interférer les rayons sous n'importe quel angle), d'autre part parce que la lumière laser étant déjà cohérente, les problèmes expérimentaux ne se posent pas de la même manière.

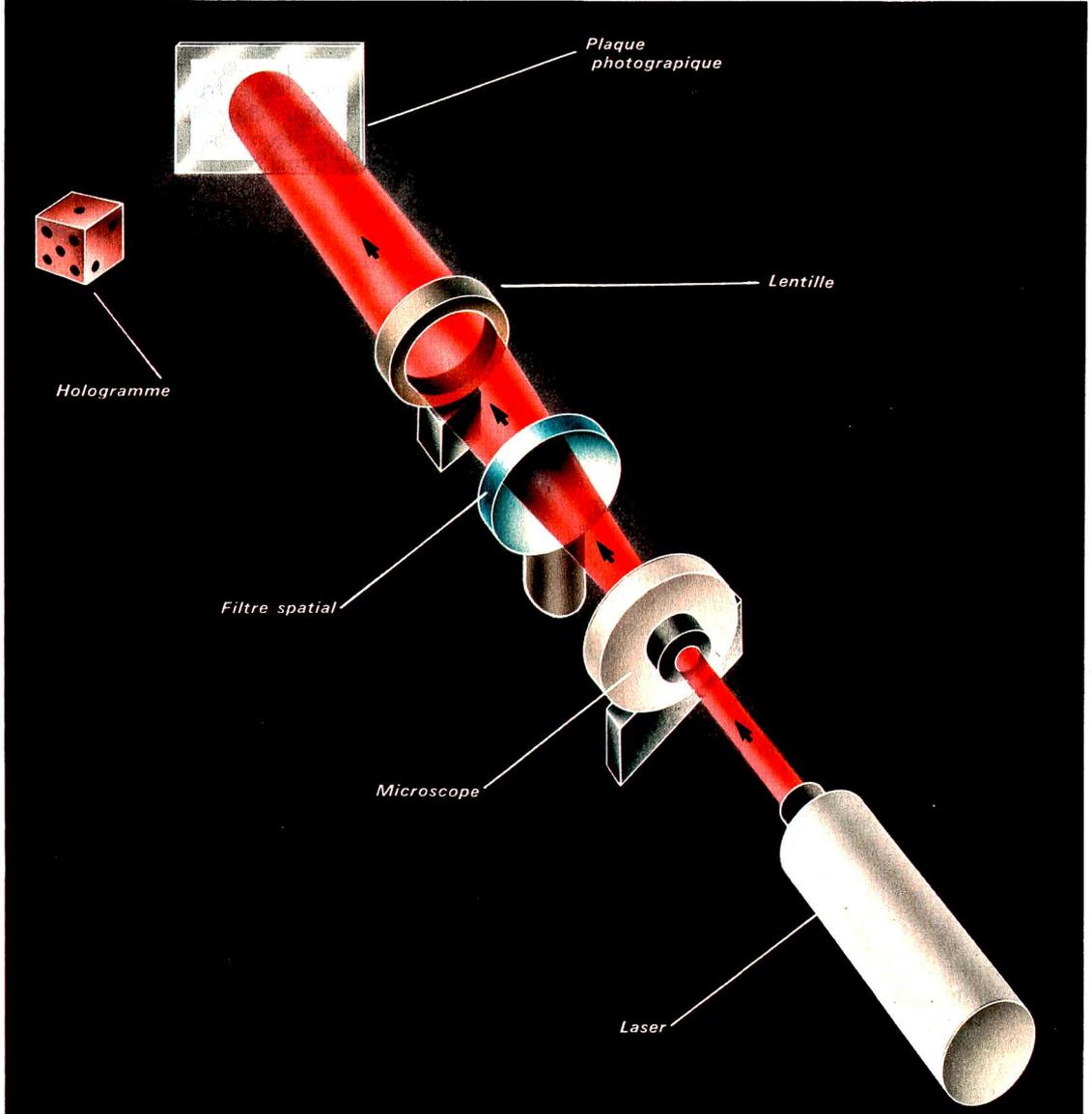
En effet le rayon laser est émis sous la forme

d'un pinceau très fin qui s'élargit peu: il est monochromatique (dans notre cas, rouge) et enfin cohérent (la lumière émise oscille indéfiniment en cadence). Le principe même du laser repose sur une théorie postérieure à Michelson et qui décrit la lumière en terme de petites quantités d'énergie lumineuse: les photons. On



### ... ET SA RESTITUTION

Cette dernière opération est beaucoup plus simple que la précédente. Il suffit maintenant de placer la plaque photo dans l'axe du laser, le rayon qui en est issu passant toujours au travers d'un microscope, d'un filtre et d'une lentille. Dès lors, regardant au travers de la plaque photo, on apercevra, reconstitué dans l'espace, l'image à 3 dimensions du dé : l'hologramme. Ici, il est représenté à sa place exacte mais non sous son angle réel puisque, pour cela il faudrait être placé derrière la plaque photo.



sait depuis le début de ce siècle qu'un électron gravitant autour de son noyau atomique peut, en absorbant un photon, gagner une orbite supérieure, ou au contraire, en redescendant sur une orbite inférieure, émettre un photon. Sous certaines conditions l'émission de ce photon peut en engendrer d'autres, exactement du

même type, c'est-à-dire en phase.

Dans le laser, des photons en phase font des allers-retours entre deux miroirs dont l'un est semi-transparent et la lumière créée s'amplifie jusqu'à donner naissance à un faisceau suffisamment important pour traverser le miroir. La lumière fournie étant déjà cohérente, il suffit

donc de créer deux faisceaux qui vont interférer. Le laser est placé sur son support et réglé de manière à ce que le faisceau soit bien parallèle à ce support.

Pour pouvoir observer facilement les interférences, il faut augmenter la largeur du faisceau et donc le faire passer dans un microscope (voir photo et dessins p. 125). Il est alors conique et il faut le rattraper par une lentille qui va redonner des rayons parallèles. Ces rayons passent alors par une lame dite séparatrice ; autrement dit la lumière incidente sera séparée en deux : une partie traverse la lame, va se réfléchir sur un miroir dans l'axe du laser ; l'autre partie est directement réfléchie sur un autre miroir, à environ 30 degrés de l'axe principal et revient ensuite se combiner à la première pour donner naissance aux interférences.

Tel qu'il est présenté là, le montage semble très simple ; il demande malgré tout une certaine pratique, car les rayons doivent être très finement positionnés pour qu'on puisse observer les interférences. Actuellement les interféromètres de ce type sont surtout utilisés en métrologie, c'est-à-dire pratiquement comme des règles graduées extrêmement précises. En effet, le principe est de faire interférer la lumière réfléchie par un objet en mouvement, avec celle qui provient directement de la source. On voit alors les franges se déplacer et le nombre de celles qui ont défilé permet de calculer le déplacement de l'objet. On a ainsi une méthode extrêmement précise et très sensible ; elle est d'ailleurs utilisée en sismologie.

La deuxième expérience que nous avons réalisée est la création d'une image en relief, c'est-à-dire d'une photographie à trois dimensions. Dans la photo traditionnelle, on sait que chaque point de l'objet photographié réfléchit une lumière qui est concentrée par l'objectif de l'appareil sur la pellicule donc sur l'émulsion photographique. Cette émulsion, en général de l'halogénure d'argent (atomes d'argent et de brome avec en plus quelques impuretés) mêlé à une gélatine, réagit en créant une image dite latente qu'il faudra ensuite révéler à l'aide d'un produit chimique. Au niveau microscopique, il se passe la chose suivante : l'halogénure d'argent qui est non conducteur à l'obscurité, devient conducteur dès qu'il y a de la lumière. Dès ce moment, et en fonction de l'intensité lumineuse, les électrons périphériques des atomes de brome sont éjectés hors de l'attraction de leurs noyaux, et peuvent alors être piégés par d'autres atomes. En effet, certains atomes d'argent déjà ionisés (ayant perdu un électron) peuvent alors se déplacer et attirer les électrons susceptibles de remplacer ceux qui leur manquaient. Ainsi se forme une image dite "latente" parce qu'il faut ensuite faire un développement c'est-à-dire réduire entièrement en argent métallique.

Maintenant pour passer de l'image à deux dimensions à celle à trois dimensions, il faut récupérer une information manquante à savoir la phase dont nous avons précédemment parlé.

C'est la différence de phase entre deux rayons, que nous allons définir, qui va permettre de restituer la profondeur et le relief de l'objet holographié. Le premier pas sera donc d'éclairer l'objet avec une lumière cohérente (laser) mais ce n'est pas suffisant, il faut un repère. Tout comme le passager d'un navire pourra mesurer la différence de vitesse entre son bateau et un bateau qui le dépasse, sans savoir quelle est la vitesse réelle de l'un ou de l'autre : pour cela il faudrait des balises fixes. C'est un peu le rôle de l'onde de référence, ainsi appelée parce qu'elle va éclairer non pas l'objet mais directement la plaque photographique ; celle-ci va alors enregistrer les interférences entre le rayon objet, c'est-à-dire celui qui a éclairé l'objet à holographier et le rayon de référence. C'est de leur différence de phase que l'on tirera l'information manquante : le relief.

Le montage pour réaliser l'hologramme d'un petit dé est montré sur le dessin et la photo attenante p. 123. Le rayon issu du laser passe dans la lame séparatrice ; une partie est alors réfléchie vers un miroir situé à la hauteur du laser, puis renvoyée vers un microscope qui élargit le faisceau, c'est le rayon de référence ; il est recueilli dans l'ouverture de l'appareil photo. La deuxième partie du faisceau va, après avoir traversé la lame séparatrice, être elle aussi élargie par un microscope, puis renvoyée par un miroir sur le dé, c'est le rayon objet. Le dé va alors diffuser la lumière reçue en direction de l'appareil photo, interférant au passage avec le rayon de référence.

Les précautions particulières à prendre pour le montage sont, d'une part, qu'il faut des parcours à peu près identiques pour le rayon objet et le rayon de référence, ensuite un angle aussi petit que possible entre les rayons pour qu'ils interfèrent, enfin une intensité lumineuse environ cinq fois plus forte pour le rayon de référence que pour le rayon objet pour pouvoir obtenir un hologramme bien contrasté. Ensuite... il ne reste plus qu'à enregistrer l'hologramme ; la pellicule à utiliser peut être une pellicule spéciale (Holotest 10 75) mais aussi plus classiquement une Tri-x-pan ; un temps de pose d'environ 6 secondes et il ne reste plus qu'à développer la pellicule et regarder le résultat. Cela ne marche pas toujours la première fois ; il faut un peu de patience ; il n'y aura plus qu'à restituer l'hologramme ce qui est sans doute la partie la plus simple (voir dessin p. 123).

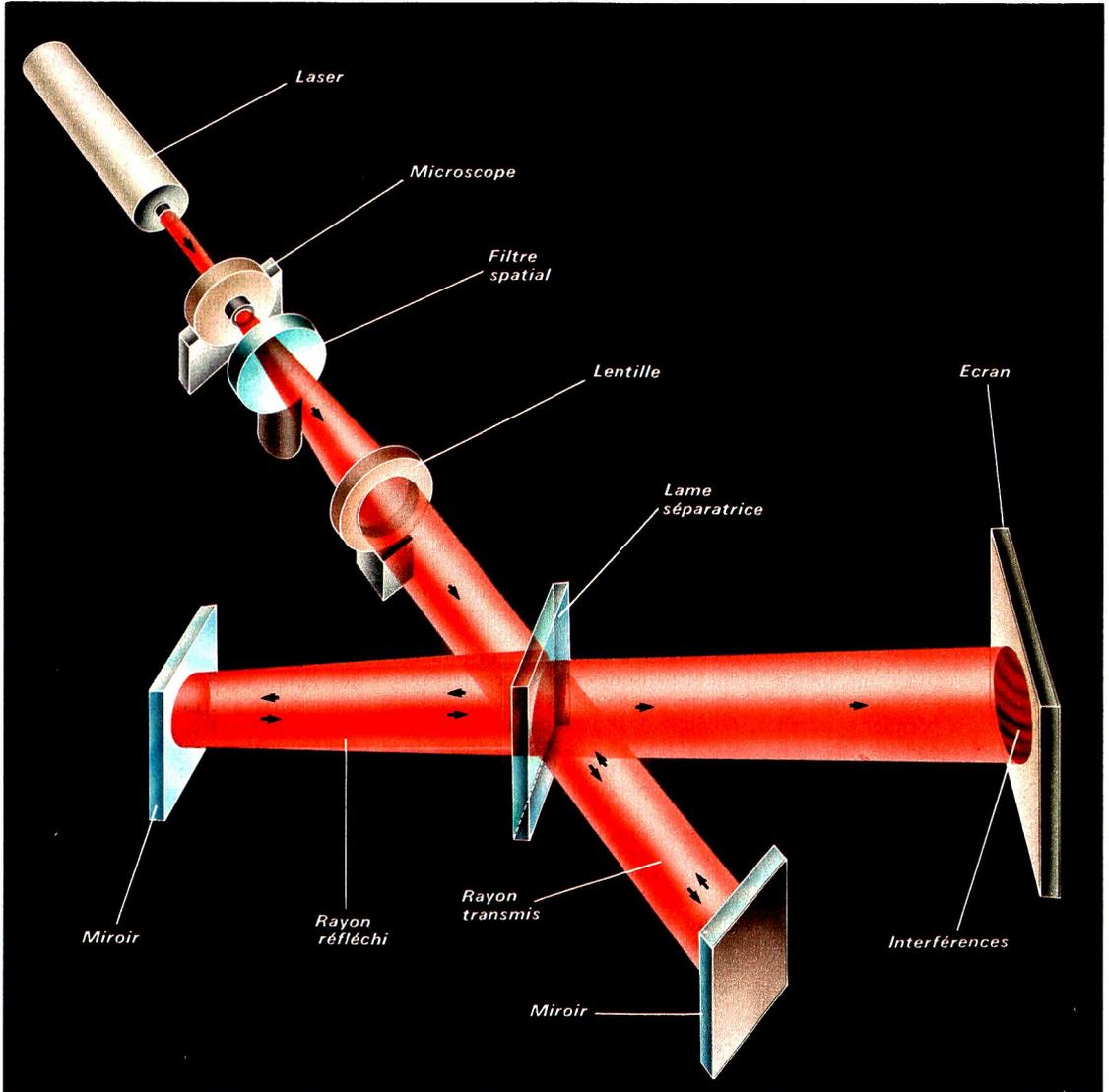
L'hologramme sera pour cela placé sur l'incidence qu'il avait lors de l'enregistrement par rapport au rayon laser. En regardant à travers l'hologramme, on voit alors l'objet reconstitué. Soulignons que chaque point de l'hologramme permet cette reconstitution : si le négatif était partagé en plusieurs morceaux, on verrait encore à travers chacun de ces morceaux l'image holographiée, mais sous des angles différents.

Le montage que nous avons montré ici est un montage simple ; il existe divers types d'hologrammes beaucoup plus complexes, mais celui-

## L'INTERFÉROMÈTRE DE MICHELSON

Cet appareil, du nom de son inventeur, un physicien américain du siècle dernier, est utilisé en général pour faire des mesures très précises de distance, jusqu'au centième de micron ; on peut facilement étudier son principe en réalisant le montage suivant : le rayon issu du laser est agrandi par un microscope, filtré, puis "rattrapé" par une lentille qui envoie alors des rayons parallèles sur une lame séparatrice. La partie transmise est renvoyée par un miroir et revient interférer avec la partie réfléchie qui a elle-même été renvoyée par un autre miroir. On observe alors sur un écran des franges d'interférence alternativement rouges et noires.

Ce sont ces franges d'interférence qui serviront à effectuer les mesures. En effet, les interféromètres utilisés à cette fin ont un miroir mobile. Il y a alors déplacement des franges d'interférence avec celui du miroir. Des circuits de comptage totalisent donc le nombre des transitions des franges sombres au franges brillantes (ici du rouge au noir), ce qui correspond au nombre des longueurs d'onde parcourues par le miroir. De là, un circuit de calcul convertit ensuite ce nombre en unités de longueur.



ci est le premier pas dans un monde encore un peu fermé, mais qui voit la possibilité de se répandre un peu plus grâce à ce matériel. En effet son prix (10000 F), s'il n'est pas excessivement bon marché n'est pas non plus hors de proportion : en nous renseignant dans d'autres entreprises fournissant l'un ou l'autre des composants de l'ensemble, nous avons pu vérifier que

le prix était justifié ; le support du laser permet d'assurer la stabilité de l'appareillage (les vibrations pourraient détruire les interférences), les fixations magnétiques des lentilles, miroirs, etc. permettent un maniement assuré, bref, tout est bien conçu pour des débutants. Souhaitons que cela favorise une large initiation à l'optique moderne.

**Sven ORTOLI** ■

# PHOTO-VIDÉO : PREMIÈRES ÉPREUVES SUR PAPIER

*Au mois d'août dernier, à Tokyo, Sony présentait le Mavica, un appareil d'un type nouveau donnant des images vidéo fixes, destinées seulement à être regardée sur un téléviseur. Il vient de franchir un nouveau pas important en créant le premier appareil tirant les épreuves couleurs Mavica sur papier.*

► Pour la première fois en Europe, au Festival son et image de Paris, le 8 mars 1982, M. N. Kihara, directeur de la recherche de Sony au Japon, a fait une démonstration du Mavica, l'appareil photo utilisant un disque magnétique à la place de la pellicule. Au même moment, à Tokyo et à New York, Sony présentait le Mavigraph, matériel complémentaire du Mavica permettant l'impression d'épreuves en couleurs à partir de l'enregistrement effectué sur disque.

Le Mavica, nous l'avons déjà exposé à nos lecteurs (*Science & Vie* n° 769) enregistre une image vidéo en couleurs. A y regarder de plus près, c'est le premier appareil qui intègre un magnétoscope miniaturisé à une caméra vidéo. L'idée d'une telle unité de prise de vue n'est pas nouvelle, mais à ce jour, il n'a pas été possible de construire un modèle compact du volume d'une caméra super 8. L'enregistrement de la quantité d'informations d'une image en couleurs, en effet, ne reste possible que sur une grande longueur de bande magnétique (actuellement standardisée en ce qui concerne sa largeur à 8 mm). Cela implique soit le recours à une cassette relativement grosse et à un moteur assez puissant d'entraînement de la bande sous une tête magnétique fixe, soit le recours à une cassette plus petite et à un défilement de bande plus lent, mais en faisant appel à un enregistrement avec deux têtes tournantes synchronisées comme un magnétoscope classique. Dans les deux cas, on ne peut se contenter d'une cassette

aussi petite et d'un mécanisme aussi léger que sur un magnétophone.

Avec le Mavica, les choses sont plus simples car il suffit d'enregistrer les informations d'un instant très bref (1/60 à 1/2000 s), donc considérablement moins nombreuses que pour un sujet animé où elles augmentent avec le temps de prise de vue. Les informations d'une image fixe, tiennent ainsi sur une piste magnétique très courte où elles peuvent être enregistrées par une tête magnétique fixe. Sur le disque du Mavica, cette piste occupe un seul tour et chaque disque peut enregistrer 50 images sur 50 pistes circulaires parallèles. A la lecture, tant que la tête reste sur une même piste du disque en rotation, une même image apparaît sur le téléviseur.

A la prise de vue, l'analyse de l'image fournie par l'objectif est assurée par un écran CCD constitué de 280 000 cellules au silicium. Cet analyseur joue le même rôle qu'un tube cathodique dans une caméra vidéo, mais il est moins fragile et, surtout, beaucoup plus petit et très plat.

Si le Mavica apparaît ainsi comme une caméra vidéo simplifiée pour la prise d'images fixes, sa forme est bien différente puisque Sony l'a habillé avec le boîtier d'un gros appareil reflex à objectifs interchangeables. Cela a sans doute suffi à faire passer le Mavica pour un appareil révolutionnaire et à lui ouvrir les colonnes des plus grands moyens d'information, qui n'ont pas hésité à annoncer la fin proche de la photo argentique.

Mais, nous le savons, ce risque n'existe pas, du moins pour cette fin de siècle, car la vidéo ne permet pas avec les standards actuels de télévision d'atteindre la finesse de nuances d'un Kodachrome, d'un Ektachrome, d'un Agfachrome, d'un Fijichrome ou même d'un négatif couleur comme l'Agfacolor ou le Kodacolor. M. N. Kihara, lors de sa conférence au Festival son et image de Paris, n'a d'ailleurs cherché à tromper personne. Il a tout d'abord précisé qu'il ne serait pas possible d'améliorer pour plusieurs années encore l'analyseur CCD utilisé, lequel détermine la définition de l'image. Nous avons déjà précisé à nos lecteurs (*Science & Vie* n° 770) que l'on mettait à peine au point actuellement des matrices CCD séparant plus de 500 000 points et qui permettraient donc d'exploiter pleinement les standards de télévision (1). Mais leurs coûts sont pour l'instant incompatibles avec un appareil comme le Mavica, déjà fort coûteux (les prix annoncés pour l'appareil et son lecteur sont déjà de l'ordre de 6 000 à 7 000 F).

Reprenant des propos déjà tenus à Tokyo en août 1981, par M. Morita, président de Sony, M. Kihara a encore précisé que le Mavica avait été conçu avec l'idée d'ouvrir la voie à une nouvelle forme d'image en exploitant le téléviseur couleur, ce récepteur étant déjà en place dans des dizaines de millions de foyer.

Mais l'impossibilité d'obtenir des épreuves sur papier apparut comme une aberration aux spectateurs qui assistèrent aux premières démonstrations du Mavica. C'est alors que fut prise la décision de réaliser l'imprimante Mavigraph, sur la base de principe techniques qui étaient d'ailleurs déjà connus. C'est ainsi que sont nés les deux modèles utilisés début mars pour les diverses présentations de Sony au Japon et aux États-Unis : l'un mesure 23 x 14 x 40 cm et donne des épreuves 6 x 8 cm ; l'autre, un peu plus grand, mesure 60 x 23 x 31 cm et donne des épreuves 12 x 16 cm.

Les imprimantes Mavigraph sont des appareils autonomes : non seulement elles permettent la production d'images avec l'enregistrement effectué par le Mavica,

(1) Il a été créé un écran CCD de 640 000 points constitué de 800 lignes de 800 photodiodes chacune. Théoriquement la définition autorisée est dans ce cas supérieure à celle que permet la télévision de nos réseaux actuels dont le balayage est limité à 625 lignes et qui séparent environ 520 000 points.

mais aussi avec tous autres signaux vidéo provenant d'une caméra, d'un téléviseur couleur, d'un magnétoscope ou d'un ordinateur. Dans tous les cas, le Mavigraph produit électriquement des copies sur papier. Il fait appel à une méthode d'impression par balayage, ligne par ligne, sur commande du signal vidéo. L'impression propre-



ment dite est assurée par une tête thermique associée à des circuits intégrés et utilisant des feuilles de transfert à haute capacité de reproduction.

Une feuille de papier destinée à recevoir l'image est disposée sur une plaque. La tête thermique fixe applique le papier contre la plaque. Entre la feuille de papier et la tête glisse une feuille de transfert. Les signaux vidéo sont transmis à la tête thermique qui génère différents degrés de chaleur selon l'intensité du signal. La feuille de transfert est évaporée par la chaleur et sa matière colorée proportionnellement transférée sur la feuille de papier. D'une part, la feuille de transfert se déplace devant la tête pour présenter constamment une zone vierge à évaporer; d'autre part, la feuille de papier blanc et la plaque avancent ensemble afin de permettre l'impression successive des diverses lignes. Sony a indiqué que la tête comportait 512 éléments, ce qui laisse supposer qu'elle couvre une ligne avec une définition de 512 points.

Pour obtenir une épreuve en couleurs, quatre feuilles de transfert, jaune, magenta, cyan et noir, sont nécessaires. Ce sont les 4 couleurs utilisées en imprimerie. Le processus décrit ci-dessus est donc recommencé 4 fois (l'opération dure 5 minutes au total) en utilisant chaque fois un signal de chrominance, puis pour le noir, le signal de luminance. De ce fait toutes les couleurs et les ombres sont reproduites.

Lors de la conférence de M. Kihara à Paris, nous avons examiné plusieurs images 12 x 16 mm ainsi obtenues (fleurs, portraits notamment). Les couleurs et leurs dégradés sont tout à fait satisfaisants et soutiennent la comparaison avec des épreuves classiques de photos en couleurs.

La définition, par

contre, nous est apparue assez médiocre et les fins détails ne sont pas reproduits (cheveux dans un portrait, par exemple). La trame du balayage est perceptible sur l'épreuve, mais reste cependant très fine.

Cette possibilité des quatre passages pour améliorer la finesse apparente (et non la définition, l'appareil ne pouvant pas ajouter des détails non enregistrés) semble avoir été utilisée lors de la mise au point du Mavigraph. Celui-ci possède en effet une définition horizontale de 700 lignes, alors que l'écran CCD du Mavica ne sépare que 490 lignes et que pratiquement, à la lecture sur l'écran de télévision, la définition n'est plus que de 350 lignes.

Sony a indiqué que le Mavigraph sera commercialisé en même temps que le Mavica, fin 1983 au Japon (date qui, notons-le au passage, représente déjà un recul de 6 mois par rapport à celle précédemment annoncée). Le prix du Mavigraph sera d'environ 9000 F le modèle pour épreuves 12 x 16 mm et 3500 F celui pour épreuves 6 x 8 cm. Pratiquement donc, le système Mavica complet coûtera de 10000 à 15000 F selon l'imprimante choisie. Nous

sommes encore, à l'évidence, loin d'un système grand public comme l'est la photographie conventionnelle. Aucune date de commercialisation en France n'a été envisagée pour l'instant. Sony-France n'en a pas moins tenté une estimation du marché potentiel du Mavica qui pourrait être de l'ordre de 150000 acheteurs.

Le projet de la firme japonaise n'est pas le seul. Il en existe de semblables, notamment chez Agfa-Gevaert et Polaroid. Tandis qu'Agfa n'a réalisé aucun prototype d'imprimante, Polaroid a conçu un système en apparence plus rudimentaire que celui de Sony, plus petit et qui, de ce fait, doit s'intégrer à un appareil de photo-vidéo instantanée. Une cassette de bande magnétique fournit le signal vidéo à l'imprimante. Comme dans le Mavigraph, cette imprimante possède une tête, mais celle-ci est purement mécanique. Elle comporte 3 stylets (pour le cyan, le jaune et le magenta) qui, sur commande des signaux vidéo de chrominance, percent de minuscules sachets d'encre (cyan, jaune et magenta) disposés en damier entre deux feuilles de plastique.

Dans l'appareil, la feuille de sachets est entraînée sur un petit rouleau contre une feuille de papier blanc devant recevoir l'image. La tête avec ses trois stylets se déplace afin de réaliser un balayage et d'imprimer l'image ligne par ligne. Le changement de ligne est obtenu par rotation du rouleau entraînant le papier et la feuille de sachets. Chaque stylet ne perce que le sachet de la couleur qu'il doit entraîner sur le papier et la puissance de frappe, proportionnelle à l'intensité du signal vidéo, détermine la quantité de couleur transférée. L'épreuve imprimée est éjectée, comme dans la photo instantanée. Cette épreuve mesure 75 x 75 mm et n'a qu'un très faible pouvoir résolvant de 81 points. Il s'agit en fait d'une première approche d'un procédé qui n'a jamais été présenté au public et dont on ne sait s'il sera commercialisé un jour.

L'avantage appartient donc incontestablement à Sony, qui semble entrer dans la phase des réalisations pratiques. Toutefois, si dans les années à venir les prix des appareils annoncés ne pouvaient pas être fortement diminués, la photo-vidéo n'aurait guère de chance de s'implanter sur le marché comme succédané de la photo conventionnelle.

**Roger BELLONE** ■

# LE VIDÉODISQUE FACE AU MAGNÉTOSCOPE

*Malgré un démarrage difficile et lent, l'édition de films et autres programmes audiovisuels se développe aujourd'hui sur cassettes enregistrées et, depuis peu aux États-Unis et au Japon, sur disque vidéo. Ce qui n'est pas sans poser un nouveau dilemme au vidéophiles français : faut-il attendre l'arrivée du vidéodisque dont on dit qu'il sera meilleur et moins cher que le magnétoSCOPE ?*

► Le vidéodisque, le produit le plus sophistiqué de la vidéo grand public, serait-il déjà condamné ?

Philips qui, sous la désignation VLP (Vidéo Long Player, souvent appelé aujourd'hui Laser Vision) l'avait lancé le premier sur le marché américain par le canal de sa filiale Magnavox, a décidé de fermer en mai 1982 l'usine qui le produisait aux États-Unis. Désormais, sur ce marché, Magnavox se contentera de vendre les disques-images fabriqués par le Japonais Pioneer qui, sous licence, construit aussi le VLP (appelé Laser-Disc). Cette année, comme prévu, Philips mettra cependant en route son usine de vidéodisques en Grande-Bretagne. Seule, finalement, elle produira des lecteurs pour le marché mondial alors qu'elle avait été primitivement destinée à couvrir le marché européen. Quant à la décision de fermer l'usine Magnavox, ses causes sont multiples. Le VLP, le vidéodisque à lecture par laser le plus évolué actuellement, n'a pas pu s'imposer sur le marché : quelques dizaines de milliers de lecteurs seulement ont été vendus en deux ans. D'autre part, des firmes aussi puissantes qu'IBM et MCA-Universal, qui avaient mis tous leurs espoirs dans le VLP et avaient passé des accords avec Philips pour le fabriquer et produire des disques l'ont abandonné IBM a perdu 63 millions de dollars dans cette affaire et renonce au vidéodisque.

Aux États-Unis encore, une autre firme importante, RCA, avec décidé l'an dernier de lancer dès juin 1981 son propre procédé de vidéodisque, le Selectavision (1). Elle avait prévu de vendre 200 000 lecteurs avant la fin de 1981, et une gigantesque campagne publicitaire a été

réalisée à cet effet. Elle a coûté 20 millions de dollars, soit près du sixième du montant des investissements dépensés pour mettre au point le Selectavision (130 millions de dollars). Finalement, RCA a péniblement vendu 60 000 appareils et la société a annoncé avoir perdu 106 millions de dollars en 1981, qui se sont ajoutés à près de 80 millions de dollars de pertes l'année précédente.

**Les Japonais n'y croient plus.** Dans le même temps, trois autres firmes (japonaises, cette fois), Hitachi, Sanyo et Toshiba, qui produisent aussi des vidéodisques du type Selectavision, n'en ont vendu ensemble guère plus de 30 000. Les dernières exportations de Sanyo aux États-Unis datent de septembre 1981 et portaient à peine sur 6 000 lecteurs de disques vidéo. Face à cette situation catastrophique, Sanyo a décidé en mars dernier de retarder la mise en vente du vidéodisque sur les marchés japonais et européens. Les performances ne sont pas meilleures pour Pioneer qui exporte des vidéodisques à laser aux États-Unis : la firme comptait en produire 5 000 par mois, elle a dû se contenter de moins de la moitié et, dès juin dernier, elle a dû solder 3 000 lecteurs.

**Un échec provisoire ?** Certes, ni Philips, ni RCA, ni Sanyo, ni aucun autre japonais, n'a dit son intention de renoncer purement et simplement au vidéodisque. Que le marché se soit effondré aux États-Unis n'empêche pas les constructeurs et les médias d'annoncer le lancement prochain du vidéodisque en Europe pour fin 1982. Les hommes de marketing affirment que l'échec américain n'est que provisoire. Le vidéo-disque serait vraiment pour 1983. Au dernier Festival son et image de Paris, en février, il était partout, sur tous les stands des grandes

(1) Sur les divers procédés de vidéodisques, voir *Science & Vie* n° 764 de mai 1981, p. 123.

firmes, non seulement européennes comme Philips, Radiola, Grundig, mais aussi chez les Japonais qui présentaient le standard VHD (Video High Density). Certains, comme Fisher, l'avaient fait venir à la hâte, en dernière minute, pour ne pas être en reste.

Cette offensive des Japonais sur un marché encore inexistant, y compris avec un procédé comme le VHD, primitivement conçu pour le Japon (?), serait-elle épaulée par la perspective d'un succès de vidéodisque dans ce pays? Certes non! *Science & Vie* a fait une enquête au Japon à la mi-mars: elle nous a surtout montré que les constructeurs japonais ne croient plus au vidéodisque, du moins dans l'immédiat.

Seul Pioneer distribue sur le marché japonais plusieurs modèles d'appareils sous licence Philips (type Laser vision). Depuis 1978, Pioneer a ainsi vendu environ 20 000 lecteurs d'un modèle professionnel, le PR 7820 (prix correspondant à 10 000 de nos francs) dont 11 000 à son principal client General Motors. Pour le grand public il propose le modèle LP 1000 qui coûte environ 5 500 F. Mais cette vente reste médiocre. Sony a bien conçu un vidéodisque mais ne l'a pas encore lancé. Cette firme en a simplement vendu 4 000 exemplaires à Ford Motor Co. et devrait le proposer avant cet été, au prix de 680 000 yens, soit environ 19 500 F, aux entreprises et aux institutions japonaises. Pour l'instant, Sony n'a pas l'intention d'attaquer le marché grand public estimant que celui-ci n'est pas prêt. Sony se déclare seulement en mesure de sortir rapidement un vidéodisque moins cher que son modèle professionnel si le besoin s'en faisait sentir.

Les autres firmes, Sanyo, Toshiba, Sharp et JVC du groupe Matsushita, devaient proposer au public en octobre 1981 des lecteurs VHD. Cette date avait été reportée à avril 1982, mais JVC vient d'annoncer que le lancement du vidéodisque était à nouveau reculé à une date non fixée, « pour des motifs d'ordre technique », a-t-elle précisé.

Aujourd'hui, il apparait que les tentatives de lancer le vidéodisque à grande échelle ont échoué, du moins partiellement. Ce n'est pas la première fois d'ailleurs: en 1976 Telefunken en RFA et Teldec en Grande-Bretagne, avaient procédé à un lancement du système TED, vidéodisque à lecture piezo-électrique. En Allemagne, les ventes ne dépassèrent guère les 10 000 lecteurs. En fait, on observe que depuis dix ans, les constructeurs tentent en vain d'implanter un procédé de vidéodisque.

**Pourquoi cet échec?** Les experts ne manquent pas de trouver des motifs nombreux lorsqu'ils

analysent la situation qui s'est ainsi créée.

● Le plus évident est l'absence de standard, particulièrement gênante ici, car le vidéodisque ne permet que la lecture de programmes et non l'enregistrement. C'est un peu comme si, dans le domaine audio, il existait plusieurs systèmes de microsillons incompatibles.

● Viennent ensuite des motifs psychologiques et économiques que nous avons déjà largement développés dans notre numéro 773 de février dernier à propos du magnétoscope, mais qui jouent également pour le vidéodisque: manque de temps libre pour regarder les programmes et, aux États-Unis comme au Japon, concurrence des nombreuses chaînes de télévision en couleurs, de la télévision par câble et du magnétoscope.

● Il y a aussi des raisons techniques qui font que le vidéodisque n'a pas toujours donné satisfaction. Ainsi RCA, qui a tout de même vendu 2 millions de disques en 1981, a dû en rejeter 20 à 30% lors de la fabrication en raison d'imperfections de pressage. De plus, le vidéodisque RCA s'est révélé fragile et instable dans le temps: particulièrement sensible aux poussières et se rayait assez facilement, en dépit de sa présentation dans un "caddy" (sorte d'enveloppe protectrice dont il ne peut être extrait qu'une fois placé dans le lecteur). En outre, certains disques ont tendance à se gondoler, ce qui nuit à la qualité de la reproduction. Ce défaut est directement lié à la difficulté d'obtenir une qualité constante des vinyles spéciaux utilisés pour le pressage des disques...

Les difficultés sont tout aussi sensibles avec le Laser Vision de Philips. Considérablement plus complexe que le pressage des "galettes" en vinyle des disques audio, la fabrication des vidéodisques du système Laser Vision s'apparente, par certains aspects, à celle retenue pour le développement des circuits intégrés sur substrat de silicium. Et, bien que le nouveau processus de pressage (référence « 2P ») mis au point par Philips dans l'usine de Blackburn (Grande-Bretagne), représente un progrès sensible par rapport à celui utilisé aux États-Unis, certains problèmes n'ont pas trouvé de solution. Si le procédé de matricage et la fabrication proprement dite des vidéodisques sont, actuellement au point, il n'en va pas de même des vérifications en fin de chaîne, qui devaient être effectuées à partir d'un matériel d'essai informatisé. En effet, à l'usage, ce matériel de contrôle automatique s'est révélé inutilisable et a dû être remplacé par un contrôle artisanal, effectué par une douzaine d'opérateurs faisant face chacun à quatre écrans de télévision sur lesquels ils visionnent, un par un, et en entier, tous les vidéodisques sortant de chaîne de fabrication. Cette opération a été jugée indispensable pour s'assurer de la qualité parfaite du produit fini, dont la métallisation sous vide est parfois accompagnée de dépôts étrangers qui viennent boucher les

(2) Le VHD, procédé à lecture capacitive par diamant mais sans sillon, techniquement moins évolué que le VLP de Philips, mais plus sophistiqué que le RCA dont le disque comporte un sillon, avait surtout été adopté par tous les fabricants japonais pour l'implanter sur le marché national afin notamment de s'opposer à l'entrée des procédés américains et européens (sur ce point, voir *Science & Vie* n° 764 de mai 1981).

## PETITE HISTOIRE DU LANCEMENT DES VIDÉODISQUES

**1927:** John Logie Baird, physicien écossais, invente la Phonovision, premier système d'enregistrement des images sur disque rotatif perforé. Il transmet ainsi par télévision des images dont la définition est de 30 lignes.

**1960:** Naissance des premiers prototypes de vidéo-disques.

**1964:** Création du prototype de Vidéodisc, premier vidéodisque destiné à l'enregistrement des programmes de télévision. Sa capacité est de 25 secondes d'images fixes.

**1968:** Présentation aux États-Unis du Phonovid, vidéodisque pour l'enregistrement d'images fixes de télévision.

**Juin 1970:** Decca et Telefunken présentent à Berlin le vidéodisque couleur TED. Il utilise un diamant lecteur piezo-électrique immobile contre lequel tourne un disque souple à la vitesse de 1500 tours/mn. L'enregistrement est traduit en ondulations microscopiques au fond d'un sillon. Celles-ci exercent des pressions en tournant contre le diamant, lequel engendre un courant modulé par les variations de ces pressions. Le disque permet 10 minutes d'enregistrement. Son lancement est prévu pour 1971 mais, en fait, sera reporté.

**1972:** Philips fait en septembre la première démonstration publique du vidéodisque VLP (Video Long Player) à lecture par laser. La commercialisation est prévue pour 1975, le prix du lecteur étant alors annoncé à environ 3000 F. En décembre 1972, la société américaine MCA Disco-Vision, fait la démonstration du système Disco-Vision, autre vidéodisque à lecture par laser. Cette année-là, un procédé (déjà commercialisé) d'enregistrement électronique des images, l'EVR (Electronic Video Recording) est abandonné par CBS, la firme qui l'avait créé, laquelle perd 10 millions de dollars de l'époque. En quelques mois, plusieurs sociétés produisant de l'EVR font faillite. En France, Hachette et Thomson l'abandonnent. L'EVR ne subsistera encore que quelques années au Japon.

**1973:** Thomson présente son premier vidéodisque à lecture par laser, différent de celui de Philips. Cette année, le vidéodisque apparaît comme la vedette du VIDCA, salon audiovisuel de Cannes : Decca et Telefunken annoncent que le TED sera lancé en janvier 1974 au prix de 1500 F le lecteur et 15 à 50 F le disque. MCA annonce qu'il vendra l'appareil Discovision 2000 F et le disque (40 minutes de programme) de 20 à 60 F, le lancement devant se faire en 1975. Philips précise que le VLP sera disponible vers juin 1975 au prix d'environ 4000 F le lecteur et 20 à 60 F le disque (45 minutes de programme).

**1974:** De nouveaux vidéodisques font leur apparition : le MDR (Magnetic Disc Recording) créé par MDR und Buro et par Bogen en Allemagne, et l'Optidisc de Guy Nathan et de la Soro. Le premier est purement magnétique et autorise donc l'enregistrement, la lecture et l'effacement comme avec un magnéto-scope. Il permet seulement 12 minutes de programme par face. Le second fait appel au laser pour inscrire les signaux sur une succession de pistes parallèles comme cela se fait avec les têtes tournantes d'un magnéto-scope. De ce fait, la rotation du disque n'est plus que de 2 ou 6 tours par minute. Chaque face donne 30 minutes de programme. Ces deux systèmes de vidéodisques devaient permettre de réaliser des appareils coûtant

1500 F environ, et des disques de 20 à 60 F. Aucune date de commercialisation n'avait été annoncée.

**1975:** Lancement sur le marché allemand du vidéodisque TED par Telefunken au prix de 1500 DM (environ 3800 F). Par ailleurs, ni le VLP de Philips, ni le Discovision de MCA ne sont commercialisés à la date annoncée.

**1976:** Échec du TED ; quelques 13000 lecteurs en stock ne trouvent pas d'acheteurs. On estime que trois facteurs sont causes de ce refus du vidéodisque par le public : programmes trop courts (10 mn), prix élevé, impossibilité d'enregistrer comme cela se fait avec un magnéto-scope.

**1977:** RCA annonce une nouvelle formule de vidéodisque (qui deviendra le nouveau Selectavision) à lecture capacitive par diamant. Le disque comporte un sillon qui guide le stylet de lecture. Le diamant est associé à un condensateur plan qui détecte les variations de capacité produites par le signal enregistré sous forme de micro-cuvettes au fond du sillon.

**1978:** En fin d'année, Philips grâce à sa filiale Magnavox aux États-Unis, commence à vendre le vidéodisque VLP dans quelques villes. Le lecteur Magnavision coûte 700 dollars au début, puis 775 dollars. Le disque est vendu de 15 à 25 dollars selon les titres.

**1979:** JVC, filiale de Matsushita, annonce avoir conçu le système de vidéodisque VHD (Video High Density) de type capacitif comme le Selectavision, mais dont le saphir est guidé, non plus par un sillon sur le disque, mais un asservissement opto-mécanique grâce à un signal de piste intégré au signal vidéo. Le lancement est annoncé pour 1981. Sony et IBM se rallient au système Philips. La firme japonaise annonce qu'elle commercialisera un vidéodisque fin 1980.

**1980:** Philips décide le lancement à grande échelle du VLP pour fin 1981 aux États-Unis et en 1982 en Europe en même temps que Grundig. Aux États-Unis, Magnavox aurait vendu 20000 lecteurs et serait constamment en rupture de stock. RCA annonce qu'elle commercialisera de mars à décembre 1981, 200000 lecteurs de Selectavision à moins de 500 dollars l'un et plus de 2 millions de disques. JVC reporte le lancement du VHD aux États-Unis à 1982. MCA se rallie totalement au vidéodisque Philips de même que Pioneer. Dès l'été 1980, Pioneer commence à vendre aux États-Unis le vidéodisque de type VLP sous l'appellation Laser-Disc. Une usine commune Universal-Pioneer et MCA produit 3000 lecteurs par mois. Le Discovision de MCA, destiné finalement aux professionnels, est vendu 2500 dollars pièce. En France, Thomson commence aussi à vendre son vidéodisque qui est également destiné au seul secteur professionnel.

**1981:** Le Selectavision RCA est lancé aux États-Unis. Mais au lieu de 200000 lecteurs, il n'en est vendu que 60000 à 65000. Deux millions de disques sont également vendus (prix 70 à 140 francs). JVC et Matsushita reportent à 1982 le lancement du VHD (et 1983 pour l'Europe). Les ventes du Laser Vision aux États-Unis ont fortement diminué.

**1982:** Philips annonce la fermeture de l'usine Magnavox de vidéodisques. Le lancement du VHD de JVC est à nouveau reporté à une date non précisée. Sony renonce pour l'instant au vidéodisque grand public. □

microcuvettes — de la taille du micron — porteuses des informations vidéo. Un tel incident, en effet, donne lieu à de faux "bits", donc des signaux parasites, provoquant le sautilllement de l'image lors de la lecture du vidéo-disque.

Il va sans dire qu'un contrôle de ce type, non automatisé, "étrangle" littéralement la production de l'usine qui avoisine actuellement 1,8 million de disques par an et qui, compte tenu d'un taux de rejet de l'ordre de 50%, ne permet pas d'envisager le lancement à grande échelle du vidéodisque. Cela explique le retard mis à proposer le Laser Vision en Europe. Une nouvelle génération de matériels de contrôle automatique est actuellement en cours d'installation. Elle permettra de produire 2,8 millions de disques par an.

Pour le système VHD de JVC, les choses sont un peu différentes. C'est surtout la production de vinyles de qualité qui n'est pas assurée parfaitement. Ce sont donc des problèmes d'approvisionnement en matières premières qui se posent. Ils ne concernent pas les étapes proprement dites de la gravure des matrices ou du pressage. Car, à ce niveau, les techniques mises en œuvre par la fabrication des vidéodisques VHD sont très voisines de celles utilisées pour les disques audio.

En Europe, deux usines sont en cours de construction pour le pressage du vidéodisque VHD, l'une à Swindon en Grande-Bretagne, l'autre à Cologne en RFA (pour la firme EMI, qui a adopté le procédé JVC). Ensemble, elles pourront produire 3 millions de vidéodisques VHD par an.

● Une dernière cause importante a certainement contribué à l'échec du vidéodisque: la concurrence du magnétoscope. Le vidéodisque, en effet, ne possède plus beaucoup d'avantages. Il ne lui reste guère, et seulement avec le Laser Vision ou le VHD, qu'une qualité d'image supérieure à celle du magnétoscope. Jusqu'à ces dernières années, le Vidéodisque était le seul à permettre le son stéréophonique. Aujourd'hui, celui-ci est annoncé avec des magnétoscopes des systèmes VHS et Vidéo 2000. Le magnétoscope en revanche bénéficie d'un atout majeur avec la possibilité — pour l'utilisateur — d'enregistrer les programmes de son choix, qu'il s'agisse d'émissions ou de films télévisés ou encore de prises de vues réalisées à partir d'une caméra vidéo. Le vidéodisque ne permet que la lecture de programmes pré-enregistrés (films ou autres documents. Mais le magnétoscope offrant aussi cette possibilité, il n'y a plus d'intérêt à l'achat d'un vidéodisque, à moins que celui-ci soit nettement moins coûteux qu'un magnétoscope et les disques moins chers que les cassettes vidéo.

Sur le marché américain, cette différence reste relativement faible. Au début de l'année 82, tandis qu'un magnétoscope VHS ou Beta-max coûtait, selon les modèles, de 680 à 850 dollars (4 000 à 5 000 F), un lecteur Laser Vision valait environ 750 dollars (4 500 F) et un Selectavision 500 dollars (3 000 F). Toutefois, pour

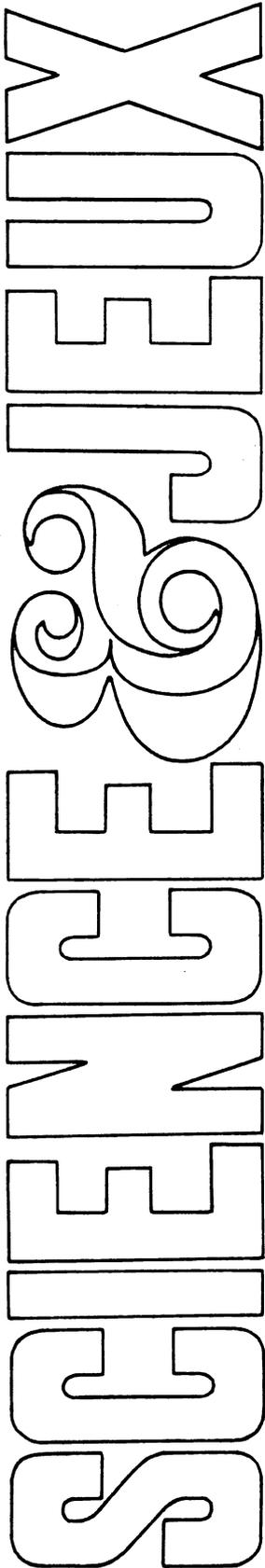
faire face à la mévente de ses appareils, RCA avait, en mars, baissé le prix de son appareil à 350 dollars (2 100 F). Les différences sont comparables entre cassettes et disques vidéo: selon les types, les cassettes vierges coûtaient de 11 à 14 dollars (65 à 80 F) et les cassettes enregistrées de 20 à 40 dollars (120 à 250 F) contre 15 à 30 dollars un disque vidéo (90 à 180 F).

Le lancement d'un procédé de vidéodisque est lié à l'édition de disques puisque, sans programmes pré-enregistrés, le lecteur ne peut pas servir. Dans chaque système, les catalogues de titres sont encore faibles (quelques centaines de titres au total). La plupart de ces disques reproduisent des films et autres programmes en langue anglaise (essentiellement des films américains). C'est la raison pour laquelle le lancement en Europe du vidéodisque se fera tout d'abord en Grande-Bretagne en fin 1982 (Laser Vision et VHD). Puis ce sera la mise sur le marché allemand (en 1983 en PAL) et en France (fin 1983 en SECAM). Tout ceci en supposant qu'aucun retard nouveau ne vienne troubler ce calendrier.

En attendant, en France, il est dès maintenant possible dans les magasins de la FNAC, de s'équiper d'un lecteur dans les standards Selectavision de RCA ou Laser-Disc de Pioneer. Mais à condition de disposer d'un récepteur couleur aux normes de la télévision américaine (standard NTSC) et d'être anglophone. Car les disques disponibles (75 titres actuellement) sont tous avec bande sonore anglaise. Quant au coût de ces produits, il est élevé: 4 000 F le lecteur RCA, 6 000 F le lecteur Pioneer, plus de 5 000 F le moniteur de télévision NTSC, et 220 F en moyenne chaque disque vidéo. On peut se demander si ces prix (non compté celui du moniteur qui ne peut servir que pour la lecture de disques américains) ne correspondent pas déjà à ceux qui seront pratiqués lors de la vente en France du vidéodisque, car ils sont de l'ordre de 20% plus élevés que les prix pratiqués aux États-Unis. Or cette différence est celle qui existe déjà dans d'autres domaines comme la télévision, le magnétoscope ou la photo.

Tout ceci montre que les Français devront probablement attendre encore quelques années l'arrivée d'un vidéodisque dont le prix, au surplus, ne sera peut-être pas aussi compétitif, face au prix du magnétoscope, qu'on veut bien le dire aujourd'hui dans les communiqués publicitaires des firmes intéressées. Et, ceci, dans la meilleure des hypothèses. Car, sur ce marché, les événements de ces derniers mois au début de cet article pourraient bien être le signe de nouveaux retards importants voire de l'abandon de certains procédés. Aussi, pour l'instant, il nous semble que les amateurs qui désirent disposer de programmes chez eux et qui, notamment sont tentés par un cinéma à la carte à domicile, peuvent sans crainte se tourner vers le magnétoscope. Le vidéodisque n'est pas tout à fait prêt à prendre la relève.

**Christian DARTEVELLE ■**



## PHYSIQUE AMUSANTE

### UN ÉCOUTEUR DE BONNE MUSICALITÉ

► Assise sur son trépied dans la fumée des herbes aromatiques, la Pythie de Delphes aurait pu augmenter beaucoup l'impact des sciences occultes en téléphonant ses oracles par la bouche dorée d'une statue. Car il existait un truc, déjà utilisé par les prêtres de cette époque, pour faire parler les statues : le tuyau acoustique.

Le conduit, qui traversait la statue de haut en bas, traversait aussi le socle et débouchait quelques mètres plus loin, de l'autre côté d'un mur épais : toute parole prononcée devant cette embouchure, à l'abri des regards et des oreilles indiscrètes, semblait sortir directement des lèvres de la statue. L'effet était garanti pour qui ne connaissait pas le tour.

Le système du tuyau acoustique était encore utilisé sur les vapeurs au début du siècle pour communiquer entre la passerelle et la salle des machines au fond du bateau. Ainsi enfermées dans un conduit de dimensions convenables, les ondes sonores peuvent porter assez loin, et aucune énergie auxiliaire n'est requise. Mais, pour tout dire, il aurait été difficile d'établir un réseau avec cette invention, fort ingénieuse, mais qui ne portait guère au-delà de quelques dizaines de mètres.

Puis vint Graham Bell qui, le premier au monde, fit régner dans les fils une juste cadence. Au point de départ, ce professeur de physiologie vocale avait un but infiniment respectable : il voulait aider les sourds — sa propre femme l'était. Pour cela, il accumulait les expériences en faisant vibrer un diapason branché sur une ligne télégraphique. Et c'est en manipulant des lamelles métalliques qu'il fut soudain touché par la grâce ; les plaquettes d'acier furent sa baignoire d'Archimède.

Se demandant ce qui arriverait s'il remplaçait ces lamelles par une membrane, il fit un montage sommaire, puis héla son garçon de laboratoire qui travaillait dans une autre pièce : « Hola, Mister Watson, venez vite, j'ai besoin de vous... ». Immense surprise du nommé Watson qui venait d'entendre la voix de son maître dans la membrane... C'était le 10 mars 1876.

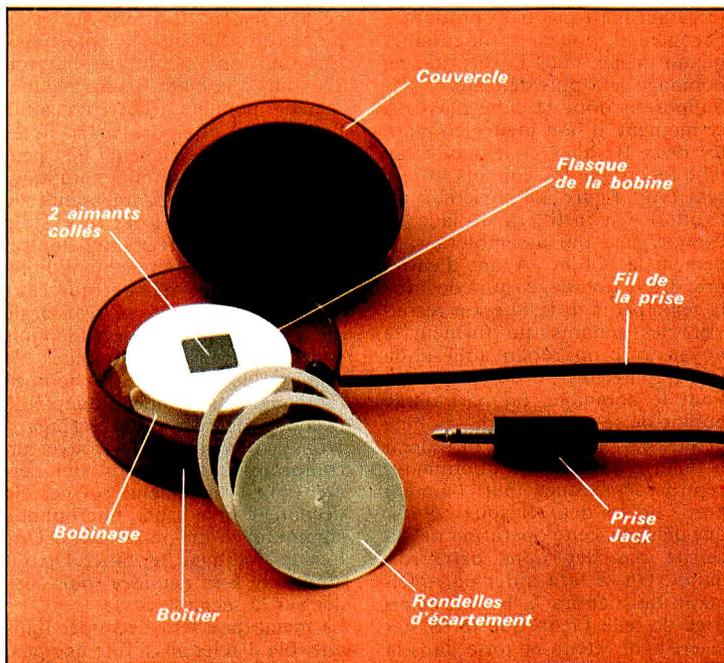
Le tuyau acoustique avait vécu, mais le nouveau système présentait encore quelques imperfections. Plus tard, Edison ajouta une

source d'énergie extérieure, en l'occurrence une pile, ce qui augmenta considérablement la portée du système qui, au début, n'excédait pas la dizaine de kilomètres. Enfin, Hugues, dont nous aurons l'occasion de reparler le mois prochain, apporta son microphone qui rendit le téléphone enfin utilisable en augmentant considérablement la sensibilité aux ondes sonores.

Pour le moment nous allons rester au premier élément, l'écouteur, dont la construction est relativement simple et l'utilisation pratique immédiate : il suffit de le brancher sur un transistor quelconque. Le principe retenu est le même que celui des casques radio, des écouteurs de téléphone ou des haut-parleurs : on a donc une membrane, une bobine, un aimant, tout comme il y a 100 ans. N'en concluons pas pour autant que le résultat est identique : les progrès ont été considérables, surtout depuis une vingtaine d'années. A noter aussi que certains casques haute-fidélité font appel aux forces d'attraction électrostatiques, alors que tous les autres reposent sur les forces d'attraction magnétiques, selon un procédé assez simple que nous allons décrire maintenant.

Le téléphone, qu'il soit à fil ou sans fil, part toujours du même principe : convertir des ondes sonores en ondes électriques. En pratique, les ondes sonores n'étant qu'une succession de pressions et de dépressions, donc d'oscillations des molécules de l'air, il va falloir transformer un mouvement en courant électrique. Or, cela, on sait le faire depuis la découverte de l'électromagnétisme : quand un aimant est déplacé devant une bobine, il engendre un courant dans le fil de cette bobine. Plus généralement encore, tout conducteur plongé dans un champ magnétique variable est le siège d'un courant également variable.

Inversement, tout conducteur parcouru par un courant engendre un champ magnétique, lequel varie comme le courant. Remarquons tout de suite que les deux énoncés ne sont pas strictement réciproques : si un conducteur traversé par un courant, qu'il soit variable ou constant, engendre bien un champ magnétique, à l'inverse un conducteur placé dans un champ magnétique constant n'est le siège



d'aucun courant. Il faut qu'il y ait variation du champ pour qu'il y ait naissance d'un courant. La différence entre les deux processus réside justement là.

Toutes les machines électriques reposent sur ce principe : dynamos, alternateurs, moteurs, ampèremètres, transformateurs, servo-mécanismes et téléphones. En ce dernier cas, on va le voir, la transformation du signal sonore en signal électrique, et la conversion réciproque, ne sont pas trop difficiles à obtenir. Ce qui est plus délicat, c'est d'assurer la fidélité entre l'onde sonore et l'onde électrique, mais ceci est un autre problème.

Nous avons vu que le principe fondamental en ce domaine, c'est la variation d'un champ magnétique à travers une bobine. Les ondes sonores, n'étant qu'une oscillation des molécules d'air, sont très faciles à détecter mécaniquement : une membrane bien tendue vibre au même rythme que ces oscillations, ce qu'on peut facilement vérifier en posant le doigt dessus.

On pourrait coller un aimant sur cette membrane et installer une bobine autour de cet aimant. Toute vibration de la membrane entraîne une oscillation de l'aimant, qui lui est lié, donc une variation du champ qui traverse la

bobine. De ce fait, il y a création d'un courant proportionnel aux oscillations : on a bien transformé paroles, musique ou bruits en signaux électriques.

Mais l'aimant, toujours massif, présente une inertie qui limite l'amplitude des oscillations de la membrane, et donc l'intensité du signal électrique qui en découle. Une solution nettement meilleure consiste à coller la bobine, très légère, sur la membrane et à fixer l'aimant dans le boîtier du dispositif. Le dispositif est couramment employé. On peut aussi, et c'est toujours un dispositif classique, installer la bobine autour de l'aimant fixe : les vibrations de la membrane en acier, alliage ferromagnétique, placée très près de l'aimant engendrent des variations de champ à travers la bobine, donc un courant proportionnel aux oscillations.

L'opération inverse, à savoir la conversion du signal électrique en ondes sonores, ne pose aucun problème, puisqu'on utilise tout simplement les dispositifs cités. En effet, toute variation de courant dans la bobine va entraîner la naissance d'un champ magnétique variable, lequel attire plus ou moins la membrane en acier qui se met à osciller en accord avec le courant. Il y a donc émission

d'une onde sonore proportionnelle au courant.

Le même processus est valable dans le cas où la membrane en matière souple porte la bobine : les variations de courant engendrent toujours un champ variable qui réagit avec le champ de l'aimant permanent : les haut-parleurs sont bâtis sur ce principe, de même qu'un grand nombre de casques radio. Il existe d'ailleurs d'innombrables variations autour de ce principe, mais on retrouvera toujours une bobine, un aimant et une membrane.

La qualité de la conversion électrique-acoustique dépend de la manière dont sont agencés ces trois éléments, et de certains paramètres peu faciles à contrôler : fréquence propre de la membrane, inertie des éléments mobiles, résonances avec le boîtier, etc. Il faut de plus compter avec les rétroactions propres aux systèmes électromagnétiques. Prenons le cas le plus simple, celui de l'aimant que l'on rapproche d'une bobine ; cette variation du champ qui traverse les spires engendre, nous l'avons dit, un courant électrique.

Mais, réciproquement, ce courant engendre un second champ magnétique qui tend à s'opposer au premier, donc à ralentir le mouvement de l'aimant mobile, ou à déplacer la bobine en arrière. De même, si on lance un courant dans la bobine, on crée un champ magnétique qui réagit avec celui de l'aimant conformément aux forces magnétiques d'attraction ou de répulsion. Ces forces déplacent la bobine, qui se trouve donc soumise à une variation de champ, laquelle engendre un second courant à travers les spires, et ainsi de suite. Tous ces phénomènes jouent sur la qualité de la conversion ondes électriques-ondes sonores, ce qui explique le prix élevé des appareils, casques ou haut-parleurs ayant un très bon rendement. Notre écouteur ne prétendra pas atteindre ces performances, mais il assure, malgré son prix très faible, une restitution sonore tout à fait correcte. Le matériel à réunir pour la construction est le suivant :

- Polystyrène de 1 mm d'épaisseur, chez Adam Montparnasse, 11, bd Edgar-Quinet, 75014 Paris (vente directe ou par correspondance).

- Fil de cuivre émaillé de 2 ou 3 dixièmes de mm ; à récupérer sur

# PHYSIQUE AMUSANTE

(suite)

un transformateur, ou à acheter chez Soliselec, 137, av. P.V.-Couturier, 94250 Gentilly (ne vend pas ce type de fourniture par correspondance). On y trouvera également, selon disponibilité, des cosses à souder — utiles mais non indispensables.

- Deux aimants Ferram  $12 \times 12 \times 6$ . Les lecteurs parisiens peuvent les acheter directement chez Arelec, 71, bd de Reuilly, 75012 Paris, ou se les faire expédier en écrivant à Arelec S.A., avenue Beausoleil, Idron, 64320 Bizanos (joindre en ce cas 25 F en chèque pour matériel et frais d'envoi).

- Une boîte en plastique avec son couvercle ayant sensiblement les dimensions suivantes : diamètre de 60 mm ; épaisseur de 20 mm.

- Un mètre de fil souple à 2 conducteurs.

- Une prise Jack d'un diamètre convenant à la prise écouteur du transistor qui sera utilisé (en général Jack de 3,5 mm). On trouve ce matériel chez Soliselec, ou chez tous les revendeurs de composants électroniques, lesquels ont souvent aussi le fil émaillé de 2 ou 3 dixièmes de millimètre (en poche ou en récupération).

- Un petit morceau de Scotch mount.

- Colle cyanocrylate (cyanolit, Lock-tite, etc.).

On commencera par fabriquer les deux flasques de la bobine (figure 1). On fera le travail avec un compas de découpe en utilisant la méthode souvent décrite ici. Au centre de chaque flasque, on enlèvera un carré de  $12 \times 12$  mm, et cette ouverture sera exécutée avec précision : les aimants doivent y pénétrer à force.

Le flasque inférieur comporte une languette de découpe qui sera percée de 2 trous dont le diamètre correspondra au mode de relais choisi pour la soudure, comme on le verra plus loin. Les deux aimants Ferram seront collés en position d'attraction de façon à former un cube de 12 mm de côté. On utilisera une colle cyanocrylate, mais il faut faire attention au fait que le temps de prise est extrêmement bref ; on doit donc veiller attentivement à l'alignement des pièces en posant le second aimant sur le premier. Au cas où il y aurait un léger défaut, il ne faut pas essayer de rectifier, car toute tentative de décollement risque de provoquer le bris des aimants. Si

le défaut n'est pas trop prononcé, l'écouteur pourra fonctionner quand même, mais l'exécution du bobinage sera plus délicate.

Supposons donc le cube réussi. A ce moment, il faut mettre en place les deux flasques et les coller de telle façon que les aimants affleurent (voir figure 3 l'objectif à atteindre). On instillera de la colle cyanocrylate qui assemblera solidement la bobine. Avant d'entreprendre le bobinage, qui constitue la seule petite difficulté, on recouvrira les aimants qui forment le noyau avec un ruban adhésif de faible épaisseur.

Pour le bobinage, on part d'une bobine où se trouve le fil — bobine débitrice — et il s'agit d'enrouler à la main 270 tours sur la bobine réceptrice constituée par l'aimant bordé de ses deux flasques. Quoique délicate, cette opération ne nécessite pas des dons extraordinaires. On se fera aider par quelqu'un qui tiendra la bobine débitrice de telle façon que le fil soit légèrement retenu et sorte dans la direction où se trouve la bobine réceptrice. Il faut faire attention aux boucles qui pourraient se former : le fil émaillé ne les supporte en général pas, mais quand il est fin, c'est pire encore : la moindre traction se termine en rupture : donc, s'il s'en produit, les défaire avec précaution avant de continuer.

La préparation des cosses-relais de soudure est illustrée figure 2 selon trois solutions possibles par ordre d'observation des règles. Il faut d'abord noter qu'il est illusoire de vouloir se passer de ces relais : sans eux, la rupture du fil fin est certaine. En A est illustrée la solution professionnelle : une cosse est rivée, et les deux fils sont soudés dessus — celui en provenance de la bobine et celui qui sort du boîtier. En B on utilise un rivet simple qui est entouré par le fil de câblage (1 mm de diamètre) torsadé. Ceci reconstruit à peu près la première solution. En C, où l'on a mis ni rivet ni cosse, un simple fil torsadé peut suffire ; mais il faut faire attention, car il transmet facilement la chaleur du fer à souder, laquelle peut faire fondre le polystyrène.

Donc, avant de bobiner, on dénudera le fil fin (2 à 3 dixièmes de mm), on enroulera la partie dénudée autour de la cosse (ou du rivet, ou du fil torsadé) et on soudera ; il faut avoir la main légère pour que

l'échauffement transmis ne fasse pas trop fondre le plastique. Ensuite, on bobinera environ 270 tours à la main le plus régulièrement possible : ceci constitue l'objectif à atteindre mais si les spires se chevauchent un peu, l'écouteur fonctionne pratiquement aussi bien. La puissance de sortie du plus petit des transistors est suffisante pour assurer une retransmission parfaitement audible. Remarquons en passant que ceux qui ne tiennent pas à réaliser le microphone qui sera décrit le mois prochain peuvent diminuer le nombre de tours de la bobine : l'impédance sera mieux adaptée à l'écoute de certains récepteurs. Nous avons essayé de trouver un compromis sur ce point qui permet un rendement correct de l'écouteur avec un microphone comme avec un poste radio. Une fois le bobinage terminé, l'extrémité libre sera dénudée, puis soudée sur la seconde cosse.

La membrane sera découpée dans une tôle d'acier aussi fine que possible. Elle pourra être récupérée dans le couvercle d'une boîte de conserve, à condition qu'il s'agisse d'une boîte en tôle étamée, et non en aluminium. Le but est d'avoir un disque mince fait d'une substance ferro-magnétique. On peut d'ailleurs essayer d'autres solutions, par exemple des bristols de diverses épaisseurs sur la partie centrale desquels on collera une petite pièce carrée découpée dans de la tôle d'acier. La sonorité du montage sera modifiée, mais en jouant sur les paramètres — épaisseur du carton, dimensions de la partie métallique — on peut optimiser la fidélité de l'écouteur.

Notons en passant que l'acier ne doit pas être au contact de l'aimant, ce qui empêcherait la membrane de vibrer. Il faut donc prévoir une ou plusieurs rondelles de 0,5 mm d'épaisseur (figure 3). On les taillera dans une matière non magnétique : papier fort, carton, plastique, etc. De plus, il faut qu'une certaine pression s'exerce sur le pourtour de la membrane afin d'éviter des vibrations parasites. Ce rôle est confié à une rondelle en caoutchouc mousse, ou en mousse de plastique, qui sera logée, en légère pression, entre le couvercle et la membrane.

L'ensemble sera collé dans une boîte en plastique dont les dimensions extérieures seront d'environ

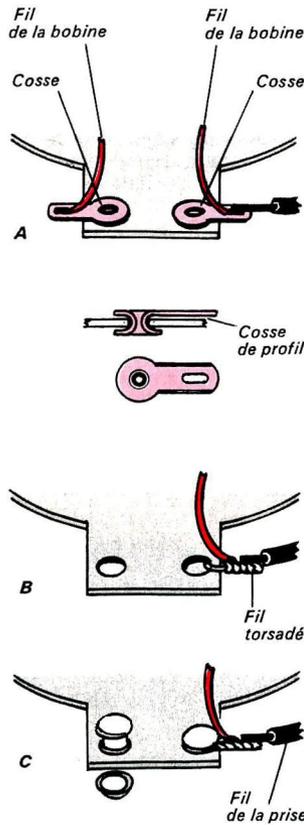
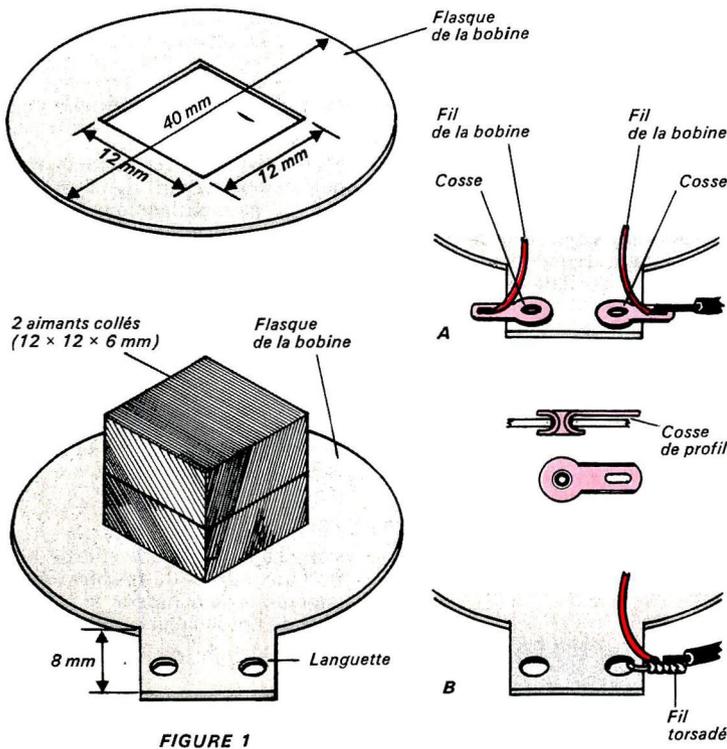
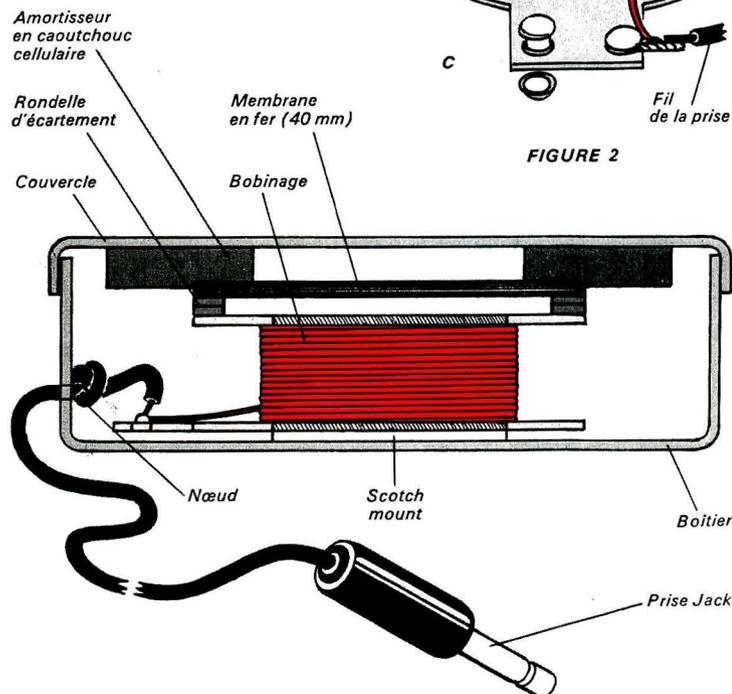


FIGURE 2



6 cm de diamètre pour 2 cm d'épaisseur; on prend donc ce qu'on a sous la main du moment que la taille correspond à peu près. La fixation à l'intérieur du boîtier sera faite avec de l'adhésif double face genre Scotch mount, ce qui permettra de régler la hauteur du dispositif en fonction de l'espace disponible.

Bien entendu, avant cette opération, on introduira un fil de liaison par un trou pratiqué dans la paroi du boîtier. Après avoir fait un nœud à l'intérieur, pour éviter qu'une traction sur le fil ne vienne tirer sur les soudures, les deux extrémités dénudées du fil seront soudées aux cosses de la bobine. A l'autre bout on soudera une prise Jack dont le diamètre doit correspondre à la prise écouteur du transistor. Ceux qui envisagent de fabriquer le microphone, le mois prochain, achèteront une prise femelle de même diamètre que la prise Jack.

Le fonctionnement de cet écouteur, même s'il est construit en prenant des libertés avec la Perfection, est certain — sauf, évidemment, si le fil du bobinage est coupé en un point, ou si, après rupture, le fil a été mal soudé. Hormis cette interruption du circuit, l'appareil fonctionnera en toutes circonstances. On pourra même constater, chose paradoxale, que le système marche encore même si l'on supprime la membrane; il faut, certes, pousser la radio au maximum de sa puissance et le son reste très faible, mais il est quand même audible.

Il n'y a évidemment aucun mystère là-dedans: les deux aimants superposés, quoique collés, sont parcourus par des champs magnétiques suffisants pour les mettre en vibration et créer ainsi une onde sonore que l'oreille, très sensible, va capter. Mais cet écouteur est fait pour fonctionner avec une membrane, et là son rendement reste très bon. Bien sûr, il ne prétend pas rivaliser avec ceux qui sont vendus dans le commerce plusieurs centaines de francs, et qui sont destinés aux mélomanes. Construit avec soin, il offre une restitution sonore très correcte et, de toute manière, ses performances sont suffisantes pour que, sous le rapport qualité/prix, il reste insurpassable.

Renaud de LA TAILLE □

## UN NOUVEAU GADGET : L' "ANTI-BATAPLAT"

► Qui d'entre vous n'a pas déjà souhaité posséder un tel appareil à bord de son véhicule ! Après avoir roulé la nuit, ou par temps de brouillard, il peut toujours vous arriver de laisser allumés vos feux de position ou vos phares. L'énergie qu'avait alors accumulé votre batterie est gaspillée... Et le prochain démarrage sans doute impossible.

Nous allons donc voir ce mois-ci comment, avec trois transistors et quelques composants autour, il est possible de se prémunir contre ce genre d'incident. Mais examinons d'abord les causes du mal avant de considérer le remède.

Le fonctionnement du circuit électrique des véhicules automobiles est sensiblement le même chez les différents constructeurs. Tout le problème réside dans le fait que certains organes sont alimentés directement par la batterie et que d'autres sont activés seulement si la clef de contact du véhicule est mise. En règle générale, par exemple les feux clignotants ne peuvent

fonctionner qu'avec la clef de contact alors que les feux de position n'en dépendent pas. Attention par contre aux allume-cigares, qui peuvent être, ou non, directement reliés à la batterie. En régime normal nous pouvons considérer que vos phares ne doivent être allumés que si vous roulez, si votre moteur est en marche ou si votre moteur est coupé mais la clef de contact mise... Lorsque vous quittez votre véhicule, pour fermer votre por-

tière, vous utilisez votre trousseau de clef donc, bien sûr, votre clef de contact.

Conclusion pratique : si vos feux de position ou vos phares sont allumés et que votre clef de contact n'est pas mise, cela signifiera pour nous que votre batterie est en danger. Notre "Anti-bataplat" générera alors un signal sonore dès que vous aurez retiré votre clef de contact, vous signalant ainsi votre oubli...

Pour des raisons de facilité de mise en place du montage à bord du véhicule, il nous faut renoncer à nous placer directement sur l'interrupteur de la clef de contact.

Mais, comme nous l'avons remarqué plus haut, les feux clignotants ne peuvent fonctionner qu'avec la clef de contact, nous regarderons donc aux bornes du fusible des clignotants s'il y a ou non présence

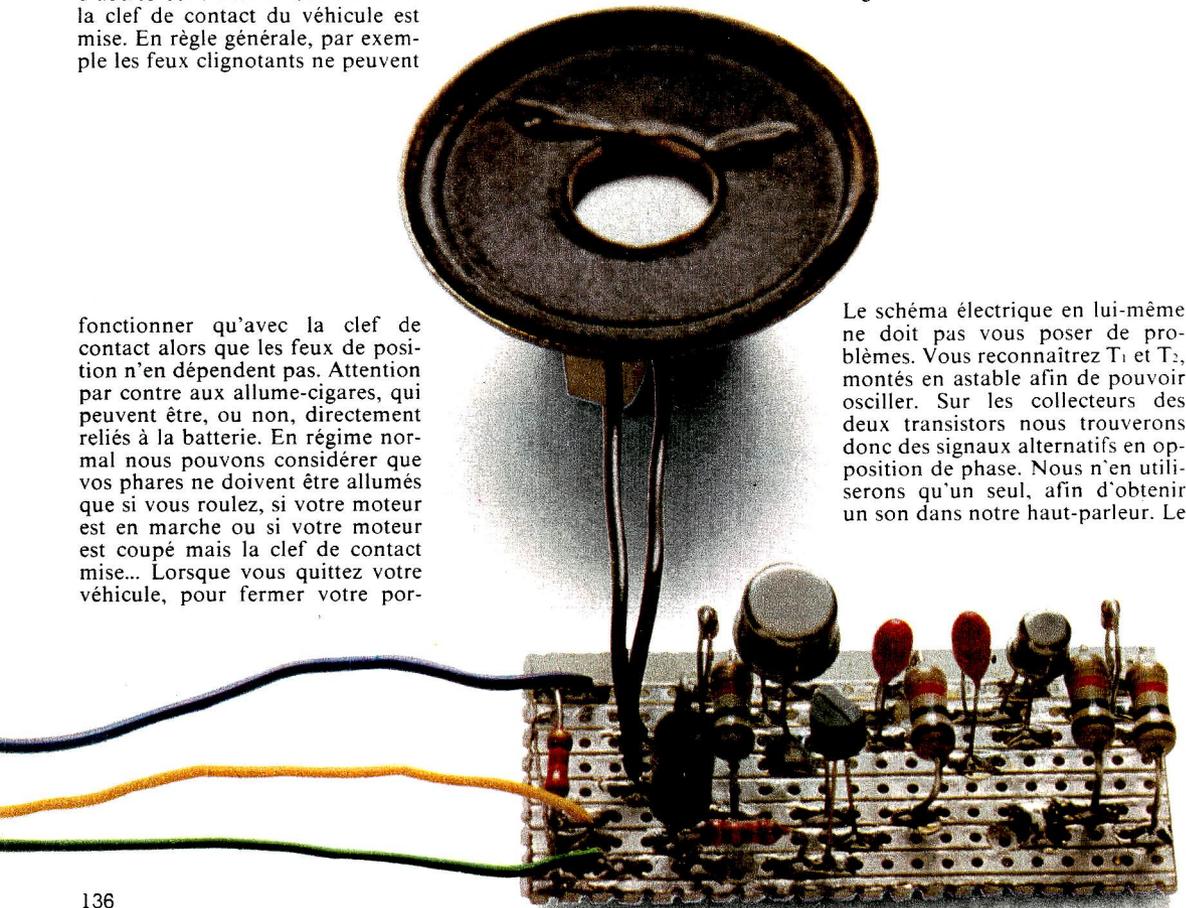
de tension. Si oui, c'est que la clef de contact est mise et tout va bien.

Sinon, nous nous servirons de cette absence de tension pour mettre en route un petit oscillateur.

Mais il faut que cet oscillateur ne puisse délivrer un signal sonore dans le haut-parleur que si, dans ces mêmes conditions, les phares ou les feux de position sont allumés. La solution est alors fort simple : nous alimenterons tout naturellement notre montage à partir de l'interrupteur de phares.

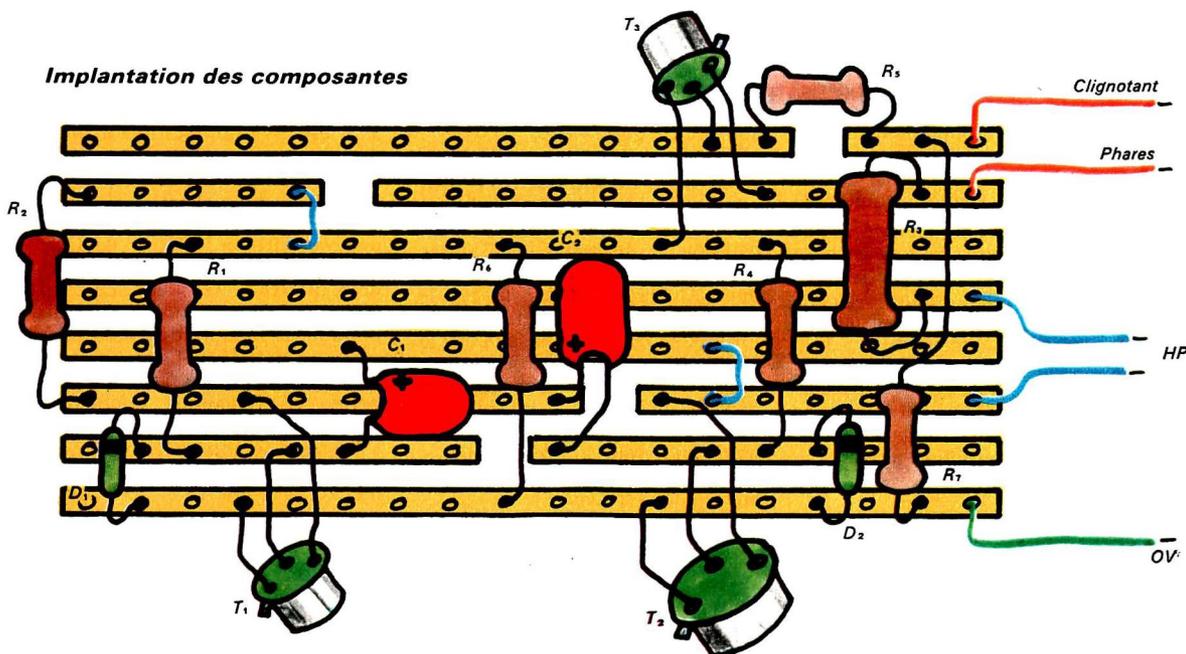
Vous pouvez voir, en vous reportant au schéma électrique du montage, que tel est bien le cas. L'ensemble de la maquette ne pourra être alimenté que s'il y a présence de phares ou de feux de position.

Et une fois le montage sous tension, l'absence éventuelle de tension aux bornes du fusible des clignotants commandera le démarrage de l'oscillateur.

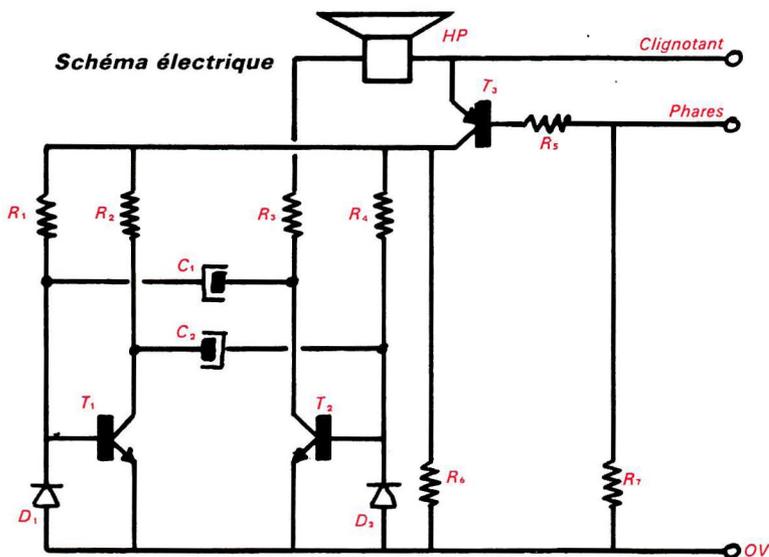


Le schéma électrique en lui-même ne doit pas vous poser de problèmes. Vous reconnaîtrez  $T_1$  et  $T_2$ , montés en astable afin de pouvoir osciller. Sur les collecteurs des deux transistors nous trouverons donc des signaux alternatifs en opposition de phase. Nous n'en utiliserons qu'un seul, afin d'obtenir un son dans notre haut-parleur. Le

## Implantation des composants



## Schéma électrique



## Nomenclature

$R_1 = 1 \text{ K}\Omega$  (marron-noir-rouge-argent ou or)  
 $R_2 = 1 \text{ K}\Omega$  (marron-noir-rouge-argent ou or)  
 $R_3 = 33 \Omega$ -1 watt (orange-orange-noir-argent ou or)  
 $R_4 = 1 \text{ K}\Omega$  (marron-noir-rouge-argent ou or)  
 $R_5 = 3,3 \text{ K}\Omega$  (orange-orange-rouge-argent ou or)  
 $R_6 = 1 \text{ K}\Omega$  (marron-noir-rouge-argent ou or)  
 $R_7 = 3,3 \text{ K}\Omega$  (orange-orange-rouge-argent ou or)

$D_1 = 1\text{N } 4148$  ou  $1\text{N } 914$   
 $D_2 = 1\text{N } 4148$  ou  $1\text{N } 914$   
 $C_1 = 2,2$  microfarads - 15 V  
 $C_2 = 2,2$  microfarads - 15 V

$T_1 = 2\text{N } 2222$   
 $T_2 = 2\text{N } 1711$   
 $T_3 = 2\text{N } 3905$

rôle des deux diodes  $D_1$  et  $D_2$  est de protéger les transistors contre les pics de tension négatifs que produit ce genre de montage.  $T_3$  est utilisé en interrupteur électronique fonctionnant en "tout ou rien" afin de bloquer ou non l'oscillateur. Ce blocage s'effectue par le potentiel des bases de  $T_1$  et  $T_2$ .

La mise en place proprement dite de l'"Anti-bataplant" à l'intérieur de votre véhicule peut se révéler un peu délicate. Il vous faut choisir les points les plus favorables pour prélever le signal de commande des phares et des feux clignotants. Afin de vous aider à trouver rapidement ces emplacements, nous vous proposons, au cas où vous ne disposeriez pas de voltmètre, d'utiliser simplement une diode électroluminescente en série avec une résistance de 1 kilohm, ou également une petite ampoule fonctionnant sur 12 volts.

Il vous sera ainsi plus aisé, en essayant différents fusibles, de repérer ceux qui vous intéressent plus particulièrement. Nous nous permettons d'attirer votre attention sur le soin qu'il faut apporter à ce repérage, car toute l'efficacité de l'"Anti-bataplant" en dépend...

Henri-Pierre PENEL  
 et Olivier GUTRON □

## LE JOSÛKI : UNE MÉCANIQUE DE PRÉCISION...

► Il est assez rare que l'on parle de *Joseki* dans les articles d'initiation. Le *Joseki* est une séquence de coin étudiée soigneusement par des joueurs professionnels, et qui est considérée comme équitable.

C'est donc a priori quelque chose de très technique, un peu ce qui, dans le début de partie, ressemble aux ouvertures d'une partie d'échecs, à cela près qu'au jeu de Go il y a un "ailleurs", c'est-à-dire le reste du terrain, qui influe sur le choix du *Joseki* ou de ses variantes (ou conduit même à le modifier), un petit moins "local" pouvant être compensé par un plus "global".

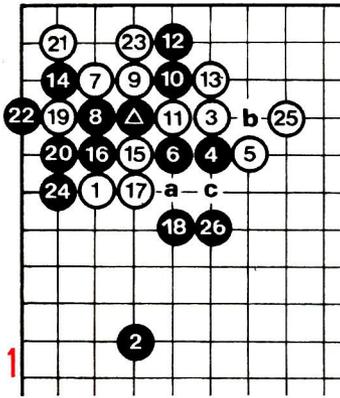
Celui que nous avons choisi n'a pas été joué entièrement correctement au cours de la partie (commentée dans la rubrique Go ci-contre). Pourquoi étudier cette petite mécanique de précision ? Les débutants comprennent, ou font

cette première idée, c'est la séparation des forces blanches que le noir réalise avec 4 et 6.

**Renforcer ce qui est fort pour attaquer ce qui est faible.** Le noir ne peut pas tout attaquer. Des deux pierres blanches 1 et 3, l'une est davantage menacée et la procédure est la suivante : forcer le blanc à défendre la pierre la plus forte et se retourner ensuite sur la plus faible. C'est en fait le sens général de toute la séquence, bien que de nombreuses bifurcations soient possibles. C'est de cette manière qu'il faut apprécier l'usage des pierres, en particulier les pierres de sacrifice.

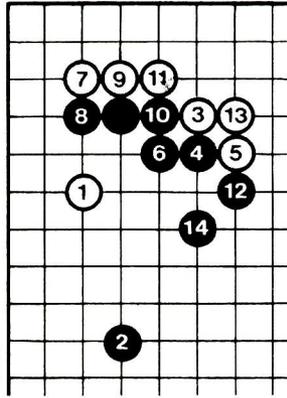
Le noir pourrait jouer 6 directement, mais la pression sur la pierre 3 serait moins sévère. 6 est un coup plus mou, alors que 4 est décidé : la ligne de jeu est nette. Le

menace sur les pierres de coin 7 et 9 et sur les pierres de coupe 11 et 3. Il est hors de question d'abandonner ces dernières pierres, c'est toute la position blanche qui s'effondrerait. La connexion franche en "b" est possible et donne lieu à une variante où le blanc laisse le coin au noir et tente d'attaquer les deux pierres noires 4 et 6. Le coup 13 est une simili connexion : en diminuant le nombre de libertés des pierres noires 10 et 12, le blanc ne laisse pas au noir le temps de couper en "b". 14 capture, semble-t-il, les deux pierres blanches de coin ; s'il le veut, le noir peut les prendre mais le blanc coupe en 15, ce qui menace à la fois 19 et "c". Là encore, il est hors de question d'abandonner les pierres du centre, car l'influence centrale blanche qui en résulterait, compenserait largement la perte du coin — l'évaluation des équiva-



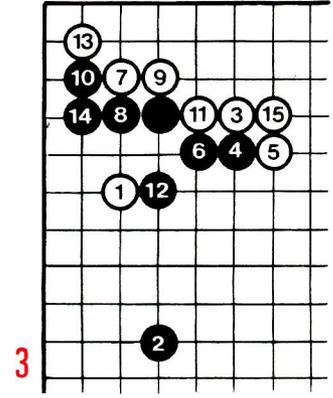
semblant, les développements sur le début de partie (figure 1), où les coups sont joués à distance, mais ils sont en réalité hypnotisés par les séquences rapprochées au contact, ou séquences de combat, et il n'est peut-être pas inutile d'en analyser une et de montrer les principes qui les sous-tendent, ce que les débutants ignorent le plus souvent.

La réplique (2) à l'approche du coin par le blanc est une prise en tenaille. La contre-prise en tenaille (3) est une attaque assez violente de la pierre noire du coin, qui entraîne un échange immédiat. Si le noir joue ailleurs, le blanc pourra jouer en "a" ; le lui permettre est contradictoire avec l'idée du coup précédent, attaquant sévèrement la pierre 1. Ce qui est cohérent avec



blanc défend sa pierre, puis envahit le coin avec 7, menaçant d'aller récupérer la pierre 1. Logiquement, le noir bloque en 8 (et non en 9), puisqu'il a décidé d'attaquer la pierre 1 ; avec 9, le blanc va chercher la connexion avec la pierre noire ; chemin faisant, son territoire du bord Nord commence à se dessiner. Le coup 10 est une variante agressive mais logique — les variantes douces sont montrées dans les figures 2 et 3. Le noir se précipite dans la brèche, mais le blanc coupe avec 11 et fait apparaître une nouvelle faiblesse noire en 15.

**Pierres de sacrifice et pierres de coupe.** La descente en 12 est le meilleur coup : il y a une double



lences entre territoire et influence sera traitée ultérieurement.

Il est encore possible d'abandonner 8 et @ : il faut tout sauver, mais la conséquence est que le blanc peut récupérer le coin. Avec 16 et 18, le noir protège — habilement — ses deux groupes de pierres ; le blanc sacrifie une pierre (19) et récupère le coin avec 23. Le coup 24 est indispensable, sinon le blanc capturera tout le groupe en descendant lui-même en 24. Le partage s'est dessiné ; il reste à le consolider.

Maintenant, la faiblesse en "b" devient importante : si le noir peut y jouer, il prendra un avantage décisif ; de même, si le blanc pouvait jouer 26, il forcerait le noir à cap-

## ... ET SES DÉVELOPPEMENTS INATTENDUS

turer les pierres blanches 1, 15 et 17. On dit que 25 et 26 suppriment l'*Aji* des pierres de sacrifice (l'*Aji* c'est, littéralement, un mauvais arrière-goût).

**Ligne de partage des eaux.** Les deux consolidations en 25 et 26 sont essentielles, parce qu'il faut considérer qu'en suivant à peu près la grande diagonale, on a une sorte de frontière : d'un côté le territoire noir ; de l'autre le territoire blanc ; et en allant vers le centre, la possibilité de zones d'influence respectives. Si le noir pouvait couper en "b" ou si le blanc pouvait jouer 26, la ligne de démarcation serait franchie et l'équilibre rompu.

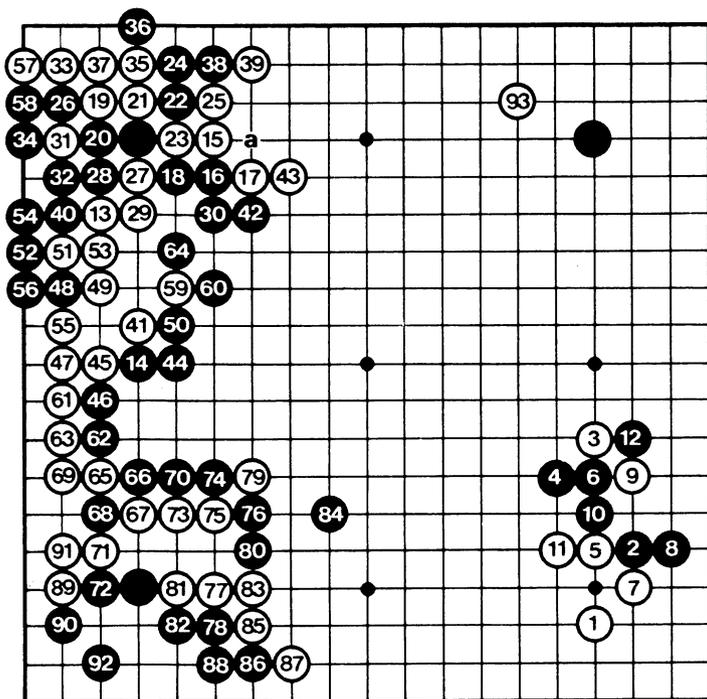
Il y a donc beaucoup de techniques, d'astuces et de traquenards dans les combats, mais on voit aussi qu'il y a des moyens pour les éviter : par exemple, en jouant les

► Dans cette partie à 3 pierres de handicap, il y a 2 *Joseki* dans les coins Sud-Est et Nord-Ouest. Le premier a été joué correctement et nous l'étudierons en détail dans notre prochaine rubrique. C'est un *Joseki* interrompu, c'est-à-dire qu'il y a plusieurs suites possibles, mais facultatives.

En revanche, le deuxième *Joseki* n'a pas été joué entièrement cor-

rectement ; le noir devrait être content de presser le blanc sur la deuxième ligne ("la ligne de la défaite") et jouer 65.

Avec 65, le blanc respire. Non seulement il n'a rien payé, mais l'influence centrale du noir ne compense pas les points de territoire blancs, du moins si on considère l'avantage initial des trois pierres



**L'ouverture de la rubrique "Go Initiation" est récente.** En effet, suite à un questionnaire publié en juin 1981 et suivi de plus de 700 réponses, il nous a semblé qu'une telle entreprise ne serait pas vaine. Aussi, à ceux qui découvriront aujourd'hui ces colonnes pour la première fois, nous rappelons que cette rubrique a commencé dans notre numéro de septembre 81 (S. & V. n° 768).

### Bibliographie

- "Les bases techniques du GO" (le jeu 9 pierres de handicap, par Lim Yoo Jong et Hervé Dicky.
- "L'ABC du GO" par Hervé Dicky. Ces deux ouvrages sont édités par Chinon, 40, rue de Seine, 75006 Paris.
- "Le Guide Marabout du GO" traduit d'un ouvrage de Kaoru Iwamoto.
- "GO", revue française de Go. Les Authieux - 76520 Boos (CCP Rouen 122207 M).

variantes des figures 2 et 3. Si ces séquences sont moins optimales et excitantes, elles sont parfaitement jouables, surtout dans les parties à handicap, où le noir doit constamment chercher à simplifier le jeu pour avancer dans la partie sans catastrophe et en sachant où il va.

Pierre AROUTCHEFF ☐

rectement. La première imprécision, qui est au coup 30, devrait être, en fait, en 64. Il en résulte une violente "bagarre" sur tout le bord Ouest. Ironiquement, cette "bagarre" a été provoquée par une faute du blanc, qui a mal sanctionné les erreurs noires mais qui, en revanche, en a bien profité. Avec 30, le noir confond les deux variantes : 30 est obligatoire quand le blanc joue "a" au lieu de 25. Quand le blanc joue 25, à cause de la faiblesse en "a", justement, le noir peut et doit se permettre de jouer 64. Après 30, le noir joue encore deux coups inutiles et nocifs en 36 et 38, mais le coup 41 est trop lourd : le coup normal est sans doute 50. De ce fait, le noir peut attaquer vaillamment, mais il rate son attaque : 48 aide plutôt le

de handicap. Quand il joue 93, le blanc estime avoir déjà, grosso modo, égalisé, car la valorisation de l'influence noire centrale n'est pas facile.

**26<sup>e</sup> Congrès européen de Go.** C'est à Copenhague, au Danemark, que se dérouleront cette année les prochains championnats d'Europe, du 25 juillet au 8 août 1982. Van Zeijst, champion d'Europe en titre actuellement, Hasibeder et Donzet seront parmi les favoris. Leurs principaux adversaires pourraient être Matern, de nombreuses fois champion, Mac Sadyne et Moussa, champion de France 81, à moins que Schlemper, un "pro", lui, ne participe.

Pierre AROUTCHEFF ☐

# LA CALCULETTE DE L'ASTRONOME

## COMMENT SUIVRE GRAPHIQUEMENT LE MOUVEMENT DES SATELLITES (II)

► La première partie de ce programme (voir *Science & Vie* n° 775) nous a permis de tracer la sinusoïde corrigée que dessine à la surface de la Terre le déplacement du point subsatellite (sans vouloir faire de prosélytisme pour autant, nous conseillons vivement cette fois à ceux qui prendraient ce programme "en route" de se procurer le numéro précédent, sans quoi il leur sera difficile de suivre). Il s'agit maintenant de calculer l'instant virtuel du passage au premier nœud ascendant (point de regroupement de l'équateur terrestre et de l'orbite), celui-ci constituant le point de départ indispensable

du point d'observation retenu les projections au sol des différentes hauteurs possibles sur l'horizon (de 15° en 15° par exemple). Pour cela, il faut calculer la distance géocentrique correspondant à ces différentes hauteurs, compte tenu de l'altitude du satellite considéré.

Les valeurs obtenues seront reportées sur le planisphère utilisé par rapport aux coordonnées (longitude et latitude) du lieu choisi, et reliées entre elles de manière à former une série d'ovales concentriques. La position de la ligne de survol du satellite sur ces ovales permet de voir d'un seul coup

$\sin \gamma = \sin \varphi / \sin i$  avec  
 $\varphi$  : latitude de la base  
 $i$  : inclinaison de l'orbite.

Calculer le temps :

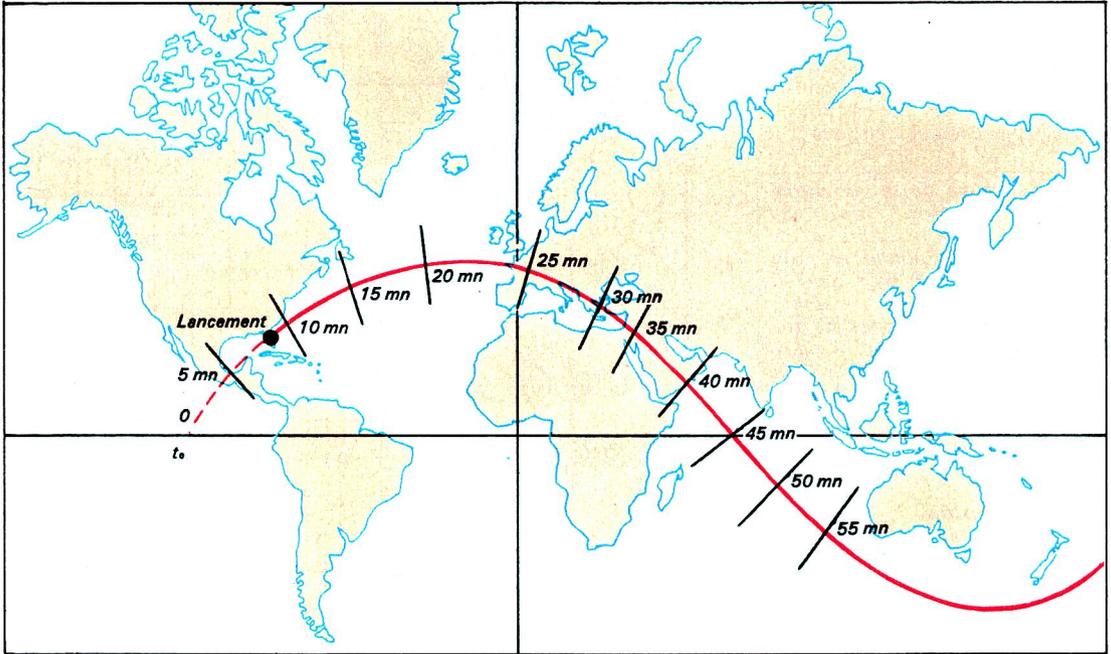
$$t = T \cdot \frac{\gamma}{360}$$

L'instant de passage au premier nœud est alors :

$$t_0 = t_1 - t + 5 \text{ mn}$$

( $t_1$  = instant du lancement).

La constante de 5 mn (qui peut varier de 1 mn en plus ou en moins suivant les fusées) tient compte du



Le calcul des intervalles de temps et leur report sur la sinusoïde permettent de fixer l'heure de passage du satellite en différents points (voir 2° de l'application).

pour localiser dans le temps les survols des différents points de la Terre. Il est par ailleurs indispensable de porter sur la sinusoïde, tracée à l'aide du premier programme, des intervalles de temps équidistants (de 5 mn en 5 mn par exemple) à partir du nœud ascendant, afin de pouvoir déterminer ultérieurement l'instant de passage du satellite au-dessus d'un lieu donné.

Enfin, il convient de tracer autour

d'œil quelle sera la hauteur de culmination et son azimut, ainsi que les azimuts de lever et coucher du satellite.

### Formulation

1. Détermination de l'instant (virtuel) de passage au premier nœud ascendant.

Chercher l'angle géocentrique ( $\gamma$ ) allant du nœud à la base de lancement :

fait que la mise en orbite ne se fait pas instantanément. La phase d'ascension de la fusée introduit donc une vitesse moyenne inférieure à la vitesse de satellisation, d'où un écart qu'il convient de corriger.

2. Définir d'abord les intervalles de temps ( $\Delta t$ ) souhaités, puis faire :

$$\sin \lambda = \sin(n \cdot \Delta \gamma) \cdot \sin i \text{ avec}$$

n: n° du pas (1, 2, 3, etc. jusqu'à épuisement, c'est-à-dire  $n \cdot \Delta\gamma = 360^\circ$ ).

$\Delta\gamma = 360 \Delta t / T$ , T étant la période orbitale du satellite.

Pour un tracé des intervalles de temps sur l'ensemble du globe, un  $\Delta t$  de 5 mn en 5 mn est suffisant.

Pour un tracé sur une région délimitée (celle d'où vous observez),  $\Delta t = 1$  mn est préférable.

Il suffit donc de repérer les points qui, sur la sinusoïde, ont la latitude  $\lambda$  calculée ci-dessus, pour avoir des repères en temps par rapport au nœud ascendant.

3. Calcul des distances géocentriques pour différentes hauteurs sur l'horizon.

La formule à utiliser est :

$$\cos(A + h) = \frac{\cos h}{1 + H/R}$$

avec

A : angle géocentrique cherché

h : hauteur angulaire sur l'horizon (de  $15^\circ$  en  $15^\circ$  par exemple)

H : altitude du satellite (moyenne)

R : rayon terrestre équatorial (6378 km).

Pour différentes valeurs de "h", on obtient les valeurs correspondantes de A, permettant à chaque fois de calculer les coordonnées de 4 points cardinaux autour de l'observateur :

$$L_1 = L - A$$

$$L_2 = L + A$$

$$\lambda_1 = \lambda - A$$

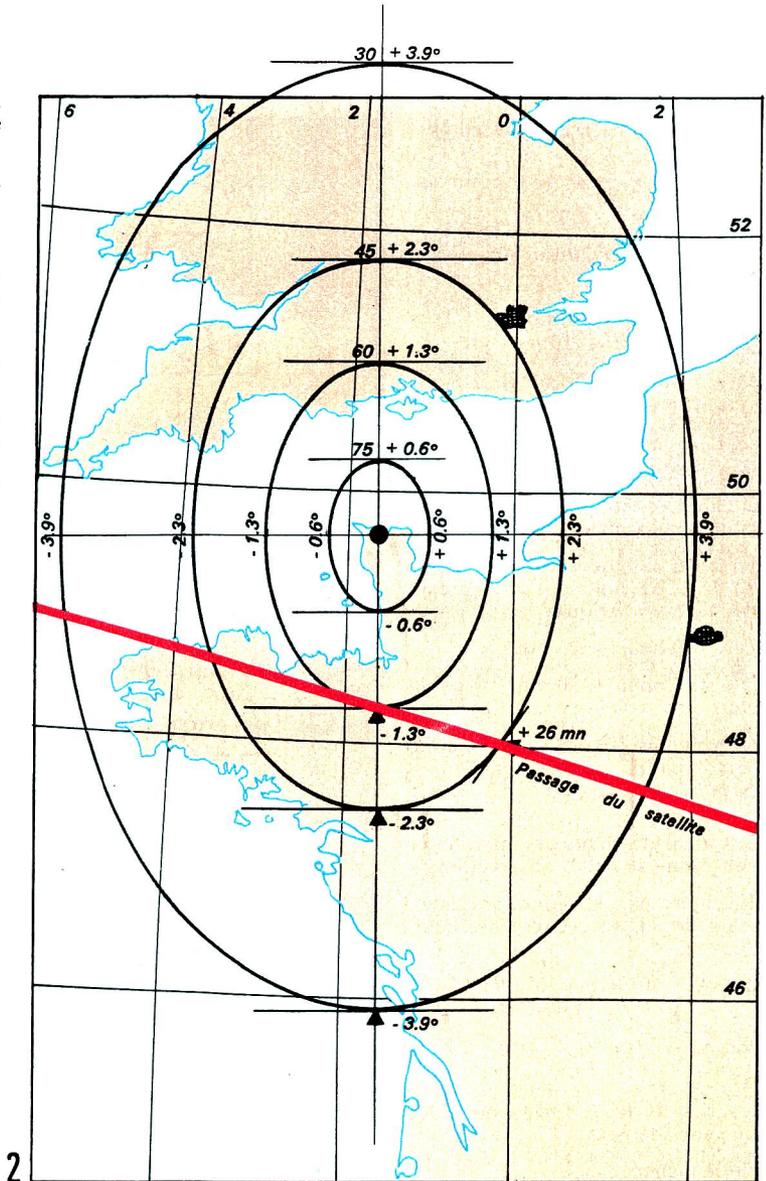
$$\lambda_2 = \lambda + A$$

(L : longitude de l'observateur ;  $\lambda$  : latitude de l'observateur).

En joignant ces quatre points on délimite un ovale qui, centré sur le lieu d'observation, permet de délimiter la zone pour laquelle le satellite se trouvera à "h°" sur l'horizon de l'observateur.

### Application

Déterminer l'instant de passage, hauteur et azimut de la culmina-



En traçant les ovales correspondant aux hauteurs sur l'horizon depuis le lieu d'observation, on déterminera les conditions de visibilité (voir 3° de l'application).

tion d'une navette spatiale lancée à 19 h 02 TU de Cap Canaveral sur une orbite de 90 mn de période (275 km d'altitude) par une inclinaison de  $50^\circ$ . L'observation se fait depuis Cherbourg ( $49,6^\circ$  N /  $1,6^\circ$  W).

La première trajectoire subsatellite est à calculer avec le programme du mois dernier et donne l'équivalent de la figure 1 (sinusoïde rouge).

1. Détermination de l'instant virtuel du passage au nœud ascendant :

$$\sin \gamma = \sin 28,5 \cdot \sin 50,0$$

$$(\gamma = 38,5^\circ)$$

$$t = 90 \frac{38,5}{360} = 9,6 \text{ mn}$$

$$t_0 = 19^h02 - 9,6 + 5 = 18^h57,6$$

# LA CALCULETTE DE L'ASTRONOME

(suite)

## 2. Calcul des intervalles de temps :

$(\Delta\gamma = 360 \times \frac{5}{90} = 20^\circ)$  pour un pas de 5 mn.

$\sin \lambda = \sin (1 \times 20) \cdot \sin 50$   
( $\lambda = 15.2^\circ$ )

$\sin \lambda = \sin (2 \times 20) \cdot \sin 50$   
( $\lambda = 29.4$  pour + 10 mn)

$\sin \lambda = \sin (3 \times 20) \cdot \sin 50$   
( $\lambda = 41.6$  pour + 15 mn)

$\sin \lambda = \sin (4 \times 20) \cdot \sin 50$   
( $\lambda = 49.0$  pour + 20 mn)

à l'apex, c'est-à-dire passage par latitude maximale,  $\lambda = i$ , soit  $50^\circ$ .

Ici on a 1/4 de révolution donc  $90/4 = 22.5$  mn, et l'on reprend de façon symétrique :

$\lambda = 49.0$  pour + 25 mn

$\lambda = 41.6$  pour + 30 mn

etc.

On voit ainsi (figure 1) qu'il y aura survol de la Grèce à  $18^h57.6 + 30$  mn =  $19^h27.6$ .

## 3. Calcul des hauteurs sur l'horizon depuis le lieu d'observation.

Retenons par exemple des hauteurs de  $30, 45, 60$  et  $75^\circ$ . Pour  $30^\circ$  :

$\cos (A + 30) = \cos 30 / 1.043$   
 $= 33.9^\circ$

soit  $A = 33.9 - 30$   
 $= 3.9^\circ$

(car  $1 + H/R = 1.043$  pour l'orbite considérée).

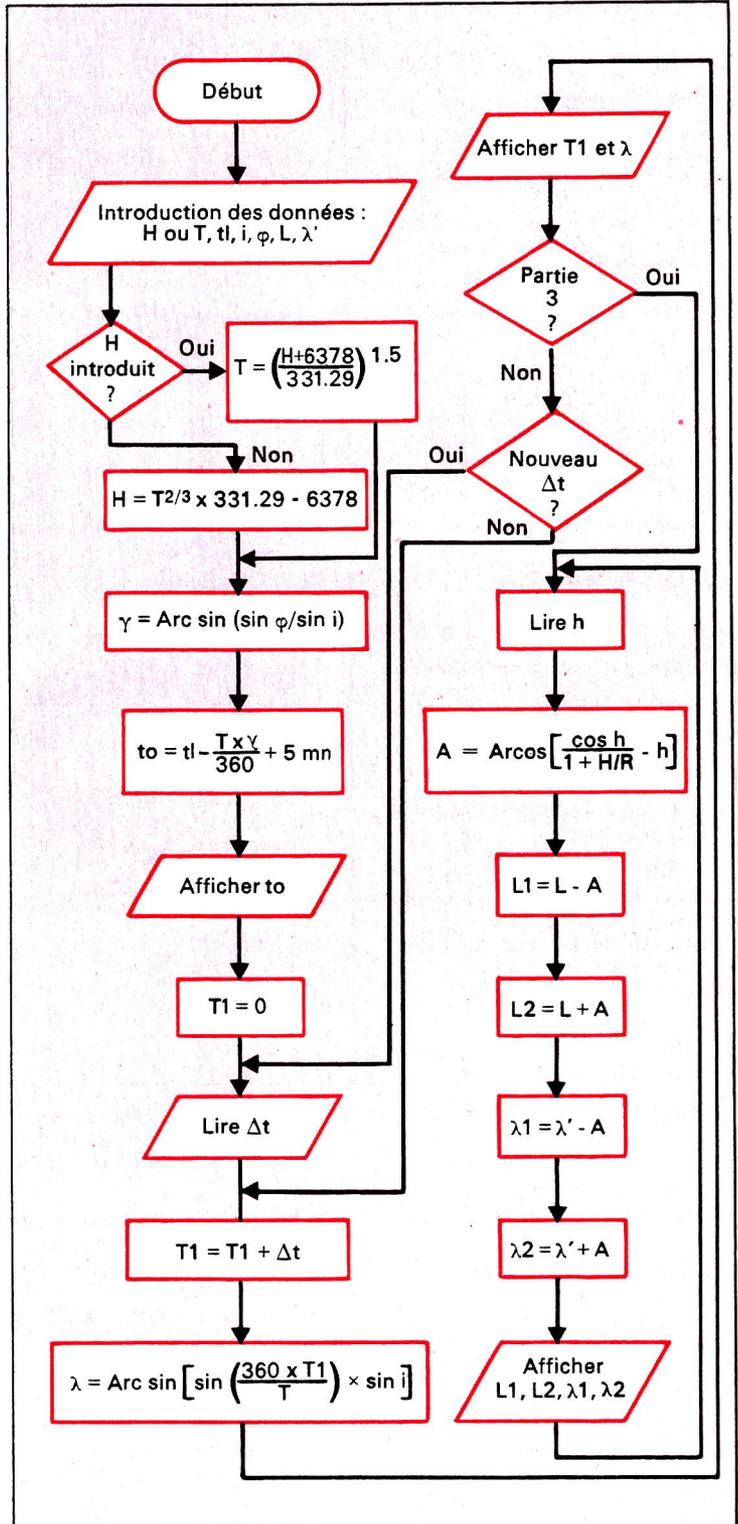
Et de même :

$A = 2.3^\circ$  pour  $h = 45^\circ$

$A = 1.3^\circ$  pour  $h = 60^\circ$

$A = 0.6^\circ$  pour  $h = 75^\circ$ .

Il suffit alors de tracer les ovales correspondant en les centrant sur le lieu d'observation (figure 2) pour déterminer instantanément les conditions de visibilité du satellite. En prenant pour cette partie de l'orbite un pas de 1 mn, on voit que la navette apparaîtra approximativement sur l'horizon ouest de Cherbourg 25 mn après son passage au nœud ascendant (soit  $19$  h 53), qu'elle culminera à  $60^\circ$  au sud et disparaîtra au sud-est environ 1 mn plus tard.



### Indications

Comme le montrent les calculs ci-dessus, l'organigramme et les programmes seront constitués de trois parties :

- calcul de  $t_0$  ;
- mise en place de l'échelle des temps sur l'orbite ;
- calcul des distances géocentriques.

Ceci apparaît clairement dans l'organigramme, dans lequel nous appelons T1 le temps de parcours depuis le nœud virtuel. Sur les machines, il sera possible de faire varier l'écart  $\Delta t$ , en particulier au voisinage de la région d'où se fera l'observation. Ceci, ainsi que le passage à la troisième partie, devra être indiqué aux machines au moyen des touches SBR, ou GSB, ou encore au moyen des touches A, B, C etc.

La période T se calculant à partir de la hauteur H (ou de "a", car  $a = H + R$ ) et réciproquement, une seule de ces données sera rentrée dans la machine, l'organigramme prévoyant le calcul de l'autre constante à partir de la relation fondamentale :

$$a = \left( \frac{T^2 \times GM}{4\pi^2} \right)^{1/3}$$

GM valant  $3.986 \cdot 10^{14}$  en unités internationales. Mais ici, les calculs seront faits de façon à ce que T soit introduit en minutes. Nous appelons  $\lambda$  la latitude de l'observateur.

### Solution du numéro précédent

« Comment suivre graphiquement le mouvement des satellites. »

Il est possible de conserver le schéma de base exposé la fois précédente, mais il est utile ici de le raccourcir, de façon à ce que les petites machines puissent prendre en charge les calculs. Ainsi, la dérive totale DT s'écrit :

$$DT = dr + PS + du \\ = T/4 + 6.844 \cdot 10^{-4} T + \\ \frac{0.55 \times 6378 \times \cos i}{[3.636 \cdot 10^{16} \cdot T^2]^{1/3} \times 10^{-3}}$$

ce qui peut encore s'écrire :

$$DT = 0,2506844 T + 10.589 \times \cos i / (+ 2/3).$$

Alors, Cr s'écrit :

$$Cr = \frac{360 - DT}{360} = 1 - DT/360 \\ = 1 - 6.9635 \cdot 10^{-4} T \\ - 2.9413 \cdot 10^{-2} \frac{\cos i}{T^{1.5}}$$

### Programme pour TI/58-59

```
000 LBL A
    STO 00
    DEG
    cos
    ÷
    x⇐t
    STO 01
010 y^x
    INV
    1
    .
    5
    ×
    .
    0
    2
    9
020 4
    1
    3
    + / -
    -
    6
    9
    6
    3
    5
030 EE
    8
    + / -
    ×
    RCL 01
    +
    1
    =
    STO 02
041 CLR
    INV EE
    LBL sin
    R/S
    tan
    ÷
    RCL 00
051 tan
    =
    INV sin
    ×
    RCL 02
    =
059 GTO sin
```

### Mode d'emploi

- Introduire T (en minutes) en  $x \Rightarrow t$ , et i (en degrés) en A.
- Quand zéro apparaît, écrire  $\phi$  en degrés et appuyer sur R/S pour avoir la longitude Lt. Pour une autre valeur de  $\phi$ , l'écrire et appuyer sur R/S.

### Remarque

Ce programme est adaptable sur TI-57, en mémorisant une constante si nécessaire.

### Programme pour HP/33

```
01 STO 0
    DEG
    cos
    .
    0
    2
    9
    4
    1
10 3
    CHS
    ×
    x⇐y
    STO 1
    1
    .
    5
    1/x
    y^n
20 ÷
    RCL 1
    6
    9
    6
    3
    5
    EEX
    8
    CHS
30 ×
    -
    1
    +
    STO 2
    CLX
    R/S
    tan
    RCL 0
    tan
40 ÷
    RCL 2
    ×
    sin - 1
44 GTO 36
```

### Mode d'emploi

- Introduire T (en minutes) en  $x \Rightarrow t$ , et pour i (en degrés), faire GSB 01.
- Quand zéro apparaît, écrire  $\phi$  en degrés et appuyer sur R/S pour avoir la longitude Lt. Pour une autre valeur de  $\phi$ , l'écrire et appuyer sur R/S.

Pierre KOHLER  
Programmation Daniel FERRO □

## L'ART DU PLASTICAGE

► L'élimination de la défense est l'un des mécanismes les plus puissants mais également l'un des plus faciles à trouver de l'arsenal des combinaisons. En effet, le calcul en est généralement simple. Si seule une pièce adverse vous défend d'effectuer une opération décisive, l'élimination de cette pièce reste rentable à n'importe quel prix. Regardez comment la championne du monde plastique la position des noirs !

**TCHIBOURDANIDZE-  
MALANIOUK  
URSS 1982  
Défense Grünfeld**

1. d4 Cf6
2. ç4 g6
3. Cç3 d5
4. ç×d5 C×d5
5. e4 C×ç3
6. b×ç3 Fg7
7. Cf3 ç5
8. Tb1 0-0
9. Fe2 Da5 (a)
10. 0-0 D×ç3
11. d5 Da5
12. Fg5 Dç7
13. Dç1 (b) Fg4
14. Ff4 Dç8 (c)
15. e5 Cd7
16. Te1 Cb6 (d)
17. d6 (e) e×d
18. e×d Te8
19. h3 Fd7
20. Fh6 Fh8 (f)
21. Cg5 (g) Ff5
22. T×b6! (h) a×b6
23. Fç4 Fe6
24. T×e6! (i) f×e6 (j)
25. Df4 Dd7 (k)
26. Fb5! (l) les noirs abandonnent (m)

a) Après 7. ...ç5, ce coup complète le dispositif de minage du centre blanc. Si à présent, par exemple 10. Dç2, les noirs gagnent quand même le pion 10. ...ç×d; 11. C×d4, F×d4 et le pion ç3, cloué, ne peut reprendre. Les blancs préfèrent, au prix d'un pion, accélérer leur développement tout en attirant la Dame noire dans une zone inconfortable.

b) Contrôle fermement la diagonale ç1-h6.

c) Il aura fallu 5 coups à cette malheureuse Dame pour aller de d8 en ç8!

d) Pas brillant, mais quoi jouer d'autre ?

e) Pour l'instant, ce pion passé avancé ne constitue pas une menace de promotion mais il représente un superbe point d'appui

aux pièces blanches dans le camp noir.

f) 20. ...F×h6 n'est pas recommandé à cause de la manœuvre 21. D×h6 suivi de 22. Cg5 et du mat. g) Amorce une dangereuse attaque sur f7.

h) Le plasticage commence : par ce sacrifice de qualité les blancs gagnent la case ç4 pour leur Fou.

i) Deuxième sacrifice de qualité !

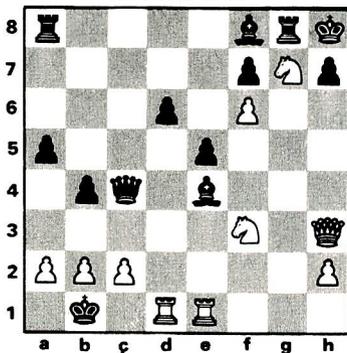
j) 25. ...T×e6 ne sauve pas la partie : 26. F×e6, f×e6; 27. Dç4, Fg7; 28. F×g7, R×g7; 29. C×e6+, etc.

k) Ou 25. ...Tf8; 26. F×f8, D×f8; 27. Dh4, h6; 28. C×e6, Df6; 29. D×h6 et tout s'écroule.

l) L'élimination de la dernière défense.

m) Car la Dame n'a pas de case de fuite lui permettant de parer le mat en f7.

Exercice n° 99



L'attaque se dirige vers h7. Mais de pion est encore défendu... Alors ? Les blancs jouent et gagnent !

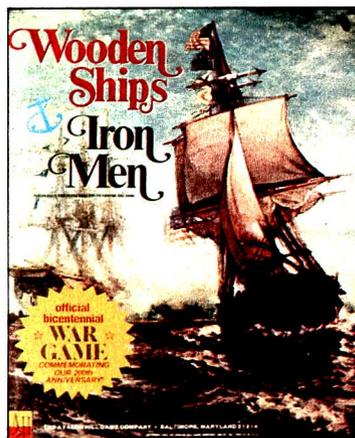
### Solution de l'exercice n° 98

1. Dg4! Db5
2. Dç4!, Dd7
3. Dç7!, Db5
4. a4!, D×a4
5. Te4, Db5
6. D×b7, D×b7
7. T×e8+, T×e8
8. T×e8 mat

Il est facile de vérifier que si les noirs veulent éviter le mat comme dans cette variante principale, ils doivent à un moment ou à un autre, abandonner du matériel !

Alain LEDOUX □

## "NAVIRES DE BOIS ET HOMMES DE FER..."



► Telle est la traduction de "Wooden ships and iron men" (nous traduisons ici en français la présentation rédigée en anglais par les spécialistes américains d'Avallon Hill). La formule est belle et convient parfaitement à un jeu qui couvre la période de 1776 à 1814, quand les grands vaisseaux de ligne à phares carrés dominaient les océans et lorsque les rapides et robustes frégates américaines attiraient l'attention du monde sur la toute jeune US Navy.

**Inventaire.** En dehors des règles à proprement parler, le jeu comporte une importante série de scénarios couvrant les périodes des révolutions américaines et françaises ainsi que des guerres napoléoniennes. De la sorte, les pavillons américains, britanniques, espagnols, français et même vénitiens sont susceptibles d'être hissés au combat, à la volonté des joueurs. Au demeurant, la France n'est pas loin d'être gâtée. Comme on s'en doute, les engagements navals ayant eu lieu durant la révolution américaine revêtent de l'autre côté de l'Atlantique une importance historique, et le pavillon fleurdelysé flotte donc plus souvent qu'à son tour.

En premier lieu, les auteurs de ce jeu tiennent Pierre-Antoine de Suffren en haute estime... «Suffren fut capable de neutraliser la flotte britannique grâce à une qualité généralement peu courante chez les amiraux français : une agressivité et une puissance de commandement qui surprit jusqu'à ses propres capitaines...» Ainsi, cinq scénarios reproduisent les principaux engagements qui opposèrent l'es-

cadre du bailli de Suffren aux bâtiments de l'amiral Hughes dans les eaux indiennes, durant la période 1781-1783.

Mais les batailles navales ayant décidé plus directement du sort de la naissante République américaine n'ont bien entendu pas été oubliées. D'abord la bataille d'Ouessant, puis Saintes et, bien sûr, Chesapeake, où l'escadre française commandée par Grasse se comporta de telle manière que Cornwallis fut ensuite contraint de capituler à Yorktown, sonnait ainsi le glas de la présence britannique sur le continent américain. Ayant ainsi rendu hommage aux marins français, les créateurs de "Navires de bois et hommes de fer" n'ont pas oublié les leurs. Le fameux John Paul Jones et son "Bonhomme Richard" gagnera, par vos soins et pour la nième fois, la bataille de Flamborough Head tandis que la fameuse frégate US Constitution tiendra encore la dragée haute à ses homologues anglaises. Hélas, les grandes batailles navales de l'Empire sont moins glorieuses pour notre pavillon mais, historiquement et techniquement parlant, les batailles d'Aboukir et de Trafalgar revêtent un indiscutable intérêt.

**Le jeu.** Chaque pion occupe deux cases hexagonales qui constituent la carte cartonnée, où figurent "en fantôme" les zones terrestres nécessaires à l'étude de certains engagements. Les pions rectangulaires présentent une vue en plan d'un navire, ainsi qu'un certain nombre d'informations de première importance : en premier lieu, un nombre à quatre chiffres permet d'un coup d'œil de vérifier la nationalité, la classe (vaisseau de 105 à 50 canons, frégates, corvettes, corsaires, brûlots, navires marchands, sloops, etc.), ainsi qu'un matricule individuel. Trois autres chiffres permettent de déterminer par ailleurs la capacité à virer de bord et la vitesse sous voilure de bataille, ainsi que toutes voiles dehors.

Après avoir fixé son choix sur un scénario déterminé, chaque joueur doit remplir avant le début du jeu son "livre de bord", à raison d'une colonne par navire présent. Là, on pénètre, comme l'on dit, au cœur du sujet. Chaque navire est représenté par un certain nombre de

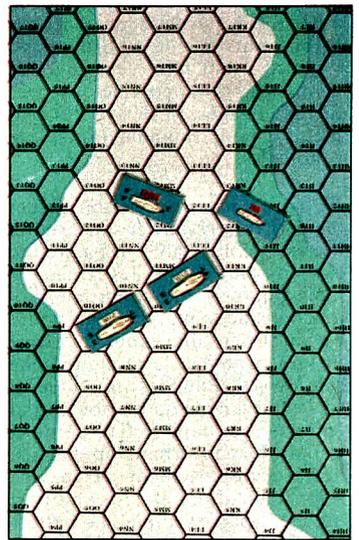
facteurs différents : coque, équipage, canons et gréement. Une case correspond à un point et lorsque le navire est endommagé au cours du combat, ces points sont successivement barrés au crayon. Plus un navire est armé, mieux il est gréé, plus son équipage est nombreux et meilleurs seront ses résultats... et plus grande sera sa résistance aux avaries.

On le sait — ou on ne le sait pas mais, dans ce cas, il est indispensable de l'apprendre — un voilier se comporte différemment suivant son orientation par rapport au vent. Le fait était d'ailleurs d'importance en matière de tactique au combat, et la réalité est ici assez bien respectée. Un croquis est donc destiné à recevoir les informations concernant la vitesse du navire en fonction de son allure : près serré, largue et vent arrière. Comme dans la réalité, c'est au largue que le bateau sera le plus rapide et c'est au près qu'il ira le plus lentement. Il vira moins rapidement vent devant que vent arrière — les initiés comprendront que j'évite à dessein certains termes trop techniques — et, bien entendu, il n'avancera pas debout au vent... Deux échelles de vitesse sont prévues, l'une pour la voilure de bataille et l'autre pour toutes voiles dehors. Toutefois, un gréement chargé de toile sera plus vulnérable aux coups de l'adversaire et il sera indispensable de réduire si le vent force, plus ou moins tôt suivant la taille du navire.

Le combat se déroule par tir d'une bordée, d'un bord ou de l'autre — parfois des deux, mais un seul bord peut être rechargé à chaque tour — en fonction de la distance séparant les adversaires et aussi de leurs positions respectives (couper perpendiculairement la route à l'adversaire permet de lui asséner une bordée sans qu'il puisse riposter, ses pièces étant disposées de flanc...).

Un jeu de tableaux permet, en fonction du nombre de pièces disponibles, de déterminer la nature et l'étendue des dégâts infligés à l'adversaire. Cela étant, un certain nombre de correctifs interviennent : selon la qualité de l'équipage (élite, crack, moyen, faible, débutant), selon les pertes humaines préalablement enregistrées, et cela sans omettre le type de projectiles utilisés. En effet, le boulet rond et plein n'était pas à

l'époque la seule munition disponible, même si sa plus grande portée le rendait généralement très efficace. Les Français, qui tiraient plus volontiers "à dématier" qu'à "couler bas", comme les Anglais, utilisaient également des boulets ramés, à savoir une paire de boulets reliés par une chaîne qui paraissait en tournant pour mieux faucher le gréement. L'arsenal du bord disposait également de doubles charges (deux boulets dans la même pièce) susceptibles d'occasionner de gros dégâts à courte portée, et aussi de charges à mitraille destinées à massacrer l'équipage massé sur le pont (il était d'ailleurs d'usage pour un navire à



court de munitions de tirer dans une dernière bordée à mitraille la vaisseau de vermeil et d'argent du capitaine). Le choix est libre parmi ces diverses gracieusetés, le jet d'un dé déterminant en dernier ressort l'étendue des dégâts, le joueur ayant d'autre part le choix entre une option "coque" et une option "gréement", en fonction de la tactique choisie...

Dans chacune des sections inventoriées plus haut, les points disponibles sont répartis en sections, chacune étant d'importance quantitative égale (par exemple, trois sections de huit pour un total de vingt-quatre). Les avaries sont appliquées section après section, de manière à obtenir une aggravation progressive des dégâts. De la sorte, une section d'équipage annihilée

(suite)

influe sur la puissance de feu, tandis que les canons détruits pèsent sur la valeur offensive et qu'une section "gréement" correspond à un mât, sa destruction équivalant à un démâtage et à une diminution des performances sous voiles. Enfin, si toutes les sections "coque" sont hors de combat, le navire se trouve en danger de couler, et il est contraint d'amener ses coureurs.

Il existe par ailleurs nombre d'autres règles. Elles intéressent, entre autres, l'évolution des conditions atmosphériques, la force et la direction du vent, celles-ci exerçant une influence importante sur le déroulement d'un engagement. Les navires au mouillage obéissent à des règles particulières et les collisions, ainsi que les abordages volontaires, sont minutieusement réglés, tout comme les gréements engagés, la dérive des bâtiments non manœuvrants, les échouages...

**Bilan.** Le jeu est dans son ensemble fort intéressant et son originalité est incontestable. Il passionnera sans nul doute les amateurs, mais une certaine compréhension à propos de la marche d'un voilier est indispensable pour maîtriser un tant soit peu la tactique générale de jeu. Pour les initiés, je dirais en revanche qu'on pourrait aller plus loin dans la fidélité de simulation, concernant en particulier le comportement des navires selon leur allure et les conditions de mer (par exemple, la batterie basse d'un trois-ponts devait fermer ses sabords au près par force sept, mais uniquement sous le vent...).

Considéré d'un œil froidement objectif, "Navires de bois et hommes de fer" est un jeu honnêtement réalisé. Boîte, cartes, pions, "livres de bord" sont de bonne qualité. Les règles sont réunies dans une brochure en papier fort comportant trente-six pages; malheureusement rédigées en anglais, avec un minimum de termes techniques nautiques. S'adressant en fait à une minorité, ce jeu devrait néanmoins compter parmi les "classiques", surtout si quelques esprits imaginatifs s'avaient d'affiner la qualité de simulation, ce qui ne paraît pas présenter de difficultés majeures.

André COSTA □

## LES CENTIGITAUX À LA UNE...

► Nous nous préoccupons ici, depuis quelque temps, des nombres "centigitaux". Ce sont les nombres entiers positifs pouvant s'exprimer à l'aide de deux entiers positifs de somme cent. Pour réaliser ces expressions, et pour tous nos projets "digitaux" en général (voir rubriques précédentes), nous avons convenu d'utiliser la fonction "n?", appelée "sommelle n", et représentant la somme de tous les tiers de 1 à n. Donc: 103 s'écrit 3? + 77.

Sur les premiers résultats d'Éric Rory, publiés ici en novembre 1981, cumulant 542 centigitaux entre 1 et 1 000, je mentionnais explicitement les 59 lacunes à combler entre 1 et 289, parmi les 458 restantes. Plusieurs lecteurs ont bien sûr pris aussitôt cela pour un défi irrésistible et l'ont remarquablement relevé. C'est ainsi que Gilbert Bidault a réalisé 54 de ces 59 nombres:

- 47 =  $\sqrt{\sqrt{9^8}}? + 2$
- 67 =  $\sqrt{8^4} + \sqrt{\sqrt{16}}?$
- 116 =  $58 \times \sqrt{\sqrt{4^2}}$
- 117 =  $\sqrt{\sqrt{(2?)^8}}? + 72$
- 129 =  $5^{9^?} + 4^1$
- 132 =  $\sqrt{\sqrt{\sqrt{5^8}}???: \sqrt{4^2}}??$
- 137 =  $6?? - 94$
- 140 =  $\sqrt{9}??? - 91$
- 142 =  $12? + \sqrt{\sqrt{8^8}}$
- 146 =  $5^{9^?} + \sqrt{4^1}???$
- 148 =  $(3?)^{2^?} - 68$
- 156 =  $78 \times \sqrt{2^2}$
- 159 =  $\sqrt{\sqrt{\sqrt{2^8}}???: - 72$
- 160 =  $\sqrt{2^{9^?}}?? - 71$
- 165 =  $18? - \sqrt{\sqrt{8^2}}?$
- 167 =  $\sqrt{\sqrt{16}}???: - \sqrt{8^4}$
- 170 =  $(5?)^2 - \sqrt{\sqrt{\sqrt{4^8}}??$
- 173 =  $\sqrt{\sqrt{4^2}}???: - 58$
- 174 =  $58 \times \sqrt{\sqrt{4^2}}?$
- 176 =  $\sqrt{\sqrt{\sqrt{8^8}}?? - \sqrt{16}}??$
- 180 =  $5^{9^?} + 4^1??$
- 181 =  $19? - \sqrt{81}$
- 185 =  $6^{9^?} - 31$
- 187 =  $19? - \sqrt{\sqrt{81}}$
- 188 =  $\sqrt{\sqrt{4^8}}? + 52$
- 190 =  $(95 : 5)?$
- 193 =  $19? + \sqrt{\sqrt{81}}$

- 206 =  $\sqrt{\sqrt{4^2}}???: - \sqrt{\sqrt{5^8}}$
- 213 =  $6^{9^?} - 3^1$
- 214 =  $\sqrt{\sqrt{(9?)^{9^8}}? - 2$
- 218 =  $\sqrt{\sqrt{(9?)^{9^8}}? + 2$
- 230 =  $\sqrt{\sqrt{\sqrt{8^8}}?? - 1^2$
- 232 =  $58 \times \sqrt{4^2}$
- 239 =  $\sqrt{\sqrt{8^4}} + \sqrt{\sqrt{16}}???:$
- 244 =  $\sqrt{\sqrt{4^4}}!?: - 56$
- 247 =  $6^{9^?} + 31$
- 251 =  $2^2!?: - \sqrt{\sqrt{7^8}}$
- 254 =  $6^{(2^?)^?} + 38$
- 255 =  $\sqrt{\sqrt{8^8}}?? + \sqrt{16}!$
- 259 =  $\sqrt{\sqrt{\sqrt{7^8}}? + \sqrt{2^2}}???:$
- 263 =  $2^8 + \sqrt{7^2}$
- 264 =  $\sqrt{\sqrt{9^{(4^?)^?}} + 6?$
- 265 =  $\sqrt{7^4} + \sqrt{(2??)^6}$
- 266 =  $56?: \sqrt{\sqrt{\sqrt{4^4}}??$
- 268 =  $\sqrt{(\sqrt{4??})^{9^8}}? + 52$
- 272 =  $\sqrt{\sqrt{2^8}}!?: - \sqrt{7^2}?$
- 274 =  $(\sqrt{4??})^{2^?} + 58$
- 278 =  $42? - \sqrt{5^8}$
- 279 =  $7^{(4^?)^?} - 2^6$
- 282 =  $(3?)^{1^3?} + 66$
- 285 =  $\sqrt{4^2}!?: - \sqrt{\sqrt{\sqrt{5^8}}?}$
- 287 =  $\sqrt{\sqrt{\sqrt{4^4}}???: + 56$
- 292 =  $76 + (2??)^{4^?}$
- 299 =  $68 + \sqrt{3^2}???$

Gilbert Bidault ne laisse ainsi que 5 nombres pour compte : 183, 197, 257, 269 et 296. Poursuivant son exploration jusqu'à 1 000, il ne laisse d'ailleurs au total que 139 trous! Mais d'autres chercheurs ont accumulés eux aussi des résultats considérables. Aussi, grâce à Pierre Laheurte et Jean Gouzy, qui parviennent indépendamment à ces mêmes résultats.

Pour la suite, en conjuguant les découvertes de Gilbert Bidault et de Pierre Laheurte, et de Bernard Bodo, qui intervient puissamment dans la dernière centaine de 900 à 1 000, le premier millénaire ne comporte plus que 96 trous :

- 197 257 296 332 338
- 362 418 419 467 482
- 483 521 537 538 539
- 543 544 545 547 550
- 554 555 557 562 569
- 573 575 579 587 593

597 607 613 618 620  
 697 709 746 751 755  
 764 767 770 773 809  
 813 815 822 823 824  
 827 828 830 831 833  
 834 836 838 842 843  
 844 846 850 852 853  
 857 858 859 860 862  
 863 866 869 870 872  
 873 877 879 881 883  
 884 886 887 890 892  
 893 894 895 904 940  
 950 955 976 981 984

998

Je note avec intérêt l'émergence des personnalités des chercheurs. Gilbert Bidault et Pierre Laheurte atteignent pratiquement les mêmes nombres et laissent le plus souvent les mêmes lacunes, tandis que Bernard Bodo envoie sur la dernière centaine presque exclusivement des résultats qui comblent les lacunes des premiers. Que ne s'est-il attaqué aux 900 premiers nombres ! Il reste à ce jour moins de 10% des résultats à atteindre sur le premier millénaire. Qui relèvera ce nouveau défi ?

Une autre direction de recherche sur les centigitaux est celle de la fécondité des couples. F. Vanneste démontre que le couple 81-19, que rien ne distingue a priori, engendre au moins 34 centigitaux :

$$\begin{aligned} \sqrt{\sqrt{81}} - 1^0 &= 2 = \sqrt{\sqrt{81}}^{??} - 19 \\ \sqrt{\sqrt{81}} \times 1^0 &= 3 \\ \sqrt{\sqrt{81}} + 1^0 &= 4 \\ \sqrt{\sqrt{81}}! - 1^0 &= 5 = \sqrt{\sqrt{\sqrt{81}}} + 19 \\ \sqrt{\sqrt{81}}! \times 1^0 &= 6 \\ \sqrt{\sqrt{81}}! + 1^0 &= 7 \\ \sqrt{81} - 1^0 &= 8 \\ \sqrt{81} \times 1^0 &= 9 = 8^1 + 1^0 \\ \sqrt{81} + 1^0 &= 10 = -\sqrt{81} + 19 \\ -\sqrt{\sqrt{81}}! + 19 &= 13 \\ -\sqrt{\sqrt{81}} + 19 &= 16 \\ 81^? - 19 &= 17 \\ \sqrt{\sqrt{81}}!^? - 1^0 &= 20 \\ \sqrt{\sqrt{81}}!^? \times 1^0 &= 21 \\ \sqrt{\sqrt{81}}!^? + 1^0 &= 22 = \sqrt{\sqrt{81}} + 19 \\ \sqrt{\sqrt{81}}^? + 19 &= 25 \\ \sqrt{81}^? - 19 &= 26 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 8^1 + 19 &= 27 \\ \sqrt{81} + 19 &= 28 \\ 81^? - 1^0 &= 35 \\ 81^? \times 1^0 &= 36 \\ 81^? + 1^0 &= 37 \\ \sqrt{\sqrt{81}}^{??} + 19 &= 40 \\ \sqrt{81}^? - 1^0 &= 44 \\ \sqrt{81}^? \times 1^0 &= 45 \\ \sqrt{81}^? + 1^0 &= 46 \\ 81^? + 19 &= 55 \\ \sqrt{\sqrt{81}} \times 19 &= 57 \\ 81 - 19 &= 62 \\ \sqrt{81}^? + 19 &= 64 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 81 - 1^0 &= 80 \\ 81 \times 1^0 &= 81 \\ 81 + 1^0 &= 82 \\ 81 + 19 &= 100 \end{aligned}$$

D'autres couples sont-ils capables de faire mieux ?

Mais aussi, pourquoi aller chercher à 100 ce qu'il y a à 10 ? Suivons la suggestion de Sylvain Béranger, qui propose, de la même manière que pour les centigitaux, d'exprimer les entiers avec 2 nombres de somme 10. Il obtient les "décagitaux". Ces décagitaux peuvent-ils prétendre à autant d'ambition et de développement que les centigitaux ? Sylvain Béranger exhibe 65 résultats entre 0 et 100 :

$$\begin{aligned} 0 &= 5 - 5 \\ 1 &= 5 : 5 \\ 2 &= 6 - 4 \\ 3 &= \sqrt{10 - 0!} \\ 4 &= 7 - 3 \\ 5 &= \sqrt{5 \times 5} \\ 6 &= 8 - 2 \\ 7 &= 7! : 3!! \\ 8 &= 9 - 1 \\ 9 &= 10 - 0! \\ 10 &= (7 - 3)! \\ 11 &= 10 + 0! \\ 12 &= 6\sqrt{4} \\ 13 &= 7 + 3! \\ 14 &= 3?? - 7 \\ 15 &= \left(\frac{6}{\sqrt{4}}\right) \\ 16 &= 8 \times 2 \\ 17 &= 6^? - 4 \\ 18 &= 4! - 6 \\ 19 &= 6^? - \sqrt{4} \\ 20 &= (\sqrt{9})^{??} - 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 21 &= 7 \times 3 \\ 22 &= (\sqrt{9})^{??} + 1 \\ 23 &= 6^? + \sqrt{4} \\ 24 &= 6 \times 4 \\ 25 &= 5 \times 5 \\ 27 &= \sqrt{(\sqrt{4})^{??}} \\ 28 &= \left(\frac{8}{2}\right) \\ 29 &= 2^{??} + 8 \\ 30 &= 4! + 6 \\ 31 &= 7^? + 3 \\ 33 &= 8^? - 2^? \\ 34 &= 8^? - 2 \\ 35 &= \left(\frac{7}{3}\right) \\ 36 &= \sqrt{6^4} \\ 38 &= 8^? + 2 \\ 39 &= 8^? + 2^? \\ 42 &= 7 \times 3! \\ 43 &= (\sqrt{4})^{??} \cdot 6_2 \\ 44 &= 9^? - 1 \\ 45 &= (10 - 0!)^? \\ 46 &= 9^? + 1 \\ 48 &= 2^{??} \times 8 \\ 49 &= 4^{??} - 6 \\ 50 &= 4!^? : 6 \\ 54 &= 10^? - 0! \\ 55 &= (7 - 3)^{??} \\ 56 &= 10^? + 0! \\ 57 &= 8^? + 2^{??} \\ 60 &= 6 \times 4^? \\ 61 &= 4^{??} + 6 \\ 63 &= 6^? (\sqrt{4})^? \\ 64 &= 8^2 \\ 66 &= (10 + 0!)^? \\ 69 &= 4!^? - 6^{??} \\ 72 &= 6! : 4^? \\ 73 &= 2^{??} \cdot 8_2 \\ 75 &= 5^? \times 5 \\ 76 &= 4^{??} + 6^? \\ 77 &= 6^? : (\sqrt{4})^? \\ 78 &= (6\sqrt{4})^? \\ 81 &= \sqrt{2^{??}} \\ 84 &= 6^? \times 4 \\ 90 &= 2^{?!} : 8 \\ 91 &= (7 + 3!)^? \end{aligned}$$

Où sont les 36 autres ? Que se passe-t-il au-delà de 100 ? Décisons d'ailleurs dès maintenant d'éviter les abus et interdisons-nous d'utiliser plus de 3 fois de suite un même symbole arithmétique.

Pierre BERLOQUIN □

# JEUX DE RÉFLEXION

## "NARRO" AU BANC D'ESSAI

► Avant de présenter notre nouveau jeu, nous souhaitons livrer à nos fidèles lecteurs quelques impressions sur le dernier Salon du jouet, qui s'est déroulé à Paris en février 1982. Hormis qu'il y avait peu de nouveautés chez les Français, il est à noter que quatre éditeurs étrangers de jeux de réflexion ont présenté pour la première fois de nouvelles gammes de jeux: il s'agit d'Avalon Hill, Games Workshop, Invicta et Waddington. Au cours des mois à venir, nous examinerons les "vedettes". Mais, déjà, il faut signaler que Waddington sort une version de "Black Box", déjà bien connu de nos lecteurs, avec une présentation bien différente, et moins fragile que les anciens modèles. Schmidt International édite maintenant "Grand Hôtel", qui n'est autre que le jeu "Acquire" de Sid Sackson, déjà vendu en France sous le nom de "Trust". Nous espérons qu'avec ces trois versions d'un même jeu, les lecteurs pourront s'y retrouver...

TSR, qui avait cette fois un stand au Salon annonce qu'enfin une version française du "Jeu de base" sera disponible en octobre de cette

année. Cette nouvelle réjouira sans doute les nombreux amateurs de jeux de rôle qui ne sont pas assez anglophones pour "digérer" 200 pages de règles en anglais. Ayant déjà attendu trois ans, nous leur souhaitons courage pour les six derniers mois...

Autres nouvelles importantes pour les jeux de réflexion: trois groupements de détaillants prévoient d'éditer un catalogue spécifique de jeux pour la fin de l'année 82; un éditeur annonce la publication d'un *Almanach des jeux de réflexion 1982*, qui devrait ensuite être réactualisé chaque année. Ces projets sont d'autant plus louables qu'ils permettront aux amateurs de sélectionner leurs jeux en connaissance de cause, et non plus au hasard, guidés seulement par l'éternelle pastille publicitaire définissant le jeu comme « un superbe jeu de stratégie ». Mais cessons l'ironie facile, et revenons maintenant au jeu de ce mois.

### Jeu présenté

Nom : Narro  
Origine : Allemagne (RFA)  
Éditeur : Butenhorn  
Nombre de joueurs : 2  
Durée : 15 à 30 minutes

### Matériel

- Un plateau constitué de 4 éléments à monter pour former un damier 12 x 12.
- 12 pions ronds en bois (4 couleurs).
- Un livret comportant les règles.

### But du jeu

Éliminer du plateau tous les pions du joueur adverse.

### Comment jouer

Chaque joueur place sur sa première ligne ses 12 pions. Chaque pion doit se trouver sur une case de sa couleur. A tour de rôle, chaque joueur déplace un de ses pions. Il n'y a aucun impératif de déplacement: le pion peut être avancé verticalement, horizontalement, en diagonale, etc. L'écart qu'il fera à chaque déplacement sera relatif à la case de sa couleur la plus proche. Un joueur peut faire passer ses pions au-dessus d'un ou de plusieurs pions de son propre camp, ou de celui de son adversaire (dans ce deuxième cas, les pions adverses "survolés" seront retirés du damier). Dans tous les cas, un pion déplacé doit terminer dans une case vide.

### Commentaire

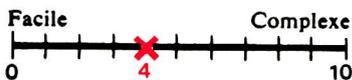
Créé par un Français, Martial Tramond, ce jeu est édité dans une série de jeux "cassettes" par Butenhorn, en RFA. Une version française est prévue pour bientôt.

Le mécanisme de ce jeu est très simple, mais difficile à maîtriser. Il y a 4 réseaux de cases reliés (jaune, bleu, rouge et vert). Certaines lignes de ces réseaux mettent le joueur dans une position de force vis-à-vis de son adversaire. Par exemple, sur une ligne de 11 cases en diagonale, il y a 6 cases rouges sur lesquelles il s'avère stratégiquement intéressant de placer ses pions.

Si les membres du jury n'ont d'abord pas été frappés par ce jeu, dont la présentation est plutôt "infantile", ils se sont ensuite rendus compte, au fil des parties, de sa richesse et du degré de réflexion qu'il demandait.

### Verdict

Présentation : 6  
Clarté des règles : 6  
Originalité : 8



Note globale : 6

Peter WATTS ■



## LIVRES

### LE ROMAN DES MOMIES

Le terme "momie" évoque le plus souvent l'Égypte pharaonique et ces fragiles vestiges humains emmaillotés dans des bandelettes, masqués sous des portraits flatteurs. Mais de très nombreuses cultures anciennes se sont aussi efforcées de conserver aux morts une apparence intacte le plus longtemps possible. Par exemple, celles des Indiens du Pérou et des États du sud des États-Unis actuels, des Indiens de l'Alaska et des îles Aléoutiennes, des indigènes d'Australie et de Nouvelle-Guinée, des Japonais aussi. Par ailleurs, il existe des momies naturelles qui, pour des raisons chimiques, ont été remarquablement mieux conservées que celles sur lesquelles ont travaillé des embaumeurs. Ainsi des célèbres dépouilles du II<sup>e</sup> siècle retrouvées dans des tourbières danoises ou encore en URSS, dans les monts Altai.

Deux savants de l'université d'Oxford, Aidan et Eve Cockburn, ont réuni dans un livre non encore traduit, *Mummies, Disease and Ancient Cultures* (1), une série de rapports de spécialistes internationaux des momies : médecins, ethnologues, chimistes. On y apprend bien des faits qui changent les idées reçues.

D'abord, les maladies du monde moderne ont aussi sévi dans les mondes antiques : des abcès du psoas, des effondrements pulmonaires et des adhérences fibreuses relevées à l'autopsie de momies vieilles de plusieurs millénaires indiquent que la tuberculose existait à des époques reculées. La syphilis également, dont on a avancé autrefois, un peu à la légère, qu'elle avait été "importée" par les conquistadores d'Amérique du Sud. En 1900, l'égyptologue Mitchell trouva une momie aux membres déformés par la polio et, par ailleurs, plusieurs experts estiment que le pharaon Ramsès V est mort de la variole, à en juger par les innombrables vésicules qui recouvrent encore aujourd'hui sa peau desséchée et que l'on ne retrouve pas chez les autres momies.

Rien de neuf non plus en ce qui concerne le cancer, dont on a retrouvé des "traces" évidentes chez des momies du monde entier ; l'artériosclérose, révélée par des études microscopiques des artères des disparus ; les calculs biliaires ou l'arthrite. La princesse Teye, de la XXI<sup>e</sup> dynastie égyptienne, souffrait de dégénérescence de l'aorte et des coronaires, ainsi que de fibrose du myocarde et d'artérios-

clérose du foie. Les Indiens du Pérou souffraient d'ostéoporose et d'hypothyroïdisme il y a une quinzaine de siècles. Nos lointains ancêtres ne jouissaient pas de la parfaite santé que leur prête parfois une vision idyllique d'un monde sans autos ni maladies d'environnement.

La pollution existait aussi, en effet, et l'on a trouvé plusieurs cas de silicose, causée par l'inhalation prolongée de la simple poussière du désert, et d'antracose, maladie des poumons des mineurs modernes, due à une mauvaise ventilation des locaux où l'on faisait du feu. Les hommes et femmes d'il y a des millénaires respiraient de la suie à longueur de vie.

On trouve aussi des variations de groupes sanguins assez étonnantes : c'est ainsi que dans les premiers siècles de notre ère les Indiens du Pérou dont on a retrouvé les momies appartenaient à tous les groupes sanguins, A, B, AB et O. À l'époque de la colonisation, le groupe B a presque complètement disparu, sans doute par fait de sélection naturelle. Ce qui compromet une fois de plus, si besoin en était, la notion de "pureté raciale", aussi loin que l'on remonte (il s'agit ici des Indiens d'Amérique du Sud).

Si les formes humaines s'altèrent considérablement en dépit de la momification volontaire ou naturelle, la nature des tissus, elle, demeure étonnamment constante, et l'on peut identifier sans coup férir l'état de tel ou tel organe plusieurs milliers d'années plus tard. Les coupes histologiques permettent

de diagnostiquer l'état des artères et des veines, des poumons et des organes creux ; les coupes de cheveux permettent de déterminer le groupe ethnique et les œufs de certains parasites se retrouvent momifiés eux aussi, jusqu'aux poux dans la tête ! Le livre que voilà publie des photos de globules rouges, de lymphocytes, d'éosinophiles ou de plaquettes aussi nettes que si le sujet habitait aujourd'hui Ris-Orangis.

Petit détail de botanique singulier : on a cru — et enseigné — pendant longtemps que le coton était une plante originaire soit d'Amérique du Sud, soit d'Asie. Mais on en a trouvé dans des momies égyptiennes, ce qui laisse penser qu'il exista sans doute des cotonnades en Méditerranée.

Enfin, à en juger par le prognathisme des princesses égyptiennes, les bébés, surtout les petites filles, se suçaient beaucoup le pouce dans l'Égypte ancienne...

Gerald MESSADIÉ

(1) Cambridge University Press, 340 p. ill. noir.

KENNETH GATLAND

### ENCYCLOPÉDIE VISUELLE DE L'EXPLORATION DE L'ESPACE

En réédition.

Au moment où, pour la première fois dans l'histoire de l'aéronautique, un engin est retourné dans l'espace après y avoir déjà été, il est intéressant de se pencher sur l'évolution des techniques qui ont

permis d'en arriver là. C'est l'objet de ce magnifique ouvrage très documenté qui, en 21 chapitres, 400 photos et 70 grands dessins en couleurs, montre tous les aspects de la conquête de l'espace des origines à nos jours.

Si certains chapitres correspondent à ce que l'on s'attend à trouver dans ce genre d'ouvrage (les pionniers de l'espace, l'homme sur la Lune, les satellites de télécommunication, la Terre vue de l'espace, etc.), d'autres sont en tous points inédits, comme celui sur les bases spatiales du monde entier. Jamais le grand public n'a eu sous les yeux autant de renseignements et de cartes précises sur les cosmodromes interdits de Tyuratam-Baikonour en URSS et Shuang Ch'eng Tzu en Chine.

Quant au chapitre suivant, consacré à la militarisation de l'espace, on peut regretter qu'il n'ait pas été beaucoup plus développé. C'est à peine si les armes à laser et à faisceaux de particules sont évoquées, et il n'y a pratiquement pas un mot sur les armes anti-satellites qui ont pourtant été testées dans l'espace depuis de nombreuses années.

C'est là une lacune qui peut s'expliquer par la date de parution en Grande-Bretagne, mais elle reste impardonnable pour une édition parue en France fin 1981. Cela est d'autant plus incompréhensible que les auteurs de cette encyclopédie sont tous des gens fort compétents dans le domaine spatial.

Cette réserve faite, toute une partie de cet ouvrage est consacrée aux futurs projets spatiaux... Et ce n'est pas la moins intéressante : un chapitre parle de ce que pourrait être un vol humain vers Mars, un autre de la manière d'organiser une base lunaire ou une station orbitale gigantesque aux points de Lagrange, où s'équilibrent les forces de gravité et centrifuge dans le système Terre-Lune. Le livre s'achève sur le grandiose projet *Dédale* de la British Interplanetary Society (à laquelle appartiennent la plupart des auteurs de cette encyclopédie) : un gigantesque vaisseau interstellaire destiné à atteindre l'étoile de Barnard, la plus proche de nous, en 86 mois. Pour utopique que puisse paraître ce projet aujourd'hui, il faut cependant le prendre au sérieux : n'est-il pas vrai, en effet, que ce sont ces mêmes ingénieurs de la British Interplanetary Society qui avaient, dès 1939, mis sur le papier tous les concepts qui permirent ensuite d'envoyer des hommes sur la Lune ?

J.-R. GERMAIN

FRANCE DE RANCHIN  
ET JEAN SEISSER

## LES PREMIERS MATINS DE L'UNIVERS

*Encre, 192 p., 85 F, 101 F franco.*

Certes, nos lecteurs habitués aux compte rendus scientifiques seront quelque peu déconcertés par cet ouvrage qui traite de cosmologie, mais au sens large, très large. Au lieu de théories sur le Big Bang, par exemple et la production de particules élémentaires dès les premiers milliardièmes de seconde de la création de l'Univers, ils y trouveront plutôt des récits d'œufs qui tombent sur la Terre en s'ouvrant en deux, donnant naissance à tout ce qui existe, ou de belles jeunes filles qui accouchent du Soleil, de la Lune et des étoiles. On aura compris qu'il s'agit là d'un recueil de textes cosmologiques extraits des mythologies des peuples du monde entier.

Bien sûr, on ne pourrait prétendre y trouver de quelconques bases scientifiques. Néanmoins, tous les récits, à travers leur vision poétique du commencement, ont le mérite de bien nous faire sentir, à nous humains de la fin du XX<sup>e</sup> siècle quelque peu coupés de la nature, à quel point les hommes primitifs faisaient (et font) corps avec la terre, les arbres, les rochers, les animaux et les étoiles. Au point même que, lorsqu'on proposa à l'Indien Smohalla, de la tribu Umatilla, de cultiver la terre, il refusa et en parla comme du corps de sa mère : « Vous me demandez de labourer la Terre ? Faut-il que je prenne un couteau et que je déchire le sein de la mère ? ».

En fait, c'est ce frémissement, perdu maintenant pour la majorité d'entre nous, qui fut à l'origine de la démarche scientifique dont nous exploitons les bénéfices aujourd'hui. C'est pourquoi la lecture de ces textes cosmologiques est rafraîchissante. Elle nous retrempe, à travers leur naïveté et leur poésie, dans cette interrogation primordiale sur nos origines. San parler bien sûr de l'intérêt d'avoir réuni en un seul volume un ensemble de textes traitant des débuts de l'Univers.

J.-R. G.

FRANK J. SULLOWAY

## FREUD, BIOLOGISTE DE L'ESPRIT

*Fayard, 595 p., 130 F, 146 F franco.*

Les ouvrages sur Freud se suivent à une cadence d'autant plus remarquable qu'ils sont le plus sou-

vent épais et coûteux et qu'une étude, sans doute ancienne, puisqu'elle remonte aux années soixante, indique que la psychanalyse n'intéresse pas plus de 3% d'une population occidentale. L'un des plus récents et des plus épais attire l'œil par l'association incongrue du nom de Freud et du mot "biologie". L'auteur y explique patiemment, clairement, avec culture et compétence, les liens qui unissent les grands courants de la pensée scientifique de la fin du siècle dernier et la genèse de la psychanalyse ; il parvient comme toute à justifier ce titre absurde.

Freud a été marqué par le darwinisme, comme l'explique abondamment Sulloway ; il le prit sous un angle singulier, s'attachant du lamarckisme avec une imprudence naïve : il voulait attirer Lamarck sur son terrain, à titre posthume bien sûr, pour démontrer que le psychisme conditionnerait le transformisme, idée bizarre et à demi-cuite qui n'ajoute rien, ni à Freud, ni à Lamarck. Il s'entêta ensuite à interpréter le comportement humain sous l'angle d'une sorte de "vitalisme" qui semble être à l'origine du concept de libido, et ce parti pris le mena à attacher une importance considérable aux travaux de Fliess, principalement ceux qui portaient sur le rapport "nasogénital" et sur la périodicité de l'énergie (biorythmes). Les biorythmes existent bien, mais ils n'ont pas du tout la portée que Fliess et Freud leur accordaient, l'un pour expliquer les proportions de filles et des garçons à la conception, l'autre pour prévoir les cycles de la libido sous un angle qui continue à nous paraître extrêmement douteux.

Freud, qui était superstitieux, extrapolait les calculs de Fliess, qui se comptaient en jours, à la durée de l'existence, qui se compte en années comme chacun sait, et il en déduisit qu'il mourrait à 51 ans, puis à 62, puis à 80 et demi... Quant à la théorie nasogénitale, il suffira d'en citer un aspect pour en donner la valeur : selon Fliess, les irritations génito-urinaires (comme les hémorroïdes, prétendait-il) proviendraient d'affections antérieures des voies nasales, le nez étant pour Fliess, comme pour Freud, un succédané de l'omniprésent pénis.

Tout cela est d'un comique irrésistible et l'on ne sait si Sulloway est ou non un freudien, mais son livre se lit en tous cas comme une démolition de premier ordre, en dépit de ce qu'en annonce la préface du Dr André Bourguignon. « Très peu de monde a compris sa philo-

sophie sérieuse», écrit pourtant Sulloway vers la fin de son livre ; on se demande si cela en vaut la peine quand on lit dans la même page une déclaration de Freud : « J'ai dû tenir les analystes à se tenir à l'écart de ce genre de recherches (il s'agit des recherches d'Adler et de Stekel sur le rôle des organes dans le psychisme, pourtant fertile) pour des raisons pédagogiques. Les innervations, les dilatations des vaisseaux sanguins, les voies nerveuses, tout cela eût constitué pour eux une dangereuse tentation. Ils devaient apprendre à se cantonner dans la psychologie. »

On ne saurait mieux dire le mépris de Freud à l'égard de la science et des rapports psychosomatiques. Voilà comment des psychanalystes finirent par psychanalyser des gens atteints de... tumeurs du cerveau ! Pour lui le psychisme est un monde autonome, une sorte de noumène leibnizien, qui fonctionne en vase clos. Il eût été bien surpris d'apprendre l'existence des endorphines et le rôle de la météo ou de la nourriture sur le psychisme ! Et l'on saura gré à Sulloway d'insister sur les idées freudiennes en matière de névrose : celle-ci serait due à la masturbation, c'est-à-dire exactement à la même cause que les héritiers de Freud conseillent pour traiter la névrose !

G.M.

## RAYMOND SMULLYAN

### QUEL EST LE TITRE DE CE LIVRE ?

*Dunod, 248 p., 65 F, 81 F franco.*

Raymond Smullyan est devenu célèbre aux États-Unis avec un livre intitulé *Quel est le titre de ce livre ?* Le titre est facétieux, le sujet, moins : c'est la logique. Excellente traduction en français, illustré par des collages de Pierre Berloquin, c'est autant un ouvrage d'initiation à la logique, qu'un recueil de bons casse-tête.

Là, pas de méthode algébrique pour laborieux, la réflexion seule et pleine. Le style est direct, joyeux, américain, mais léger, et l'auteur vous guide d'une main sûre dans les labyrinthes tortueux de la logique pure, dans l'univers des maîtres modernes, les Post, les Tarski, les Gödel, aux terrifiants paradoxes. L'effort didactique est immense, mais ne transparait pas, et plus d'un professeur ou d'un psychologue en tirera partie tout en riant lui-même.

La logique pure, plus encore que les mathématiques, est le royaume

(suite du texte p. 152)

## AUTRES LIVRES REÇUS

### Dr Claude Binet : **Oligo-éléments et oligothérapie**

*Dangles, 297 p., 66 F, 78 F franco.*

Voilà à peu près un quart de siècle que les oligo-éléments ont fait une entrée majeure, un peu tapageuse à notre avis, dans le monde de la médecine. On trouvera dans le manuel du Dr Claude Binet l'inventaire le plus concis, et le plus complet à notre connaissance, des indications et propriétés de ce que l'on appelle les métaux électro-colloïdaux, les aliments minéraux, etc. On y retrouvera l'aspect systématique propre aux médecines parallèles.

### Georges Niquet, Luc et Martine Bierry : **Contre-indications à la pratique du sport**

*Doin, 116 p., 72 F, 88 F franco.*

Toutes les cardiopathies n'interdisent pas le sport, ni tous les sports. Le sport "raisonnable" est favorable au diabétique, mais la protéinurie impose une surveillance stricte (on n'en connaît pas vraiment la cause). Le sport peut améliorer certains troubles gynécologiques, sauf s'ils exposent le corps au froid. La tétanie hypocalcémique (ou spasmophilie), elle, peut constituer une contre-indication formelle, etc. Un tableau récapitulatif final permettra aussi de rechercher d'emblée son cas.

### Madeleine Hours : **Les secrets des chefs-d'œuvre**

*Méditations, 168 p., 15 F, 26 F franco.*

Mme Hours, qui a dirigé pendant une quarantaine d'années le Laboratoire de recherche des Musées de France, était — et reste — indéniablement la technicienne la plus qualifiée pour expliquer l'importance du concours scientifique à la conservation (au sens large) des œuvres d'art ; ici, essentiellement les peintures. Non seulement la radiographie, les infrarouges et les ultraviolets sont désormais les alliés habituels de la conservation muséographique, mais également la macrophotographie, la microfluorescence, l'émission de rayons X induits par protons, l'analyse des pigments par chromatographie en phase gazeuse, par microsonde électronique, par diffraction X, par spectrométrie d'émission dans l'ultraviolet ou par activation par neutrons, protons ou ions à fin de créer des isotopes artificiels.

Tout cela permet de déterminer l'âge d'un tableau, son état de conservation, ses retouches, l'évo-

lution de son altération éventuelle et cela permet aussi bien son identification et son authentification, que l'établissement de son histoire depuis sa conception jusqu'à son achèvement. L'analyse aux infrarouges permet de distinguer dans les zones ombrées des tableaux de Rembrandt, par exemple, des détails autrement invisibles, que le peintre "noyait" au fur et à mesure de l'avancement de son travail. Ce qui fixe des limites précises au nettoyage des peintures, par exemple. La précision des méthodes mises en œuvre, dont Mme Hours rend excellemment compte, n'élimine nullement le sens artistique, bien au contraire.

### J.-J. Matras et G. Chapouthier : **L'inné et l'acquis des structures biologiques**

*PUF, 242 p., 110 F, 133 F franco.*

Écrit par un polytechnicien et un normalien, cet ouvrage a surtout le mérite de poser les problèmes qui cernent le cadre général de la biologie. La biologie est-elle réductible à la physique et, en quelque sorte, le vivant est-il réductible à l'inanimé ? Dans quelle mesure les structures du vivant dépendent-elles de l'environnement ? La thermodynamique suffit-elle à rendre compte du vivant ?

Les notions biologiques fondamentales utilisées pour l'exposé et les théories des grands biologistes sont remarquablement tenues à jour, sans négliger pour autant l'apport de quelques grands théoriciens du passé. Le thème évoqué par le titre n'est toutefois traité qu'en filigrane, et il nous semble qu'il eut mieux valu appeler cet ouvrage : « Pour comprendre les biologistes ».

Le chapitre le plus fouillé — mais aussi le plus ardu — est celui qui traite de la thermodynamique, basé sur les notions d'entropie, ou désordre, et de néguentropie, ou ordre. Tout échange d'énergie introduit dans un milieu une information qui va organiser ce milieu jusqu'à dissipation de l'énergie et instauration d'un ordre irréversible. Évidemment fort à leur aise dans ce domaine particulier, nos auteurs multiplient les références mathématiques, fonction de Boltzmann ou formule de Shannon. On eut souhaité un exposé un peu plus clair de la notion-clef d'équilibre, lequel n'est en fait qu'une oscillation régulière du déséquilibre évoluant obligatoirement vers la néguentropie.

G.M.

(suite de la page 151)

de l'abstrait. Grâce à ses "Purs" qui disent toujours la vérité, à ses "Pires" qui mentent systématiquement et à ses "Versatiles" à qui l'on ne peut se fier, Smullyan fait passer pour divertissants les théorèmes les plus formels de la logique du même nom. C'est bien cela le but et le plaisir profond des divertissements scientifiques en tout genre. *Quel est le titre de ce livre ?* est en outre lisible dès le plus jeune âge ; mais une vie n'épuise pas, pour l'amateur du moins, la saveur et la complexité de la logique.

Exemple de jeu : quelqu'un demande à A : « Êtes-vous un Pur ? », et il répond : « Si je suis un Pur, je veux bien manger mon chapeau ». Prouvez que A devra manger son chapeau. Réponse : A est un Pur, car une proposition fautive implique toute proposition quelle qu'elle soit et, alors, la phrase prononcée par un Pire serait exacte, ce qui est contradictoire. C'est un peu l'équivalent du fameux sophisme antique : Épiménide de Crète dit que les Crétois sont menteurs. Or, Épiménide est Crétois, donc il ment et les Crétois ne sont donc pas menteurs. Dans ce cas, en tant que Crétois, il dit la vérité et les Crétois sont bien menteurs, etc. !

Jean TRICOT

SIMON WELFARE  
& JOHN FAIRLEY

### L'UNIVERS MYSTÉRIeux D'ARTHUR CLARKE

*Laffont, album n. & coul., 217 p., 125 F, 141 F franco.*

Inscrivez à la table des matières des sujets aussi suspects que le chaînon manquant de l'évolution humaine, les monstres des mers, ceux des lacs, les gravures géantes de Nazca, les OVNI, les primates inconnus mais vivants, tels que le yéti et le sasquatch, confiez le commentaire à un auteur de science-fiction et... craignez le pire. Heureusement, le pire n'est pas toujours sûr et, pour une fois, un auteur de fictions scientifiques (c'est l'auteur du scénario de *2001, une odyssée de l'espace*), Arthur Clarke, sait distinguer avec bon sens entre le possible et le probable, le fictif et l'inconnu, bref, la baliverne et la singularité scientifique. Bien sûr, ça et là, Clarke adresse un clin d'œil à des lecteurs plus portés à rêver qu'à s'informer et il "pousse" un peu dans le sens

mystérieux. Mais enfin, il ne rade pas.

Yéti et sasquatch ? Ce n'est pas que Clarke n'y croie pas du tout, mais enfin, il reste circonspect et conclut avec justesse que les "hommes-singes", pour utiliser une commodité du langage, n'ont peut-être pas disparu il y a si longtemps que cela. Les pluies d'objets singuliers : poissons, grenouilles, noisettes et blocs de glace ? Distinguons : les premières s'expliqueraient sans doute par des tornades qui écumant des lacs ou des mares et précipitent à haute altitude quelques douzaines de grenouilles qui, une fois les vents affaiblis, retombent dans des lieux où elles n'avaient que faire. Les blocs de glace ? On eût aimé à cet égard que Clarke fût un peu plus précis : il ne semble pas distinguer des grêlons énormes et des blocs de glace de plusieurs kilos qui se seraient formés dans l'espace.

En matière d'archéologie, les énigmes sont bien choisies : forteresses "vitrifiées" d'Écosse, boules de pierre géantes du Costa-Rica, "pile électrique" du III<sup>e</sup> siècle avant notre ère... Mais le texte est plus proche du bavardage savant que de l'information, et le commentaire de Clarke ne vaut guère mieux dans ce chapitre-là. Idem pour les "observatoires mégalithiques" : un peu d'astronomie précise eût été plus utile qu'un exposé disert et contradictoire. Les deux chapitres sur les monstres marins et lacustres sont plus intéressants, mais on eût préféré qu'un paléontologue ou un zoologiste nous disent combien il faudrait de coupes pour qu'une espèce de diplodocus se perpétue ici ou là, des millions d'années après sa date présumée de disparition : c'eût été plus intéressant.

Plus précis sont les textes sur les animaux géants, tels les anacondas géants du Brésil, le chaco de Wetzel, dont on croyait l'espèce disparue depuis longtemps, ou encore le pseudo-singe de Loys, qui n'était qu'un singe-araignée. En ce qui concerne la comète de Podkamennaya Tougouska, Clarke ne s'est pas vraiment informé sur le sujet, pas plus que les auteurs : c'est ainsi qu'il met en doute l'hypothèse selon laquelle la comète aurait pu changer de direction ; les observations astronomiques de l'époque confirment pourtant bien ce fait et les astronomes l'expliquent très bien ; c'était une comète gazeuse

et, après son entrée dans l'atmosphère, sa compression de volume a créé une "bouche", qui a fait fonction de tuyère et modifié sa trajectoire originale.

Bref, c'est un livre qui est fait pour intriguer et donner le frisson plus que pour informer réellement et, s'il faut savoir gré à Clarke de ne pas faire du sensationnalisme facile, il faut quand même observer que ses réponses de Normand ne donnent pas toujours le change. L'édition est très soignée et plusieurs des illustrations, toutes très bien reproduites, méritent l'éloge pour leur rareté. **G.M.**

FRANÇOISE LOUX

### L'OGRE ET LA DENT

*Berger-Levrault, 187 p., 80 F, 96 F franco.*

Inventaire aussi sérieux que divertissant (et instructif) des superstitions présentes dans les traditions populaires. « Pourquoi doit-on nettoyer le visage avec un linge blanc seulement ? Parce que laver avec de l'eau nuit à la vue, engendre des maux de dents et des catarhès, rend pâle le visage et plus susceptible au froid en hiver et au hâle en été. » Le hâle était alors, c'est-à-dire au XIX<sup>e</sup> siècle, tout à fait malséant. Il est vaï qu'à la même époque on croyait aux lupins, animaux fantastiques qui, la nuit, se tiennent debout le long des murs et qui sont très peureux, prenant leurs jambes à leur cou devant le premier passant et criant : « Robert est mort » ! Un des ouvrages d'éthologie sauvage les plus divertissants que nous ayons lu depuis longtemps. **G.M.**

MAX CHAPELLE

### POUR QUE VIVE LA TRUFFE NOIRE

*Pauvert, 176 p., 68 F, 80 F franco.*

"L'or noir" de l'agriculture laisse peu de gens indifférents. Ceux qui connaissent de près ou de loin le mystère de sa fructification restent attachés à ce champignon dont la biologie est naturellement plus étonnante que toute fiction romanesque. Max Chapelle, ingénieur chimiste et trufficulteur de vocation, donne les résultats de son étude sur l'écologie et l'environnement de la truffe. La description de son milieu naturel, les conditions de sa culture, son mode de récolte et, bien sûr, quelques recettes gastronomiques instruiront les amateurs de symbioses naturelles, ici celle d'un arbre et d'un champignon. **M.-L. MOINET**

● Les ouvrages dont nous rendons compte sont également en vente à la Librairie Science & Vie. Utilisez le bon de commande page 189.

# ROYALE



BICQUET  
ROYALE



# FAITES MOUSSER LES BONS MOMENTS

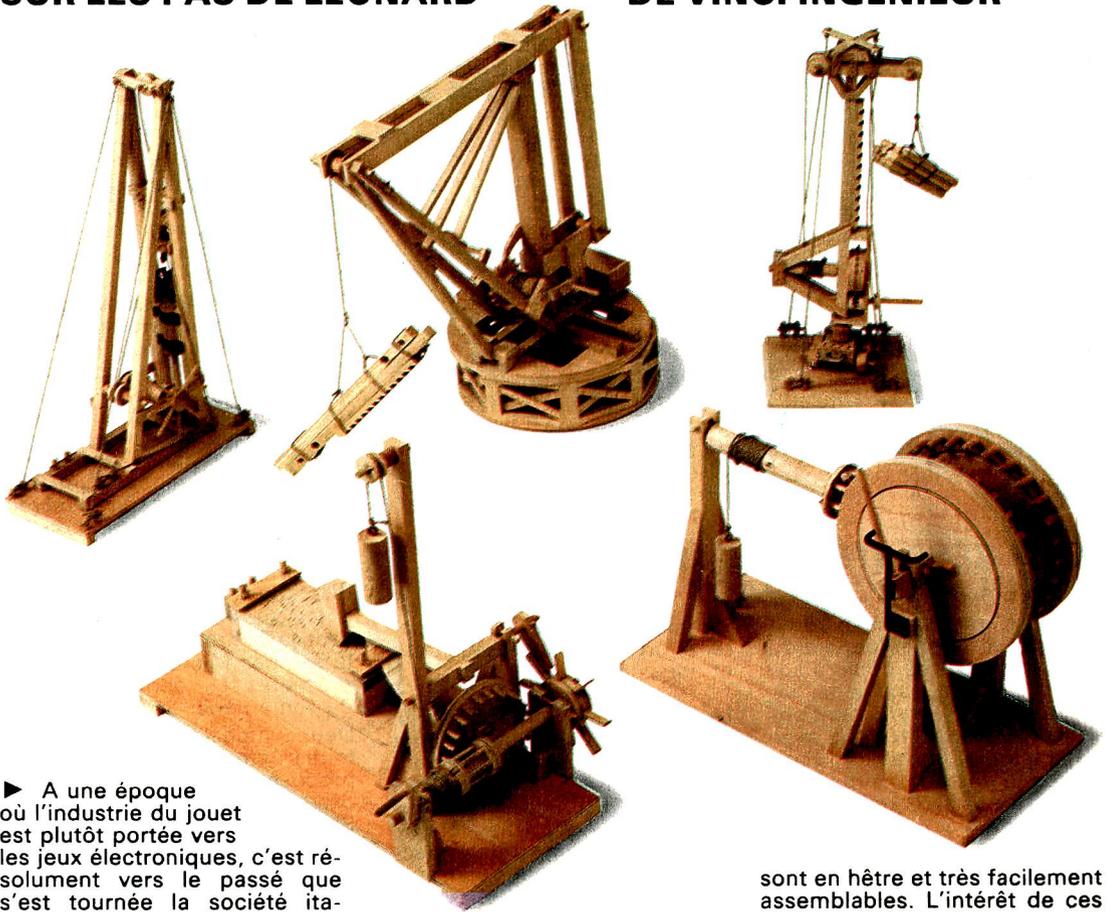
**Kronenbourg**

Kronenbourg a du caractère, c'est une bière fine, juste assez amère. Elle est brassée depuis 3 siècles en Alsace.

JOUETS

SUR LES PAS DE LÉONARD

DE VINCI INGÉNIEUR



► A une époque où l'industrie du jouet est plutôt portée vers les jeux électroniques, c'est résolument vers le passé que s'est tournée la société italienne VAMA. Au dernier Salon du jouet elle a présenté un ensemble de kits permettant de reconstituer quelques inventions de Léonard de Vinci. En effet, il n'était pas seulement un peintre, mais plutôt l'homme idéal tel que l'imaginaient les humanistes ; tour à tour astronome, mathématicien, géologue, chimiste, écrivain, musicien, il fut l'une des plus grandes personnalités de la Renaissance. Au service de Ludovic le More ou de César

Borgia, il conçut et réalisa différentes machines, dont les modèles présentés ici. De gauche à droite et de haut en bas, il y a ainsi une machine destinée à enfoncer des pieux, une grue tournante, une grue élévatrice, une machine destinée à la fabrication de limes, un engin transformant un mouvement alternatif en mouvement rotatif. Toutes sont présentées en boîte, à monter. Les pièces

sont en hêtre et très facilement assemblables. L'intérêt de ces objets ne réside donc pas tant dans leur montage que dans l'étude de l'extrême ingéniosité dont fit preuve de Vinci à cette époque. Ces jouets seront en vente avant les prochaines fêtes de Noël mais, en attendant, des renseignements peuvent être obtenus en écrivant ou téléphonant à la Société ATM, 73, avenue Jean-Jaurès, 93300 Aubervilliers (Tél. 834.64.65). Les prix ne sont pas encore fixés mais seront aux alentours de 200 F.

## POUR AMATEURS : MAGNÉTOSCOPE + CAMÉRA = 5 KG

► La firme américaine Technicolor Audio-Visual a réalisé un ensemble vidéo léger pour la prise de vue en couleurs. Le magnétoscope, le VCR 212, pèse un peu plus de 3 kg, bat-



terie comprise; la caméra (412 D) n'atteint pas 2 kg. La prise de vue et de son se fait sur une bande de 6,25 mm contenue dans une micro-cassette autorisant une heure de programme. Ce matériel est conçu pour des enregistrements familiaux. La caméra est semblable à un modèle super 8 équipé d'un zoom 1 : 1,6 de variation 6X.

L'analyse de l'image est assurée par un tube Vidicon miniaturisé qui permet une définition horizontale de 250 lignes avec un rapport signal sur bruit de 45 dB. Ce matériel, non distribué en France pour l'instant, est disponible en standards couleurs NTSC ou PAL au prix d'environ 10000 F aux États-Unis (5000 F chaque appareil). Observons encore que le standard Technicolor est propre à cette marque, étant différent du VHS, du Beta-format et du Vidéo 2000. Il est également différent du futur 8 mm pour lequel Philips et les fabricants japonais ont conclu un accord de standardisation.

## VIDÉO

## POUR REPORTERS : UN ENSEMBLE MODULAIRE COMPACT

► La miniaturisation extrême du matériel de prise de vue de reportage est encore loin d'apporter la haute qualité en vidéo. Celle-ci n'est vraiment obtenue, pour l'instant, qu'avec des appareils portables relativement lourds dont le poids se situe entre 5 et 10 kg. Au-dessous de 5 kg il n'existe guère que des appareils destinés à des amateurs ou à certaines applications audiovisuelles et dont les performances restent moyennes. Pour atteindre une meilleure qualité, l'encombrement du matériel peut augmenter au point de ne plus être utilisable très facilement. Pour réduire cet inconvénient, les constructeurs séparent les fonctions de ces appareils en réalisant plusieurs éléments distincts. C'est à ce procédé que se rattache le nouvel ensemble de vidéo portable que Fisher lancera sur le marché à la fin de cette année. Celui-ci, conçu pour le système Beta

format, comporte trois appareils : un tuner, un enregistreur et une caméra.

Le tuner, alimenté par batterie, est équipé d'une mémoire pour programmer l'enregistrement d'émissions de télévision. Il est conçu pour fonctionner avec l'enregistreur et forme alors un ensemble enregistrement-lecture vidéo complet, utilisable notamment avec un téléviseur couleur domestique.

L'enregistreur est utilisable de façon autonome avec la caméra, mais ne permet pas la lecture. Il dispose de 3 moteurs alimentés par batterie. L'autonomie d'enregistrement est de 3 heures 40 minutes. Le poids de cet appareil, batterie comprise, est de 4,5 kg. La caméra, enfin, d'un poids de 2 kg, est de type classique, à viseur optique, zoom de 12,5 à 75 mm, microphone télescopique incorporé et poignée repliable.

## LA HI-FI EN MICRO-CASSETTE

► Autrefois les amateurs d'enregistrement haute-fidélité utilisaient des magnétophones à bobines assurant au moins un défilement de bande à 19 cm/s. Lorsque Philips lança le magnétophone à cassette, cet appareil ne permettait pas un enregistrement de grande musicalité et les spécialistes affirmaient alors qu'il ne permettrait jamais la reproduction aux normes haute-fidélité. Les progrès réalisés dans la construction de ce type d'appareil et dans la fabrication des bandes ont cependant prouvé le contraire. Depuis, les constructeurs ont créé la micro-cassette, plus petite que la cassette "compacte" de Philips, autorisant l'enregistrement et la lecture à des vitesses de 1,2 et 2,4 cm/s.

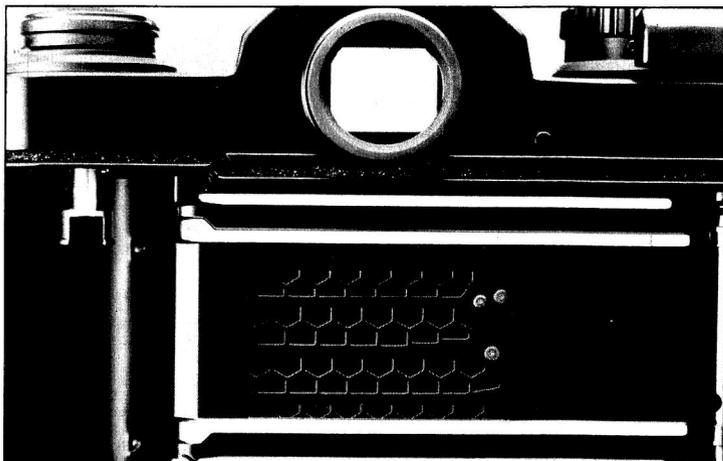
Elle était primitivement destinée à des magnétophones de poche utilisés pour recueillir des informations auprès de personnes que l'on interrogeait, ou pour dicter du courrier. Mais les constructeurs ont perfectionné ces appareils, réalisant des mécaniques de grande précision pour assurer un défilement constant de la bande et utilisant les ressources de la micro-électronique. Résultat : des appareils d'une grande musicalité utilisant la micro-cassette. Tel est le cas des Micro Stereo Fisher présentés au dernier Festival du son à Paris.

Deux modèles complémentaires stéréophoniques sont proposés par Fisher, le Micro Stereo PH-M-25 et le Micro Stereo PH-M-20. Le premier est un magnétoscope enregistreur et lecteur, le second, seulement un lecteur, réalisé notamment pour permettre à une seconde personne l'écoute de l'enregistrement fait par le premier appareil. Les caractéristiques des deux modèles sont par ailleurs identiques.

Ils pèsent 245 g chacun et mesurent 13 cm de long. Ils peuvent être reliés à une chaîne haute-fidélité. L'alimentation se fait sur accumulateur au cadmium-nickel, sur piles ou sur secteur. Leur prix est relativement élevé : 1690 F pour le magnétoscope PH-M-25, et 990 F pour le lecteur PH-M-20.

## UN OBTURATEUR AU 1/4000 DE SECONDE

► La firme japonaise Nikon lance actuellement sur le marché deux nouveaux appareils 24 x 36 Reflex, les Nikon FG et Nikon FM2. Le premier est un modèle relativement classique à deux automatismes: l'amateur choisit entre une programmation totale et un automatisme de l'obturateur. Dans le premier cas la cellule (au sil-



cium) règle la vitesse et le diaphragme; dans le second cas l'opérateur choisit un diaphragme, la cellule réglant alors la vitesse entre 1 seconde et 1/1000 s. Bien entendu, le réglage totalement manuel reste possible.

Le second boîtier, le Nikon FM2, est plus original: il est équipé d'un nouveau type d'obturateur au titane, conçu par la firme Copal, qui procure une gamme de vitesses étendue de 1 seconde au 1/4000 s. C'est la première fois que cette dernière valeur est atteinte, la vitesse la plus rapide proposée jusqu'ici étant le 1/2000 s. Cet obturateur possède une autre caractéristique remarquable: la synchronisation au flash est assurée au 1/200 s (le maximum réalisé jusqu'ici étant le 1/125 s). Pour permettre le 1/4000 s, les rideaux de titane ont été conçus avec une structure alvéolaire qui permet d'éviter toute distorsion durant leur déplacement. Le défilement de ces rideaux se fait sur la largeur du format (donc 24 mm) en 3,8 millisecondes. Les autres caractéristiques du

Nikon FM2 sont plus classiques, voisines de celles de l'actuel modèle FM: objectifs interchangeables à baïonnette Nikon, obturateur à commande purement mécanique, cellule au silicium, réglage semi-automatique au moyen de trois diodes lumineuses, viseur reflex à prisme fixe mais à verres de champ interchangeables.

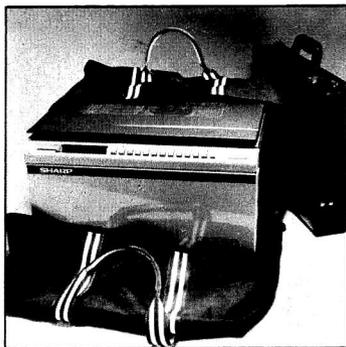
L'appareil mesure environ 14 x 9 x 6 cm et pèse 590 grammes. Il peut recevoir un moteur (le Nikon MD-12) et un dos dateur.

►► **Le datage des boîtes de conserves demeure toujours aussi mystérieux et impossible à comprendre par le consommateur.** « L'indication codée qui désigne, conventionnellement, l'année de fabrication sur les récipients renfermant les conserves alimentaires fabriquées en 1982 est la lettre F. L'indication codée qui désigne, conventionnellement, l'année de fabrication sur les récipients renfermant les semi-conserves alimentaires fabriquées en 1982 est la lettre N. » (Journal Officiel, 6-1-82.)

## LE PLUS PETIT PHOTOCOPIEUR

► Les petits photocopieurs se sont multipliés depuis plusieurs années, mais aucun modèle, jusqu'ici, n'avait été miniaturisé au point de devenir un photocopieur de poche. C'est aujourd'hui chose faite, du moins si l'on en croit Sharp qui a annoncé avoir commercialisé le premier photocopieur de ce type sous la désignation SF 750. En fait, le constructeur japonais exagère quelque peu puisque le SF 750 pèse 32 kg et mesure 43 x 42 x 28 cm. Si cet appareil n'est pas un modèle de poche c'est tout de même le plus petit portable réalisé à ce jour. C'est un appareil d'électrocopie donnant des reproductions sur papier, films, calques, étiquettes, etc.

Toutes les commandes sont groupées sur un tableau de bord à touches sensibles et connectées à un micro-ordinateur. Celui-ci commande notamment une fonction d'auto-dagnostic, qui localise instantanément les mauvais fonctionnements et les signale par un affichage alphanumérique.



L'appareil s'ouvre pour permettre le retrait d'un papier mal engagé. Il permet dix copies à la minute et la multicopie avec programmation du nombre de 1 à 99. Le format maximal des tirages est de 254 x 367 mm, et le rapport de reproduction égal à l'unité. L'alimentation en papier est soit automatique à partir d'une cassette, soit manuel. La consommation de l'appareil est de 1,35 kW.

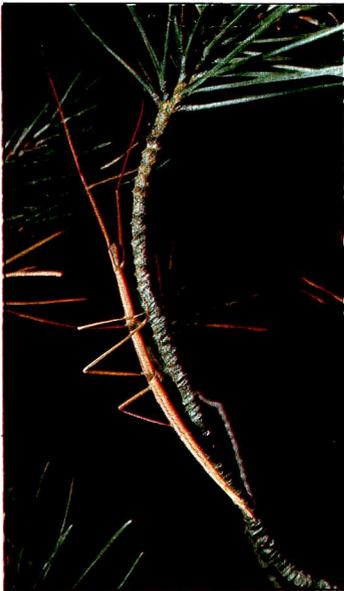
Prix approximatif: 14 000 F appareil nu; 16 000 F l'appareil prêt à délivrer 8 000 copies.

## LES "BÂTONS DU DIABLE"

► Moins familier que le chat ou le chien, le phasme n'a a priori rien d'un animal d'appartement. D'ailleurs il semble tenir plus du règne végétal que du règne animal, du moins par son apparence qui le rend parfois indiscernable d'une quelconque branche d'arbre et qui l'a fait appeler "bâton de diable".

Cet insecte mal connu gagnerait pourtant à être étudié, et cela ne demande pas un gros investissement. Il faut d'abord fabriquer une cage grillagée sur l'arrière et sur le dessus pour l'aération, le reste étant en verre; puis il ne reste plus qu'à acheter les phasmes.

Suivant les espèces et l'âge, le prix varie: autour de 15 F la douzaine d'œufs; jusqu'à 88 F pour un phasme australien géant (jusqu'à 15 cm de long).



Ensuite il suffit de les nourrir (quelques plantes et beaucoup d'eau) et les observer.

Entre autres particularités, ils se reproduisent le plus souvent par parthénogénèse, c'est-à-dire sans que les femelles (qui sont beaucoup plus nombreuses que les mâles) soient fécondées.

Pour tous renseignements: Alain Salzemann - Éditions Curios - 46, rue d'Antrain - 35000 Rennes.

## "JULES", LE FOUR QUI PARLE !

► Jusqu'à présent, on disposait du four à programmation électronique dont toutes les fonctions s'accomplissaient en leur temps et en silence. Récemment mis au point par Sauter, "Jules" se présente comme un four double encastrable traditionnel: en haut, le four proprement-dit; et au-dessous, l'équipement électronique correspondant aux organes vitaux et... vocaux de Jules. Car lui, il parle. De sa belle voix de speaker-radio, il annoncera à Monsieur ou à Madame tout ce qu'il faut savoir sur une cuisson en cours: il donnera l'heure exacte, il dira que l'on est à x minutes de la

fin de cuisson (ce qui est très utile, par exemple, pour changer une allure de chauffe).

Une minuterie indépendante rappellera, toujours de vive voix, qu'il est l'heure d'aller chercher les enfants à l'école, de prendre un train, etc. C'est quand même plus sympathique qu'une sonnerie...

Prix: non communiqué pour l'instant, la commercialisation ne devant intervenir que dans un an ou 18 mois. En tout cas, pas en dessous de 8000 F, chaleur de cuisson et chaleur humaine comprises!. Pour tous renseignements: Sauter, 63, fg St-Jean — 45000 Orléans — Tél. 16 (38) 42.03.03.

## ANIMAUX DOMESTIQUES

### UNE NICHE SOLAIRE

► C'est la première utilisation de l'énergie solaire au bénéfice d'animaux. La "Nachs", niche solaire pour chiens, mise au point par Enerscop, une société d'étude établie à Sophia-Antipolis (06560 Valbonne), se maintient tout au long de la nuit entre 12 et 14°C, grâce aux apports énergétiques cumulés de l'énergie solaire stockée durant la journée (1,5 kW/h stockés pour une température allant de 10 à 20°C) et de l'énergie dégagée par le chien (40 à 50 W/h). La face sud de cette niche est constituée d'un panneau vitré derrière lequel sont empilés 8 bidons de SL 15 qui constituent la surface absorbante.

Ces bidons, que nos lecteurs connaissent déjà (*Science & Vie* n° 766, p. 109) sont des accumulateurs d'énergie solaire. Mis au point dans les laboratoires de l'École des Mines de Paris, ce sont des récipients en polyéthylène noir haute densité, traités anti-UV, d'une contenance de 2 litres. Ils contiennent un matériau à changement de phase liquide-solide à 15,60°C: des sels hydratés à base de soude. Exposés à une source de chaleur pendant la journée, ces sels se liquéfient et stockent des calories. La nuit, ou simplement lorsque l'atmosphère se refroidit, dès que la température baisse au-dessous du point de

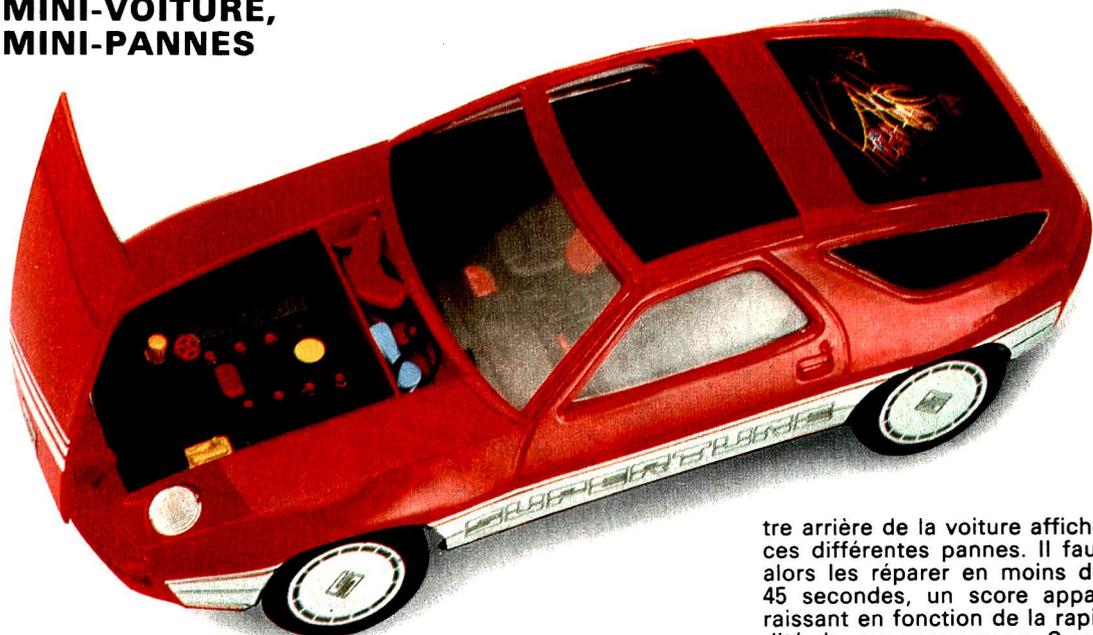
fusion, ils se solidifient et restituent alors l'énergie emmagasinée pendant la période chaude. Le système est donc autonome et auto-régulé.

Principal avantage de la niche solaire: la mise hors humidité des chiens vivant à l'extérieur, afin de diminuer les risques de maladie et de rhumatisme. Le fabricant garantit que, sa niche captant le soleil diffus, elle fonctionne parfaitement dans les régions peu ensoleillées comme le nord de la France où, précisément, le maintien d'une certaine température et la mise hors d'humidité des chiens sont des plus nécessaires.

Une "Nachs" complète vernie montée coûte 1950 F TTC. En bois brut et en kit, 1450 F. Le kit d'adaptation comprenant les 8 bidons capteurs-accumulateurs vaut 380 F (port en sus).



## MINI-VOITURE, MINI-PANNES



► Encore en avant-première sur les jouets de Noël, voici la "Supertune 928", une voiture utilisant un microprocesseur. Elle émet 18 bruits différents

(klaxon, freinage, accélération...) et recrée 9 types de pannes (batterie, radiateur, allumage...) qu'il faut diagnostiquer. Un tableau situé sur la vi-

tre arrière de la voiture affiche ces différentes pannes. Il faut alors les réparer en moins de 45 secondes, un score apparaissant en fonction de la rapidité de ces manœuvres. Commercialisée par CEJI-Joustra, cette voiture (de 32 cm de longueur) sera en vente à partir de mai dans les grands magasins et chez les spécialistes.

## CHAUFFAGE

### BOIS MORT : RAMASSAGE INTERDIT

► Il est bien tentant de ramasser du bois mort en forêt pour alimenter son feu de cheminée et économiser un peu de cette si chère énergie. Mais attention : le code forestier interdit cette pratique. Même si l'on est riverain d'une forêt, même si cette forêt est domaniale ou communale, il faut une autorisation du propriétaire ou du gestionnaire de la forêt.

Qu'est-ce que le bois mort ? Pour le juriste, c'est un arbre dont le bois est complètement sec "en cime et racine". Ce qui exclut de cette catégorie les arbres qui dépérissent ou qui ont été abattus ou cassés accidentellement (gel, incendie).

Pour le forestier, les choses sont plus simples : il distingue le bois mort "estant", qui, bien que totalement privé de vie, n'est pas encore détaché de l'arbre, et le bois mort "sec et gisant", tombé à terre sous l'effet d'une cause naturelle.

Dans un cas comme dans

l'autre, le bois mort est constitué des ramilles et brindilles que l'on peut récolter à la main, sans l'aide d'aucun instrument, scie, serpe et autres, nullement des arbres eux-mêmes, ni des branches principales mêmes tombées à terre.

Ce qui signifie qu'une autorisation de ramassage de bois mort se limite en fait au bois sec et gisant.

Pourquoi faut-il une autorisation pour récolter ce bois, alors que l'opération contribue apparemment à la "propreté" du sous-bois ? Parce qu'elle diminue la possibilité de régénération du sol forestier en supprimant certains apports de matières organiques. Le bois mort fait donc partie de la forêt non seulement parce qu'il s'agit d'un produit appartenant au propriétaire mais aussi parce qu'il constitue un élément non négligeable de l'écosystème du milieu forestier.

Faute d'autorisation (et la tolé-

rance ne crée pas un droit), le ramassage du bois mort est puni par une contravention et le contrevenant doit en outre restituer, en nature ou en valeur, les bois enlevés. Le Code forestier ne plaie pas : il assimile (article R 331.6) la récolte non autorisée de bois mort à l'enlèvement de bois de 20 cm de tour.

►► **Pour la cuisine, la randonnée, le camping et de nombreux autres usages, cette plaque de 7 cm x 4,5 cm, ultra-plate, en acier inoxydable, coupe comme un couteau, ouvre les boîtes, perce comme un poinçon, décapsule, tourne ou dégriffe les vis, lime, scie, etc. Elle peut servir en outre de porte-clés et de miroir. A garder sur soi en permanence.**

Prix : 110 F. En vente chez Michel Bachoz, 4, rue Aubry-le-Boucher, 75004 Paris. Tél. 274.02.68.

## UN ORDINATEUR DE POCHE QUI DESSINE EN COULEURS



► En micro-électronique, les nouveautés se succèdent à une telle allure que l'on n'a pas fini de s'étonner devant un système extrêmement perfectionné, que déjà il est dépassé par un système encore plus perfectionné. Dans cette course

s'inscrit le nouvel ordinateur (PC 1500) de Sharp. Il fonctionne en langage basic et sera doté de quelques périphériques du type synthèse de voix, raccord de branchement sur un écran TV, etc. Il pourra aussi être lié à 2 magnétophones permettant la copie et le stockage des données. Enfin, il est équipé d'une horloge.

### BUREAU

## LA PREMIÈRE CALCULATRICE SCIENTIFIQUE À ÉNERGIE SOLAIRE

► Depuis quelques mois, des calculatrices dont la batterie est rechargée par l'énergie lumineuse, solaire ou artificielle, ont fait leur apparition sur le marché. La dernière-née, la Sharp EL 515, est la première calculatrice scientifique de ce type. Elle comporte 10 chiffres (mantisse à 8 chiffres, exposant à 2 chiffres) et 4 niveaux d'opération en cours. Outre une pré-programmation de 50 fonctions, elle possède une capacité de 15 ouvertures de parenthèse en une opération. Il est aussi possible de rappeler des formules algébri-

ques à n'importe quel moment d'une opération pour la vérification, la correction, l'insertion ou l'annulation. La régression linéaire ne lui pose aucun problème, pas plus que l'impédance d'un montage en série.

Elle permet tous les calculs que l'on rencontre couramment dans les mathématiques, les statistiques, les calculs de probabilités, la physique et les affaires. Cette calculatrice est compacte. Elle ne reçoit aucune pile, son alimentation solaire étant suffisante. Son prix est d'environ 426 F.

Tout cela ne serait pas très original si l'on ne pouvait pas aussi adopter à ce micro-ordinateur une micro-table traçante couleur. On peut ainsi faire tracer n'importe quelle fonction en rouge, vert, noir ou bleu. Le prix de l'ensemble est d'environ 5400 F (3000 F pour l'ordinateur et 2400 F pour la table traçante). Pour tous renseignements, s'adresser à Sharp, 151-153, avenue Jean-Jaurès — 93307 Aubervilliers Cedex.

►► **Le port de la ceinture de sécurité divise par deux le nombre de tués, selon une récente étude de l'Organisme national de sécurité routière. Cette étude règle une vieille controverse : en cas d'incendie du véhicule aussi (un accident sur 200), le sort des occupants avant, "ceinturés", est meilleur que celui des "non ceinturés". En cas d'immersion du véhicule (un accident sur 300), le port de la ceinture n'améliore pas le sort des occupants avant, mais il ne l'aggrave pas non plus. Autre légende détruite : il n'y a pas, dit l'Académie de médecine, de contre-indications médicales absolues au port de la ceinture. Et l'ONSER a constaté, statistiques à l'appui, que même pour la femme enceinte, il est préférable de porter la ceinture : les risques sont plus nombreux et plus graves en cas de non-port.**

## AUGMENTEZ D'UN TIERS LA DURÉE DE VIE DE VOS PILES

► La pile est devenue l'une des plus importantes sources d'électricité de notre époque pour les petits appareils autonomes (jouets, calculatrices, montres, appareils photos, caméras, radios à transistors, etc.). En même temps c'est la source qui, proportionnellement à sa capacité, réalise le plus gros gaspillage d'énergie.

En effet, les piles sont toujours jetées avant d'être épuisées, car à un certain moment de leur utilisation l'énergie débitée devient insuffisante pour assurer une alimentation correcte des appareils. Un de nos lecteurs, M. Armand Faure, propose un moyen simple pour les économiser, à la condition que l'appareil qu'elles alimentent reçoive 2 ou 4 piles.

Au moment de renouveler ce jeu, il ne change que la moitié des piles. Lorsque l'alimentation devient à nouveau insuffisante, il procède de même mais en jetant les piles les plus anciennes. Ce faisant, il augmente de 32% la vie de l'ensemble des piles et réduit de 24% le nombre de celles qu'il achète. La possibilité d'écono-

mie, observe M. Faure, provient du fait que le plus souvent les piles jetées n'ont pas été utilisées jusqu'au point où elles auraient pu l'être. La méthode qu'il a retenue permet d'atteindre ce seuil.

Pour la mettre en évidence et en vérifier l'efficacité, M. Faure a procédé à des tests sur des piles plates de 4,6 V, type Leclanché ordinaires, identifiées pour la circonstance par les lettres A, B, C, etc. Les piles A et B ont d'abord été montées en série et reliées à une résistance permettant d'avoir un débit initial de 60 mA. La tension aux bornes était alors de 8,5 V. Cet essai a été arrêté une première fois lorsque la tension est tombée à 7,6 V, c'est-à-dire au bout de 4 heures. Ce sont alors les piles B et C qui ont été montées pour poursuivre l'essai. Puis le processus a été renouvelé avec les piles C et D, puis D et E et enfin E et F.

Réalisé plusieurs fois, l'ensemble de l'essai a toujours conduit à des résultats semblables quoique légèrement différents. Les derniers sont les suivants :

Piles	Moment des mesures durant l'essai	Tension mesurée	Intensité mesurée	Durée (heures)	Temps d'utilisation de la pile
A + B	Début Fin	9 V 7,6 V	62,5 mA 60 mA	4	
B + C	Début Fin	8,4 V 7,6 V	62,5 mA 58,5 mA	2	B: 6 h
C + D	Début Fin	8,6 V 7,6 V	62,5 mA 58,7 mA	3	C: 5 h
D + E	Début Fin	8,6 V 7,6 V	62,5 mA 58,7 mA	2,33	D: 5,33 h
E + F	Début Fin	8,45 V 7,6 V	65 mA 58 mA	2,5	E: 4,83 h

Dans cet exemple la durée moyenne des piles totalement utilisées (B à E) est de 5,29 heures soit un gain de 32% par rapport aux piles jetées dès le premier usage (donc au bout de 4 heures).

Observons que la méthode de M. Faure permet effectivement une meilleure utilisation des piles. Elle est toutefois incertaine avec les appareils ayant une forte consommation per-

manente (cas de certains jouets par exemple) ou ayant besoin de gros appels de courant instantanés (radio en modulation de fréquence lors des pointes de puissance par exemple). Dans ces cas, la forte résistance interne de la pile partiellement usée s'opposera au passage d'une quantité suffisante de courant et le fonctionnement de l'appareil sera défectueux.

## PERCER SANS SALIR

► Si l'outillage proposé aux bricoleurs n'a cessé de gagner en efficacité et en souplesse d'utilisation, permettant l'exécution d'une gamme de travaux de plus en plus étendue, avec de plus en plus de finesse, il est, par contre, resté souvent très salissant. Des machines comme les perceuses ou les ponceuses produisent même une poussière particulièrement fine qui s'infiltrerait partout et qu'il est long et difficile de nettoyer après un travail.

Dans la nouvelle gamme de perceuses électriques que Peugeot met cette année sur le marché figure le premier modèle (Peugeot PC 986 ASP) équipé d'un système d'aspiration de poussière par raccordement à n'importe quel aspirateur ménager. La poignée avant, qui permet de tenir la perceuse au niveau du mandrin, comporte une canalisation qui débouche autour de la mèche et qui permet l'aspiration de la poussière au fur et à mesure qu'elle se forme. Son évacuation est ensuite assurée par le tuyau d'un aspirateur branché sous cette poignée.

La perceuse est du type à percussion de grande puissance (1000 W) et à régulation électronique. La vitesse de perçage peut donc être maintenue constante ou modifiée à volonté. La Peugeot 986 ASP comporte une autre caractéristique nouvelle sur ce type d'appareil : l'affichage numérique de la vitesse de perçage en service par diodes lumineuses afin de permettre son contrôle permanent.

Les principales caractéristiques de cette perceuse sont les suivantes : deux plages de vitesses de 100 à 1500 tr/mn et de 250 à 3600 tr/mn ; percussion jusqu'à 68400 coups/mn ; capacité de perçage de 16 mm dans l'acier, 20 mm dans le béton, 40 mm dans le bois ; poids d'environ 3 kg. La partie électronique comporte un variateur et un accélérateur de vitesse, un circuit d'écrêtage de la vitesse à vide et un limiteur de surcharge. Son prix moyen est de 900 F. ■

L'UNICOM PARIS



**REXONA HOMME**  
**LA FRAICHEUR AU MASCULIN.**

## MICROBES

(suite de la page 35)

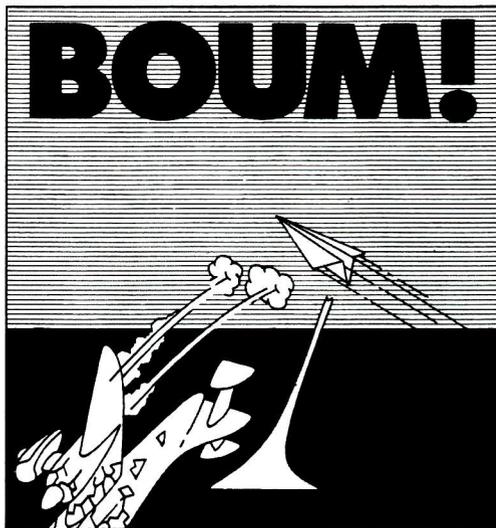
essentiellement de véhicule d'échange de matériel génétique, apparemment non héréditairement dans le cas du plasmide porteur du gène d'antibiorésistance ou plasmide R, étant donné que l'on a découvert que les plasmides R se reproduisent à un taux supérieur à celui de la cellule, c'est-à-dire qu'ils sont produits en bien plus grand nombre que la cellule n'en a besoin, et étant donné que les plasmides R quittent naturellement la bactérie par le canal des *pili*, petits tubes qui font communiquer l'intérieur de la bactérie avec l'extérieur (à savoir d'autres bactéries). Or, on a découvert que le gène et les séquences qui l'encadrent symétriquement, formant une unité à part dite transposon, peut se communiquer non seulement entre deux bactéries de la même espèce, lors de l'union sexuelle (car les bactéries aussi ont une sexualité et toutes ne se reproduisent pas par simple division), mais entre des bactéries différentes et même de familles très éloignées ! Des hybridations singulières, au cours desquelles le vibron du choléra, par exemple, peut s'unir à une entérobactérie, aboutissent à un transfert de transposon de l'un à l'autre, avec, bien sûr, transmission du gène d'antibiorésistance. Ainsi encore, un *Pseudomonas*, bacille apparenté au vibron du choléra, naturellement antibiorésistant, peut transmettre son gène de résistance au bacille de Yersin, responsable de la lèpre. Ou encore, un colibacille intestinal communiquer à un gonocoque son gène de résistance à l'ampicilline ! Notons en passant que la dissémination de matériel génétique non héréditaire, par les plasmides, a ouvert une des voies les plus vastes de la génétique. En attendant qu'on en élucide tous les aspects, on peut dire qu'elle est responsable de 80% des antibiorésistances.

● Le quatrième mécanisme de transfert de gène se produit lors de la fusion. En 1977, l'Américain Hopwood a découvert — en laboratoire — que deux cellules bactériennes, même d'espèces différentes, peuvent fusionner en une seule structure viable ; cet hybride est fertile et se reproduit en donnant des cellules-filles porteuses du matériel génétique de deux parents et, bien sûr, du gène d'antibiorésistance. Reste toutefois à identifier de tels hybrides dans la nature et à déterminer le rôle éventuel de leurs populations dans des phénomènes d'antibiorésistance.

La neutralisation des antibiotiques par les bactéries se comprend donc d'autant mieux que celles-ci disposent de toute la stratégie du vivant, et, à l'intérieur de celle-ci, d'une appréciable panoplie de tactiques. C'est par d'autres tactiques que science et médecine préparent leurs contre-attaques.

**En biologie**, des chercheurs étudient des moyens d'empêcher le transfert des gènes de ré-

(suite du texte p. 165)



**UHU**

**UHU PLAST**  
Colle pour modélisme  
plastique, en tube ou liquide,  
parfaitement transparente,  
très résistante.

**TOUTES LES COLLES POUR TOUT COLLER.**

Une traction avant vraiment  
exceptionnelle

**L'argus**

de L'automobile et des LOCOMOTIONS



Les voitures à exploits: Opel Ascona. 

*Traction avant 7 ou 8 cv.  
et bientôt 5 cv. diesel.*

Ce qui est exceptionnel avec la nouvelle Opel Ascona, c'est sa traction avant ! Empattement long, voies larges, train avant à déport négatif : tout a été conçu pour une meilleure tenue et une plus grande sécurité. Quant au plaisir de la route, il est le même pour les passagers que pour le conducteur. Sa direction est douce et le confort de sa suspension n'a d'égal que son faible encombrement. C'est d'ailleurs grâce à ses ressorts miniblocs et à la compacité de l'ensemble boîte-moteur que l'habitacle de la nouvelle Ascona est si vaste. Pourtant elle ne mesure que 4,26 m de long. Un exploit de taille !  Opel, le sens de l'exploit.

Traction avant 1.300 cm<sup>3</sup> ou 1.600 cm<sup>3</sup>. Ascona CC (5 portes - hayon) - Cx : 0,38 - Coffre de grand volume transformable. Existe également en berline 2 ou 4 portes. Consommations conventionnelles aux 100 km. Moteur 1,3 S 7 CV : 6,6 à 90 km/h, 8,8 à 120 km/h, 9,8 l en cycle urbain. Moteur 1,6 S 8 CV : 6,1 à 90 km/h, 8,0 à 120 km/h, 9,6 l en cycle urbain. Un an de garantie (kilométrage illimité) et d'Assistance Euroservice. Financement personnalisé par la banque de Crédit General Motors.



## MICROBES

(suite de la page 163)

sistance, par exemple par blocage des plasmides à l'intérieur des bactéries, ou encore par destruction des plasmides eux-mêmes. Ils recherchent également la mise au point d'antibiotiques réfractaires, c'est-à-dire capables d'inhiber les enzymes bactériens ou de les détruire par association avec le fluoramphénicol ou l'acide clavulanique, décrit plus haut.

**En chimie moléculaire**, on étudie des centaines de nouvelles molécules synthétiques ou semi-synthétiques qui seraient plus actives que les molécules déjà connues, soit parce qu'elles sont absorbées plus vite, soit parce qu'elles vivent plus longtemps.

**En médecine clinique**, l'on s'intéresse de plus en plus au phénomène dit de synergie, qui veut que certains antibiotiques utilisés ensemble soient plus efficaces que lorsqu'ils sont administrés séparément. L'accent est également remis sur l'asepsie (utilisation de matériel à usage unique, stérilisation du matériel non remplaçable, désinfection des locaux, lavage systématique des mains entre deux consultations), qui avait été négligée depuis l'avènement des antibiotiques. Et l'on réagit aussi bien contre les prescriptions excessives que contre l'automédication qui, à doses erratiques, ne sert qu'à sélectionner les souches de germes les plus résistants.

**En hygiène publique**, l'accent est également remis sur les dangers de l'administration d'antibiotiques à hautes doses au bétail (parfois à seul fin d'accélérer l'engraissement de celui-ci !).

**En épidémiologie**, l'étude d'un grand nombre de patients et de plusieurs séries de germes permettra peut-être de dégager des points communs. Sans doute, cela sera-t-il difficile (mais non impossible), car dans un même hôpital, deux services, ou deux salles ou deux chambres dans un même service, ne sont pas pareillement touchés par une épidémie.

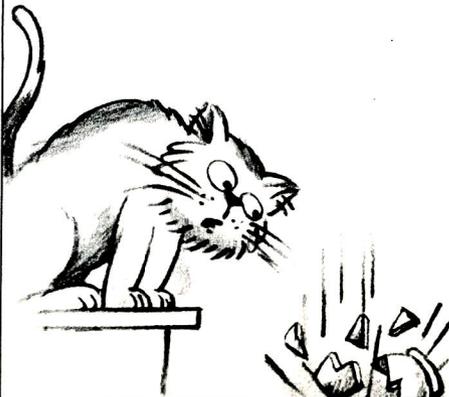
Tout cela sera long. Outre le fait qu'une nouvelle génération d'antibiotiques ne verra pas le jour d'un mois à l'autre et que pendant ce temps, les germes, eux, courront toujours, il faut tenir compte que, d'un pays à l'autre, les conditions d'une réforme varient et qu'on ne peut tenir en Afrique le même langage qu'en Scandinavie. Il ne sera pas facile d'établir une réglementation mondiale claire et applicable dans des domaines allant de l'agriculture à l'hygiène hospitalière. « Il faut de 15 à 20 ans », nous a dit le Pr J. Acar, membre de l'OMS, pour faire passer une notion scientifique dans le monde médical. « Mais, comme nous l'a déclaré le même praticien, l'information prime. » La voilà disséminée !

Jean-Michel BADER ■

# CRAC!



# BOUM!



Doyle Dane Bernbach

# UHU

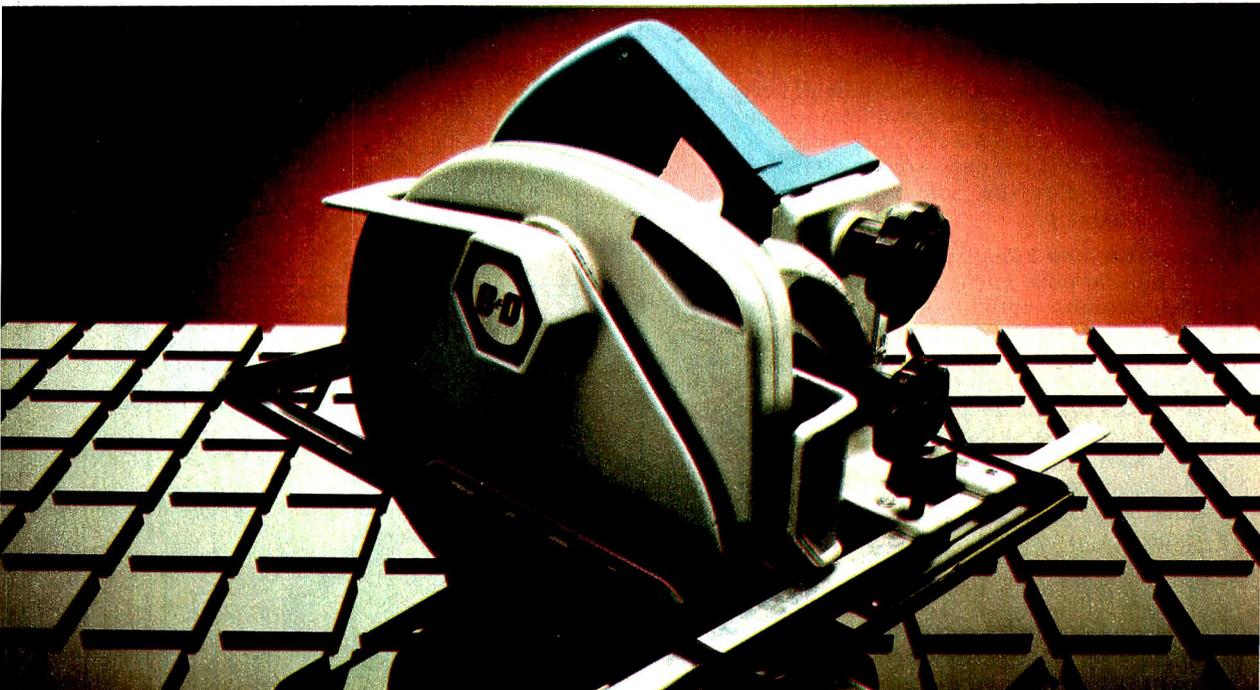
UHU Spéciale



**UHU SPÉCIALE**  
Colle cyanoacrylate ultra-rapide pour matériaux non poreux : métaux, caoutchouc, faïence, porcelaine, plastiques.

TOUTES LES COLLES POUR TOUT COLLER.

# BLACK & DECKER LIGNE HAUTE FIDELITE



Ligne Haute Fidélité. Une nouvelle génération d'outillage destinée à ceux dont le travail ne souffre aucune approximation. Dédicée aux amoureux du travail parfaitement exécuté, aux experts du bricolage.

Chaque outil de la Ligne Haute Fidélité est, en effet, un outil de haute précision conçu pour accompagner le savoir-faire sans trahir le talent.

Comme cette scie circulaire de 1.200 watts suffisamment puissante pour scier une épaisseur de 63 mm dans le bois et le faire avec une précision absolue.

Peut-être un jour, aurez-vous entre vos mains l'un de ces outils exemplaires. De quoi réaliser un chef-d'œuvre.

Scie circulaire HD1000.  
1.200 W. 4.250 tr/mn. Ø de lame 184 mm. Guide de coupe parallèle.  
Protecteur de lame total. Profondeur de coupe réglable. Profondeur maxi à 90° : 63 mm. Profondeur maxi à 45° : 45 mm. Homologation du Ministère du Travail.

**Black & Decker**®

Pour obtenir une documentation détaillée sur la Ligne Haute Fidélité, écrivez à Black & Decker France, Service H/C5 S, B.P. 0633 Lyon R.P., 69239 Lyon Cedex 02.

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

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

## FREINAGE

(suite de la page 114)

Les techniciens s'efforcent donc de concilier au mieux l'efficacité et le "confort". Il reste cependant que le meilleur conducteur du monde, aux commandes du système de freinage le plus efficace et le mieux équilibré, ne pourra pas toujours en tirer le meilleur parti. Comment en effet doser son effort pour maintenir le glissement des roues dans les limites théoriques idéales de 15 à 25%? Comment prétendre approcher ce seuil lorsqu'on est contraint à une manœuvre en catastrophe par un enfant qui traverse la chaussée en dehors des clous? Et quand bien même serait-on pourvu d'une sensibilité à fleur de pied et d'un sang-froid à toute épreuve, comment mettre en œuvre ces qualités quand les roues de droite roulent sur un sol sec et les roues de gauche dans une flaqué d'eau? Ou quand les roues d'un même côté sont délestées en courbe, sous l'effet de la force centrifuge?

Cette efficacité optimale, l'électronique est à même de l'assurer. Un capteur analysant la rotation des roues peut mesurer leur ralentissement, déceler l'approche du blocage, et commander une électrovanne qui relâchera un instant la pression dans les freins concernés, avant de la rétablir pour que toutes les roues participent de nouveau à l'effort de décélération. Et

cela plusieurs fois par seconde. Bosch a réalisé un tel système, l'ABS (anti-bloc système): soulageant et rétablissant le freinage de chaque roue cinq à six fois par seconde, il permet d'approcher de la décélération la plus efficace, avec le glissement optimal, quelle que soit la surface adhérente (par exemple, une roue sur le sec, l'autre sur la neige ou le verglas). Même un conducteur maladroit, ou plus simplement pris au dépourvu, devient capable de ralentir au maximum son véhicule sans en perdre la direction. Bien entendu, le système se contrôle lui-même et se met hors-service en cas d'avarie, abandonnant alors au conducteur la maîtrise "normale" de son freinage.

Ce progrès est capital, car il ôte au freinage son caractère aléatoire et réconcilie enfin une théorie claire et précise avec une pratique beaucoup plus ambiguë. Malheureusement, il coûte cher: seuls Mercedes et BMW le proposent en option sur leurs modèles de haut de gamme, moyennant un supplément de ... 9 000 F!

Une diffusion plus large permettrait sans doute d'abaisser les coûts et d'équiper des voitures plus courantes. Mais déjà la médaille a son revers: on peut en effet se demander s'il est souhaitable de mettre le conducteur en confiance quasi absolue, au risque de lui faire oublier toute notion du danger et, en conséquence, de compromettre la sécurité alors même qu'on prétend l'améliorer.

Luc AUGIER ■

## POUR MOINS DE 40 F, RÉPAREZ VOTRE ÉCHAPPEMENT

Un pot d'échappement ne lâche jamais brutalement.

Bruits bizarres, sifflements sont autant de signes avant-coureurs qui doivent attirer votre attention et vous inciter à agir.

Pour prolonger la vie de votre échappement, HOLTS a mis au point des produits spéciaux faciles à utiliser sans démontage.

Le mastic Gun Gum pour les petits trous et le bandage Gun Gum pour les fissures plus importantes.

Soyez attentif aux problèmes de votre auto, vous lui éviterez une immobilisation souvent coûteuse.



**Holts. Des produits  
tout simples  
pour garder votre auto  
en forme.**

# Holts

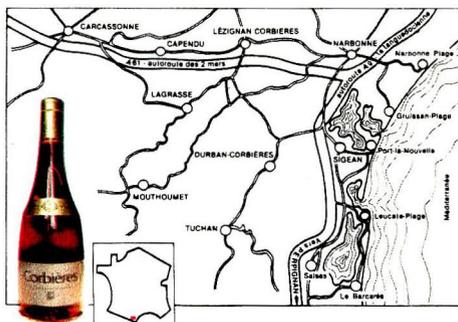
Holts - 14 av. Hoche 75008 Paris



## ensoleillez la vie, débouchez un Corbières

Les Corbières, un coin de terre de ce Midi où le soleil fait naître des vins étonnants : Les Corbières. Apprenez à les connaître, découvrez leurs nuances et versez deux doigts de soleil pour réussir ces moments heureux en famille, entre amis, au restaurant.

LES VIGNERONS DU CRU CORBIÈRES  
11200 Lézignan-Corbières - Tél. 68/27 04 34



## FUSIL D'ASSAUT

(suite de la page 119)

l'amorce, laquelle enflamme la poudre. Les gaz de combustion à haute pression poussent la balle en avant, et vient un moment où celle-ci découvre le petit trou. Une partie (infime) des gaz passe alors par cet évent et pousse sur le piston dans son cylindre, comme dans une machine à vapeur. Mais la majeure partie des gaz, pendant ce temps, achève d'accélérer la balle jusqu'à sa sortie du canon.

Le piston, qui est donc repoussé en arrière par la pression, est lié à un bloc de manœuvre, placé dans le boîtier, qui agit sur la culasse par une rampe hélicoïdale. En partant en arrière, cette rampe fait tourner la culasse, exactement comme on la fait tourner à la main dans une carabine à répétition manuelle. La culasse, qui porte deux tenons, se dégage alors de l'ensemble canon-boîtier et part en arrière en extrayant la douille tirée. Dans ce mouvement, elle comprime un ressort qui la ramènera ensuite en avant, chambrant une nouvelle cartouche avant de se trouver verrouillée par rotation grâce à la rampe du bloc de manœuvre. Le cycle se continue ainsi jusqu'à épuisement du chargeur. Notons que les pièces mises en jeu ici (piston, culasse, canon, etc.) sont en acier usiné ; qui plus est, cet usinage est de très haute qualité : le pis-

ton de commande, par exemple, est fini comme un piston de pompe d'injection (net, glacé, pas une bavure ni une trace d'outil). L'intérieur du canon est lisse comme un miroir, avec six fines rayures à droite. La rectification des portées sur la tête de culasse est de la même classe.

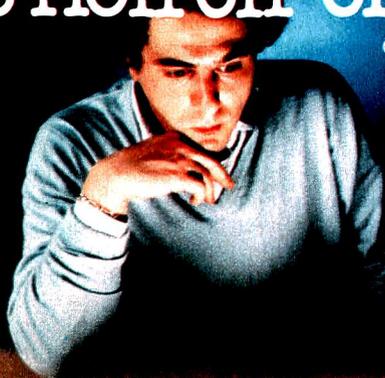
Par contre, si l'on considère l'arme en général, la finition au sens habituel est pour ainsi dire inexistante. Le canon, qui vient directement d'un tour à avance automatique — on voit les sillons de l'outil comme sur un disque 33 tours — est simplement phosphaté gris-vert foncé mat. La frette des gaz, qui porte le guidon entre deux grandes oreilles faites pour résister à tous les chocs, est brute de fonderie. En fait, l'apparence est celle d'un ensemble mécanique, dont la réalisation technique est très bonne. On pourrait à juste titre parler ici d'esthétique industrielle. Car c'est finalement une arme séduisante à l'œil et surtout très agréable à utiliser. La crosse tombe très naturellement à l'épaule et l'œil se trouve sans effort dans la ligne de visée : on sent qu'il y a eu là un net effort de recherche pour adapter l'outil à l'homme. Ajoutons que la crosse est pourvue d'origine d'un talon en caoutchouc épais et rugueux qui a le gros avantage de ne jamais glisser sur l'épaule, quel que soit le vêtement porté.

La visée est assurée par un guidon à tranche rectangulaire et un œilignon constitué en réalité d'un tambour comportant 4 trous pour les dis-

(suite du texte page 170)

# Vous êtes blanc ! Il vient de vous noircir en un clin d'œil.

Orhello, le jeu de stratégie où le suspense est de mise jusqu'au dernier pion : nul n'est sûr de gagner avant le dernier acte.



**ORHELLO AUSSI, C'EST UN JEU**

Orhello, modèle présenté 98 F environ. Existe aussi en 2 versions électroniques, 600 F et 1000 F prix maximum.



## FUSIL D'ASSAUT

(suite de la page 169)

tances de 50, 100, 200 et 300 m. Le réglage plus fin en hauteur se fait avec une vis micrométrique qui relève ou abaisse le guidon. Une vis similaire assure le réglage du tambour portant les œillets. On peut aussi monter une lunette, mais il faut une embase spéciale, et avec l'optique, l'ensemble revient pour l'instant fort cher. Ajoutons enfin que l'arme comporte, en option, un bipied repliable fort commode pour garder une bonne stabilité en tir couché.

Bien entendu, nous avons emporté l'arme au stand de Versailles, et l'exemplaire dont nous disposions était équipé d'une lunette de grossissement 4 et du bipied. Le temps nous a manqué pour tirer plus d'une centaine de cartouches, et un essai si bref permet juste de noter quelques points forts (ou faibles...). Notons aussi qu'il ne faut pas prétendre aux résultats obtenus en compétition, et qu'il faut comparer le Manurhin 222 aux armes de sa catégorie, c'est-à-dire aux armes de chasse légères, que nous appellerons carabines ordinaires, par opposition aux armes de match. Il y a d'ailleurs entre les deux la même différence qu'entre la Fiat qu'on achète chez le concessionnaire et celle qui enlève le championnat des rallyes.

Pour situer les scores possibles, disons qu'un tireur un peu entraîné, en position couchée à 50 m sans appui ni lunette, obtient de 70 à 85/100 pour 10 balles, avec des pointes, les bons jours, de 90/100. Au-delà, il a tout intérêt à rejoindre une équipe de tir. La même carabine ordinaire, avec appui et lunette, permet de faire de 95 à 99, et même 100/100 quand tout va bien. Cela à condition de trouver la munition qui convient à l'arme, et en rappelant que le 10 de la cible 50 m ne mesure que 12,5 mm. À 200 mètres, une carabine ordinaire de calibre 222 permet les mêmes résultats en points, mais le 10 de la cible concours mesure 8 cm (le 9 faisant 16 cm, et le 8 faisant 24 cm). Notons encore que de 50 à 200 m, le rapport est de 4, alors que la dispersion des balles augmente de 6 fois. D'une manière générale, aux distances de tir habituelles, la dispersion vaut 1,5 fois le rapport des distances.

Nous avons donc essayé le Manurhin 222 à 200 m, en position couchée, avec appui et lunette. Comme munition, des Remington, des Sellier & Bellot, des Winchester, et des cartouches rechargées. Par groupe de 10 balles, nous n'avons pu faire mieux que 23 cm (mesurés centre à centre des deux impacts les plus écartés). Nous aurions donc tenu le 8 de la cible une fois la lunette réglée, mais les possibilités de l'arme sont certainement supérieures car nous avons eu trois fois des groupements qui, à deux balles près, faisaient 11 à 12 cm.

Autrement dit, il y avait 8 ou 9 balles bien serrées, et une ou deux échappées. Le cas est

fréquent avec une arme neuve et des munitions du commerce. Une certaine expérience du 222 dans des armes ordinaires nous a montré qu'il fallait tirer plusieurs centaines de balles avant d'obtenir des résultats corrects, et à condition d'utiliser des munitions qu'on recharge soi-même. Il faut donc, si l'on veut tirer le meilleur parti de ce fusil, se mettre à fabriquer ses munitions. La première chose à faire est de se procurer le manuel de rechargement de R. Malfatti : la seconde d'acheter au meilleur prix douilles, balles et amorces. Comme pour les nouilles ou les magnétophones, les prix peuvent varier de 20, 30, voire 40%. On a donc intérêt à visiter plusieurs vendeurs, et à demander les réductions généralement octroyées aux tireurs.

Il faut ensuite essayer diverses balles, celles qui donnent de bons résultats avec une arme ne convenant pas forcément à une autre. Enfin, il faut utiliser le fusil en répétition manuelle — on met le bouchon sur la position O — l'éjection en automatique marquant fortement les douilles, et les lançant, de plus, fort loin. Un certain temps est nécessaire pour trouver la bonne balle et la bonne charge. Ayant tiré plusieurs milliers de 222, nous pouvons signaler, à titre indicatif, quelques points de repère :

- la poudre la plus pratique à doser, et l'une des plus régulières, est la S7 (charge : 1,5 g) ;
- les balles classiques pour 222 sont des 50 grains (1 grain = 65 milligrammes) à pointe molle. Normalement destinées à la chasse, elles n'ont que très rarement donné des groupements intéressants ;
- les balles de 52 ou 53 grains, à pointe creuse, des marques Hornady, Sierra, Speer ou Winchester ont toujours donné de très bons résultats ;
- les balles de 55 grains, mis à part les Remington Match, se sont avérées tantôt très médiocres, tantôt très bonnes. Il semble qu'elles soient sensibles aux paramètres de rechargement et au pas de rayure.

Pour une arme donnée, des cinq paramètres qui conditionnent le résultat, à savoir douille, amorce, poudre, charge et balle, c'est de très loin le dernier qui a le plus d'influence. Reste donc à trouver la balle qui, dans le canon court du Manurhin (46 cm contre 60 cm en général) donnera le meilleur groupement. C'est affaire de temps et de patience.

L'arme tombe très bien en joue, son poids est suffisant pour assurer un équilibre correct et le départ, bien qu'un peu long, reste assez facile à contrôler pour obtenir un bon lâcher du coup. Au vu des premiers résultats, il est certain qu'une fois trouvé le bon chargement, on peut obtenir des groupes de 10 balles n'excédant pas 12 cm à 200 m ; on peut donc tenir le 9 de la cible, ce qui correspond à des scores de 92 à 96/100. Faire mieux est sans doute possible, mais cela demande beaucoup de recherche ; il est vrai que c'est là que réside le charme du tir avec ce type d'arme.

**Renaud de LA TAILLE ■**



**LE PROFESSEUR A DIT :**

**"\_PAS DE RUPTURE**

**DANS LE MOUVEMENT!"**

## Pour votre argent aussi, vous pouvez avoir besoin de ceux qui savent.

La gestion du budget familial est comme beaucoup d'activités. Elle demande du savoir-faire et les conseils de "ceux qui savent" y sont toujours précieux. A la Caisse d'Epargne Ecureuil vous profiterez toujours de ces conseils. Par exemple, on vous expliquera pourquoi, en ayant un compte-chèque et un Livret A Ecureuil, vous utiliserez mieux l'un et l'autre.

Un compte-chèque Ecureuil, c'est le moyen commode de payer, de faire domicilier votre salaire et de régler automatiquement téléphone, électricité, impôts, traites, etc...

C'est aussi une excellente raison de mieux profiter de vos économies en les faisant virer directement sur un Livret A où elles rapportent 8,50 % d'intérêts exonérés d'impôt. (Et chacun sait que l'argent déposé sur un Livret A reste toujours disponible).

Voilà un exemple précis de conseil que l'on vous donnera à la Caisse d'Epargne Ecureuil. Un exemple parmi beaucoup d'autres.



**CAISSE D'EPARGNE**   
le bon conseil au bon moment.

## LA FORÊT FRANÇAISE

(suite de la page 99)

leurs, seuls 24 000 sont des permanents, les autres étant réembauchés chaque année aux beaux jours. Conséquence : dans certaines régions le manque de main-d'œuvre compromet les travaux forestiers. Les 11 grandes sociétés d'approvisionnement des usines de pâte à papier ont surtout recours à des travailleurs immigrés, lesquels constituent d'ailleurs au moins 40% de l'effectif des ouvriers forestiers. Des projets récents prévoient l'embauche de jeunes chômeurs dès leur retour du service national. Mais le problème ne pourra véritablement être réglé que par une amélioration des conditions de travail, à laquelle la technologie devrait contribuer (voir encadré p. 98).

**Considérons maintenant l'aspect industriel de la filière bois.** Là non plus, la situation n'est pas très brillante, en premier lieu du fait de l'insuffisance de la production : on ne commercialise que 30 millions de m<sup>3</sup> de bois par an, alors que la croissance des arbres français représente 50 millions de m<sup>3</sup>, et que la consommation est de 40 millions de m<sup>3</sup>. D'où le recours aux importations. Il suffirait de mobiliser de 40 à 45 millions de m<sup>3</sup> pour rééquilibrer la balance du commerce extérieur, tout en poursuivant l'accroissement du capital forestier. Encore faudrait-il que l'industrie puisse absorber cette production, ce qui n'est pas le cas. Examinons la situation pour chacune des trois principales qualités produites, le bois d'œuvre, le bois d'industrie et le bois de feu.

● Le bois d'œuvre est la plus belle qualité. Il provient des parties les plus régulières des gros troncs, et sert à la construction et à l'ameublement. Il vaut de 2 00 F à 6 000 F le m<sup>3</sup> sur pied, les arbres de grande valeur destinés à l'ébénisterie et au placage étant parfois même vendus à l'unité.

Traditionnellement, il existe une liaison étroite entre l'exploitation et le sciage : les deux tiers du bois d'œuvre sont récoltés et sciés par une même entreprise, et 89% des 6 300 scieries françaises ont une activité d'exploitation forestière. Il serait préférable que ces scieries soient totalement intégrées à l'entreprise sylvicole : ainsi, le sylviculteur déciderait librement des coupes, en tenant compte des besoins de la forêt plutôt que de ceux du marché, comme cela se passe actuellement. De plus, une partie des 558 000 emplois de la transformation du bois pourraient ainsi être décentralisés vers les massifs forestiers, qui se désertifient, la sylviculture et l'exploitation n'employant que 85 000 personnes. Malheureusement l'État croit, à tort, que le progrès passe par la concentration, et ses subventions favorisent les grosses unités. Pour bénéficier des primes d'orientation de 15%, il

faut en effet consacrer au moins un an et 10 000 F à la constitution du dossier. Comme on ne peut acheter de matériel avant l'attribution de la prime, son montant est presque totalement absorbé par l'inflation, sauf pour les entreprises qui ont en permanence un dossier en cours. Ajoutons que l'Office national des forêts ne donne pas le bon exemple, puisque, sauf en Alsace et en Moselle, il n'exploite pas lui-même ses bois : ce sont les acheteurs qui abattent les arbres, les défauts et qualités des bois, qui n'apparaissent qu'au sciage, ne sont donc pas connus par les forestiers de l'Office.

Au total, la situation est sombre : selon les responsables syndicaux, près de la moitié des scieries envisagent de déposer leur bilan dans les prochains mois. Le déficit de la filière bois risque de s'accroître sensiblement : alors que nous avons importé 1,9 million de m<sup>3</sup> de sciages et grumes résineuses en 1981, les prévisions sont de 2,15 millions de m<sup>3</sup> pour 1982.

● Le bois d'industrie est constitué par les sous-produits de l'exploitation d'une futaie — cimes et branches — ou par la totalité des produits d'un taillis. Il sert à fabriquer de la pâte à papier ou des panneaux d'aggloméré.

Le problème le plus aigu est posé par l'industrie de la pâte à papier (voir *S. & V.* n° 718, p. 98) : tous les grands groupes sont en faillite sauf un ! Nous importons des bois d'industrie, alors que 10% de nos taillis privés suffiraient à assurer l'approvisionnement. Malheureusement, de trop faibles prix dissuadent la production nationale : alors que le stère (1 m<sup>3</sup>) revient de 151 à 166 francs, il n'est payé qu'entre 100 et 150 francs. Ce qui ne l'empêche pas de coûter 300 francs au papetier, à cause des frais de transport dus à la mauvaise implantation des usines : on traite du bois corse à Tarascon, du bois vosgien à Rouen. Résultat : la France, qui en 1971 produisait 70% de son papier-journal, n'en fabrique même plus 40%. La fermeture des usines de la Chapelle d'Arblay, actuellement en liquidation, ramènerait ce taux à moins de 10% et compromettrait aussi la fabrication de papier recyclé.

Seuls des investissements considérables et un soutien actif de l'État permettraient de redresser la barre et de faire face à la concurrence étrangère. A titre d'exemple, une usine de kraft de 140 000 tonnes/an coûte plus d'un milliard de francs. Mais l'avenir peut aussi être de très petites unités — de 25 à 50 tonnes par jour — pour lesquels les Français disposent d'un procédé prometteur, l'extrusion (voir photo p. 99). D'autre part, il serait également souhaitable de relancer la fabrication de fibres synthétiques à base de bois d'industrie.

● Le bois de feu, lui, est le plus souvent consommé par son producteur : sur 7 millions de m<sup>3</sup> produits, 2 seulement sont commercialisés. Cette énergie renouvelable est insuffisamment utilisée, car si elle est avantageuse pour les

(suite du texte page 174)

# SOLUTION ECONOMIQUE:

- Fuite baignoire !!*
- + Branchement lave vaisselle*
- + Décaper peinture volets...*



Soudogaz, une gamme complète d'accessoires.  
Et en plus cette année, 2 nouveaux kits avec guides-conseils :  
le kit "initiation soudure" et le kit "décapage peinture".



**SOUDOGAZ. LA FLAMME A TOUT FAIRE.**

## LA FORÊT FRANÇAISE

(suite de la page 172)

habitants des massifs forestiers, elle profite également à l'équilibre du commerce extérieur. Elle fera en 1982 l'objet d'opérations pilotes : Biochaleur pour les HLM, et Thermie Meuse pour la fabrication de plaquettes combustibles.

Remarquons toutefois qu'une tonne d'équivalent pétrole obtenu avec 3,5 tonnes de bois ne vaut que 185 dollars, alors que les mêmes produits transformés en une tonne de pâte à papier en vaudraient 600. Et sciés, ils rapporteraient 1 000 dollars ; des machines allemandes et canadiennes permettent aujourd'hui de scier les petits bois à partir de 7 cm de diamètre (voir encadré p. 98).

Mais l'industrie du bois ne pourra vraiment sortir de l'ornière où elle se trouve qu'en se créant de nouveaux débouchés. Au premier rang de ceux-ci, l'habitat : de nombreux arguments plaident en faveur d'une utilisation accrue du bois pour la construction comme pour l'aménagement intérieur : son utilisation demande 20 fois moins d'énergie que l'acier, 100 fois moins que l'aluminium. C'est un excellent isolant : construire en bois permet d'économiser de 20 à 30% du chauffage. Sans parler de l'agrément que procure la présence de cette matière noble dans l'habitat.

Actuellement, le bois entre pour 4% dans l'indice du bâtiment, ce qui reflète assez bien son importance réelle. Des procédés nouveaux peuvent permettre d'augmenter cette part. Grâce au sciage des petits bois évoqué plus haut, il est possible de fabriquer des poutres en lamellé collé concurrençant les résineux des pays nordiques. Ces poutres sont utilisables pour la charpente des maisons individuelles, mais aussi pour des réalisations de prestige nécessitant des pièces de plus de 100 m sans appui. Une autre technique, l'aboutage, permet d'approcher la qualité des bois exotiques en collant bout à bout des morceaux de chêne sans défaut. Ce n'est pas négligeable, quand on sait que les bois tropicaux coûtent chaque année 2 milliards de francs.

Le Centre technique du bois développe d'autres procédés nouveaux, comme les colles gonflantes utilisables sur des bois non rabotés ; ou encore le tranchage circulaire à rayon constant des petits bois, qui fournit des plaquettes utilisables soit directement en caisses ou en parquets, soit converties en lamellé collé. La production en série des machines nécessaires débute cette année.

Enfin, des chercheurs lorrains ont mis au point un excellent isolant, appelé Agresta, à partir de déchets de bois. Le produit est déjà sur le marché en petites quantités.

Si l'industrie française du bois doit se moderniser, elle doit aussi faire face à une dure concurrence étrangère. Pour des pays comme le Canada, la Suède, la Finlande ou l'Union soviétique, les produits forestiers sont une telle source de devises que leurs gouvernements recourent à une politique protectionniste. Souvent ils n'achètent français qu'à condition de pouvoir nous livrer leurs bois. Ou bien ils pratiquent des subventions proches du *dumping* (vente à perte), les prix payés aux exploitants étant parfois plus élevés qu'à l'arrivée en France !

Autre problème : malgré la création en 1960, à Bruxelles, d'une commission "Forêts et produits forestiers", il n'y a toujours pas de marché commun du bois. La pâte à papier, par exemple, n'est soumise à aucune douane. Pourtant, un tel marché échapperait aux surproductions qui paralysent l'Europe verte. Nombreux sont les partisans d'une politique communautaire des bois d'industrie, mais il semble difficile de séparer ceux-ci des bois d'œuvre. D'autre part, seules la France, la RFA et l'Italie ont des ressources forestières importantes. Or l'Allemagne est favorable à une totale liberté des prix. Quant aux autres pays européens, ils se désintéressent de la question.

Pourrions-nous mener seuls la régulation des prix ? Oui, si l'on en juge par les statistiques suisses ou allemandes : face à des prix français en dents de scie — notamment une forte baisse du chêne en 1974 — les prix allemands n'ont jamais diminué. Cela s'explique par des contrats d'approvisionnement plus nombreux et une normalisation plus poussée.

En dépit du marasme actuel, les spécialistes estiment que 10 ans d'une politique volontariste suffiraient à restaurer notre patrimoine forestier, à créer des emplois et à redresser le commerce extérieur. Quels devraient être les objectifs de cette politique ? Un planificateur qui ne s'en tiendrait qu'aux chiffres déciderait de consacrer à une production intensive les 2 millions d'hectares qui suffiraient à faire tourner notre industrie du bois, et "abandonnerait" le reste aux écologistes... Mais ce serait réduire le rôle de la forêt à celui d'une "usine à bois". Au contraire, il faut revaloriser l'ensemble du patrimoine, en permettant aux professionnels de vivre de leur forêt sans la surexploiter, en encourageant tous ceux qui peuvent y consacrer du temps libre, en assurant à l'industrie un approvisionnement en produits normalisés à des prix stables. Le gouvernement, qui a annoncé la création d'un secrétariat d'État à la forêt et s'est engagé — après la remise du rapport Duroure — à définir d'ici l'été prochain une nouvelle politique pour la filière bois, s'est saisi du problème. Souhaitons que les résultats confirment les bonnes intentions.

Rémi GEORGEOT ■



# ATTENTION

## A L'ÉLECTRICITÉ STATIQUE EN VOITURE. ELLE NOUS AGRESSE TOUS, SOURNOISEMENT !

Il faut enfin savoir qu'une automobile en marche, quelles que soient sa marque et sa puissance, est inévitablement saturée d'électricité statique, produite par le moteur et les frottements. De nombreuses expériences confirment que cette "pollution" électrique, aussi néfaste qu'insidieuse, s'accumule rapidement dans l'habitacle dont les superstructures métalliques font "cage de Faraday".

Or, rien n'était prévu pour son élimination, alors que les avions, eux, sont depuis longtemps équipés d'évacuateurs anti-statiques spéciaux. On peut ainsi comprendre que, malgré les soins constants apportés au confort, tant de personnes en excellente santé aient encore du mal à supporter la voiture, même sur des petits trajets (20 % des usagers de la route absorbent des médicaments pour lutter contre les nausées, vomissements, migraines, agitation des enfants et des animaux, etc. Sans oublier les courbatures et surtout la fatigue excessive que l'on croit normale à tort !). En fait, nous sommes tous plus ou moins inconsciemment incommodés, même les conducteurs les plus aguerris...

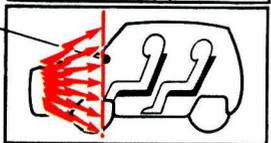
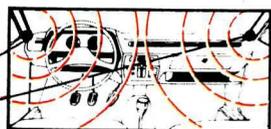
**IL EST DONC IMPERATIF DE SUPPRIMER CETTE ELECTRICITE STATIQUE**, mais autrement qu'avec la simple "chaîne", rendue inefficace par la vitesse et l'usure.

Voici maintenant "NEUTRAL AUTO", le premier dispositif qui **neutralise totalement et définitivement** l'électricité statique de tout véhicule, grâce à une technologie exclusive, conçue et mise au point par le chercheur français Etienne RAZE : "le micro-émetteur électromagnétique autonome et permanent". L'originalité de cet équipement vient d'ailleurs d'être Médaille au Salon International 81 des Inventions et Techniques Nouvelles de Genève.

Pour vous, les avantages de "NEUTRAL AUTO" sont nombreux : rigoureusement sans danger pour l'organisme, **sa pose est instantanée, sans branchement ni recharge**, son action est permanente et de longue durée et surtout vous bénéficiez d'une garantie totale de satisfaction (1 mois d'essai sans risques).

Avec "NEUTRAL AUTO", vous serez surpris du bien-être de chacun en voiture, vous voyagerez dans une atmosphère assainie, nettement moins fatigante. "NEUTRAL AUTO" : l'accessoire désormais indispensable pour le confort et la sécurité de tous.

PUBLI SPOT - maquette A. ANDRÉS



2 micro-émetteurs disposés de chaque côté du tableau de bord, créent entre eux par "syntonisation", un large écran d'ondes ultra courtes, absolument infranchissable par l'électricité statique.

vous ne le trouvez pas encore près de chez vous, vous pouvez le commander



# NEUTRAL<sup>®</sup> AUTO

dispositif antistatique

En vente chez les revendeurs spécialisés (accessoiristes, stations-services, garages, etc.). Médaille au Salon International 81 des Inventions et Techniques Nouvelles de Genève.

### BON D'ESSAI SANS RISQUES (1 MOIS)

- Je désire recevoir par retour
- 1 NEUTRAL AUTO complet (2 émetteurs) avec sa garantie totale (satisfait ou intégralement remboursé) au prix de 155 Francs
- 2 NEUTRAL AUTO complets (4 émetteurs) 290 Francs
- Règlement ci-joint par chèque (+10F de port)
- Contre-remboursement (+25F pour frais)

directement à : NEUTRAL AUTO, 37 C3 av. Franklin-Roosevelt, 75008 PARIS

NOM .....

Prénom .....

Adresse .....

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

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

S.E.V.

# ECOUTEZ LA RADIO QUI VOUS ECOUTE



oscar

11h-12h45



**RMC**  
Radio Monte Carlo

**SHOW LES CŒURS: animé par G. Montagné, J. Pessis  
et J. Sacré. Des vedettes, "le million", du rire en direct.**

## VIOLON ÉLECTRONIQUE

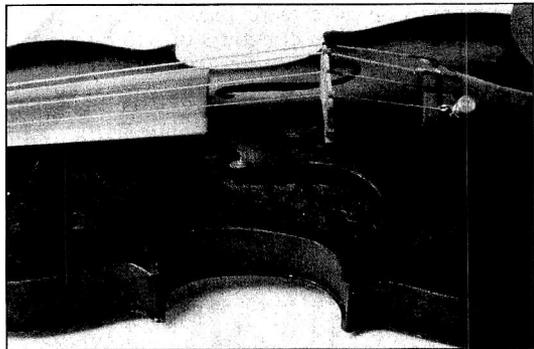
(suite de la page 55)

par le violon. Mathews mit en place 20 circuits résonnants accordés chacun sur l'une de ces fréquences; en combinant les signaux émis par l'ensemble des circuits, on pouvait simuler une caisse de violon dont la courbe de réponse aurait présenté les 20 pics correspondants. Il était d'autre part possible de régler à volonté le facteur d'amortissement, autrement dit la "dénivellation" entre pics et vallées.

Ce réglage s'est avéré délicat: il fallait du re-

### CE VIOLON EST EN FER-BLANC!

*Lorsque le compositeur Viotti, qui fut un temps directeur de l'Opéra de Paris, mourut en 1824, on découvrit, parmi sa très belle collection de violons, un instrument pas comme les autres: il était en fer-blanc! Il avait été construit par un ouvrier tôlier pour son oncle, un vieillard aveugle qui en jouait*



*dans la rue pour gagner sa vie. Un soir de promenade, Viotti l'entendit et, intrigué par la bizarrerie de l'instrument, il voulut absolument l'acquérir, ce qui lui coûta 40 francs, une grosse somme pour l'époque.*

*Après diverses péripéties, le violon de fer-blanc parvint entre les mains d'un facteur de pianos, André Chenaud, qui le céda finalement à l'acousticien Émile Leipp. Celui-ci a bien voulu nous laisser photographier cette curiosité historique, et nous a fait constater que sa sonorité ressemble tout à fait à celle d'un violon classique. Ce qui donnerait à penser que le matériau qui constitue la caisse n'a pas l'importance que lui attribue la légende. Verra-t-on un jour des violons en matière plastique?*

lief, mais pas trop. Lorsqu'on exagérait l'écart pics-vallées, on obtenait un son "creux" et inégal: certaines notes sonnaient trop fort et d'autres pas assez. Si l'on aplatissait trop la courbe, on retombait dans le travers précédent: un son plat et terne. Il y avait donc un équilibre à trouver entre deux tendances contradictoires. Après de multiples essais soumis à l'appréciation du jury de musiciens, Mathews parvint à la conclusion que l'équilibre était atteint pour un rapport pics-vallées de 10 à 12 décibels.

Mathews a fait également de nombreux essais pour savoir quel était le nombre idéal de résonances, et comment elles devaient être distribuées. La conclusion générale qui se dégage de ces expériences est qu'on peut obtenir une bonne sonorité de violon avec une sélection de 20 à 30 résonances dans la bande 200-5000 Hz. Ces résonances peuvent être disposées, soit de manière aléatoire, comme sur la courbe du stradivarius, soit séparées par un intervalle musical constant. Le point important est que les pics soient disposés irrégulièrement par rapport aux harmoniques de n'importe quelle note de violon (pour permettre les effets de vibrato ou de modulation de la pression d'archet). En d'autres termes, il ne faut pas que les harmoniques d'une note puissent tous tomber en même temps sur des pics. Cette condition est remplie par les deux types de distribution décrits précédemment.

Dans une future version, en cours de réalisation, Mathews compte introduire une nouvelle résonance d'un type particulier, le "formant du chanteur". Le terme "formant" désigne l'équivalent pour la voix humaine des pics de résonance du violon. Les formants sont cependant très différents de ces pics. D'abord, nos cavités vocales n'ont que 3 ou 4 résonances et non plusieurs dizaines comme le violon. De plus, ce ne sont pas des pics, mais plutôt des reliefs assez arrondis: la courbe de réponse est plus "douce" que dans le cas du violon. Enfin, étant donné que nos cavités vocales changent sans arrêt de forme lorsque nous parlons, les formants ne sont pas fixes comme les résonances du violon. Ils varient en fonction du son articulé.

Le formant du chanteur constitue cependant un cas à part. C'est un chercheur suédois, Johan Sundberg, qui l'a découvert et étudié. C'est un formant qui, à la différence des autres, correspond à une fréquence fixe; seuls les chanteurs d'opéra entraînés possèdent ce formant et savent rendre leur voix plus résonante à la fréquence correspondante, qui se situe entre 2500 et 3000 Hz, c'est-à-dire dans la zone de sensibilité maximale de l'oreille. Le rôle de ce formant du chanteur est facile à comprendre: il aide le chanteur à "émerger" sur l'orchestre, dont la plus grande partie de l'énergie sonore est rayonnée en-dessous de 1500 Hz. Bref, le chanteur d'opéra utilise ce formant pour se faire mieux entendre. On comprend moins bien en quoi il pourrait améliorer le violon de Mathews, mais le fait est que les premiers essais ont donné des résultats prometteurs.

Mais quels que soient les raffinements utilisés, certaines caractéristiques diffèrent obligatoirement sur le violon de Mathews de ce qu'elles sont sur un instrument classique. En particulier, le chevalet d'un violon classique, cette petite pièce de bois qui sépare les cordes de la table, doit posséder une certaine élasticité. Elle lui permet d'absorber l'énergie vibratoire des cordes et de la transmettre à la table, avant qu'elle ne soit finalement rayonnée dans l'air

## VIOLON ÉLECTRONIQUE

(suite de la page 177)

par l'ensemble du corps sonore. Au contraire, sur le violon électronique, on utilise un chevalet extrêmement rigide car l'énergie doit être transmise aux capteurs avec le moins de pertes possible. Les effets de cette modification ne sont pas négligeables. Les cordes, n'étant plus "freinées" par le chevalet, sonnent beaucoup plus longtemps lorsque l'archet est levé, ou lorsqu'on les pince ; c'est avantageux lorsque l'on doit soutenir une note mais cela peut aussi être gênant, et un dispositif d'étouffement permettant d'arrêter les vibrations est nécessaire. Mais surtout, la réaction des cordes à l'attaque de l'archet est différente : le violon semble répondre plus vite et plus facilement au jeu de l'interprète. C'est bien sûr fort agréable, mais on peut se demander si, d'un autre côté, la complexité de l'interaction table-chevalet ne permet pas, sur l'instrument classique, des effets qui sont impossibles à produire avec le violon de Mathews.

Une autre différence entre les deux instruments provient du fait qu'il est très difficile de simuler avec des haut-parleurs le rayonnement d'une caisse de violon. Dans l'actuelle version du violon de Mathews, les vibrations de chacune des 4 cordes sont captées et envoyées séparément vers 4 jeux de résonateurs électroniques,

et finalement dirigés vers 4 haut-parleurs distincts, de sorte qu'il n'y a pas de mélange entre les signaux provenant des différentes cordes. Il est possible d'orienter les haut-parleurs vers le haut de manière à imiter le violon qui rayonne surtout perpendiculairement à la table. Mais la différence vient surtout du fait qu'une enceinte acoustique a un rayonnement très directif dans les aigus et très peu directif dans les graves ; pour une caisse de violon, c'est beaucoup plus compliqué, certaines fréquences étant rayonnées de manière directive, d'autres non. De sorte que le violon de Mathews ressemble peut-être davantage à un violon enregistré que l'on écoute sur une chaîne hi-fi qu'à un violon écouté "en direct"...

Finalement, quel jugement peut-on porter sur le violon de Mathews ? Selon Richard Moore (directeur du Centre de recherche audio-informatique de l'université de Californie de San Diego), qui étudie sur ordinateur la sonorité de l'instrument, « la différence entre le violon électronique et un très bon violon n'est pas plus discernable que la différence entre deux très bons violons classiques ». Il est vrai que des progrès importants ont pu être réalisés depuis le printemps 1981, grâce au concours du violoniste Janos Negyesy. Le virtuose s'est passionné pour le nouvel instrument : il a apporté sa compétence musicale, son oreille professionnelle ; il en a joué en concert pour étudier les réactions du public, l'a comparé avec le guarnerius, sur le-

# la réponse informatique

## SHARP MZ.80 A



Veuillez m'adresser une documentation complète sur le **MZ.80 A**

Nom \_\_\_\_\_

Société \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Retourner à Sharp.  
151, avenue Jean-Jaurès 93307  
AUBERVILLIERS CEDEX  
Tél. : 834.93.44 Télex : 212 174 F

ID Publicité V

Toutes les applications de l'ordinateur individuel (jeux, bureau, maison), écran vert, 48 K. RAM, langages BASIC et PASCAL, nombreux périphériques : imprimante, disquettes, moniteur couleur.

**SHARP**  
les outils du pouvoir

quel il joue habituellement. Au risque de scandaliser les "puristes", il n'hésite pas à affirmer : « Si Beethoven entendait un concerto joué sur un violon électronique dont le son soit équivalent à celui d'un stradivarius, je suis sûr qu'il approuverait ; car la seule chose importante est la qualité du son produit, et non pas le nom ou le prix de l'instrument. » Mais il serait intéressant d'avoir l'opinion d'autres violonistes.

Cela dit, faut-il à tout prix mettre en concurrence Mathews et Stradivarius ? La valeur d'un instrument se définit par la virtuosité qu'il autorise, mais aussi par le type de musique auquel on le destine. Pour jouer Paganini, il est probable que rien ne vaille un grand instrument classique, tant les maîtres de Crémone ou leurs successeurs de Mirecourt semblent s'être approchés de la perfection. Mais le violon électronique offre d'autres possibilités. En changeant les réglages ou en modifiant les circuits, on peut produire toutes sortes de sonorités. Par exemple, un chercheur français, Jean-Claude Risset, a réalisé avec Mathews une version du violon électronique qui sonne un peu comme une trompette, bien que l'on joue avec un archet !

Une autre possibilité — à laquelle s'intéresse Richard Moore — est d'utiliser le violon électronique comme organe d'entrée d'un ordinateur, ce qui permet ensuite de se livrer à toutes sortes de manipulations sur les sons. On obtient ainsi des sons synthétiques d'une variété illimitée car, comme l'explique Moore, « le violon est

un instrument d'une extrême richesse : jouez-le de 8 000 façons différentes et vous obtiendrez 8 000 sons différents ; jouez du tambour de 8 000 façons différentes et vous n'obtiendrez qu'une douzaine de sons différents ».

Alors, Mathews sera-t-il le Stradivarius de la musique contemporaine ? Il aurait cependant sur son illustre prédécesseur un avantage non négligeable : le prix ! S'il était commercialisé le violon électronique coûterait moins de 5 000 francs. Il est en effet constitué d'éléments peu coûteux et sa fabrication ne requiert pas la main-d'œuvre considérable de la lutherie traditionnelle. Aujourd'hui, un bon violon coûte au moins 25 000 F, un Guarnerius comme celui de Nagyesy, environ 500 000 F, et un stradivarius peut atteindre 1 500 000 F.

Évidemment, avec son manche nu, le violon électronique n'aura pas aussi belle allure que son homologue traditionnel. Mais que ceux pour qui le plaisir de l'œil compte autant que celui de l'oreille se rassurent : rien n'empêche de donner à l'instrument de Mathews cette forme si harmonieuse qui est pour beaucoup dans la légende du violon. Il suffira de remplir la caisse de polystyrène pour la réduire au silence. Supercherie ? Allez ! Ce qui compte, c'est l'idée qu'on s'en fait...

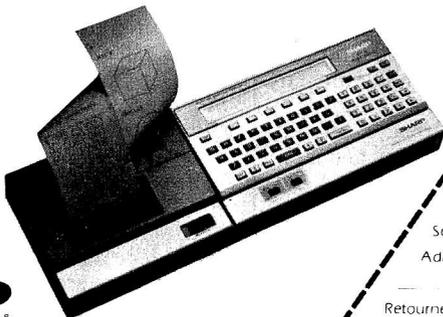
**Françoise HARROIS-MONIN  
et Michel de PRACONTAL ■**

# la réponse informatique

## SHARP PC.1500

L'ordinateur qui vous suit partout en voyage, au bureau, à la maison, 6 K. RAM extensibles, interface double, magnéto cassettes, imprimante, la plus petite table traçante 4 couleurs du monde.

**SHARP**  
les outils du pouvoir



Veuillez m'adresser une documentation complète sur le PC.1500

Nom \_\_\_\_\_

Société \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

TD Publicité V

Retourner à Sharp, 151, avenue Jean-Jaurès 93307

AUBERVILLIERS CEDEX Tél. : 834.93.44 Télex : 212174 F

## POISSONS LUMINEUX

(suite de la page 45)

partie parvenu à élucider le rôle de la bioluminescence. Pour celles-ci, on sait que chaque espèce a son code d'appel et de réponse spécifique : une femelle d'une espèce donnée émettra ainsi une série de flashes intermittents, permettant ainsi au mâle d'une même espèce de se diriger et d'arriver jusqu'à elle. Pour l'anecdote, on notera que certaines de ces lucioles femelles, appelées "femmes fatales", peuvent adapter le rythme de leurs signaux à ceux d'espèces différentes, attirant ainsi les mâles de ces autres espèces qu'elles dévoreront pour le seul plaisir de leur palais.

Le *Melanocetus johnsoni*, un poisson cette fois, de la famille des céraatiidés, utilise un stratagème qui, pour être moins sophistiqué, est tout aussi efficace. Possédant un appendice lumineux comme sa cousine la baudroie, il le laisse dépasser après avoir enterré le reste de son corps dans le sable. Une proie quelconque, attirée par la lumière, se verra alors réserver le sort généralement attribué aux curieux dans les contes : elle sera happée par la bouche démesurée du *Melanocetus*.

Les organes lumineux ont bien sûr d'autres fonctions. Suivant le Pr Morin, on peut répartir en cinq grandes catégories le rôle de la lumière chez les organismes du fond des mers. Celle-ci peut être utilisée :

- pour se protéger des prédateurs potentiels, soit en les aveuglant, soit en les leurrant ;
- pour attirer les proies éventuelles ;
- pour s'éclairer tout simplement et mieux voir les alentours ;
- pour communiquer avec le reste du groupe, défendre le territoire, reconnaître l'animal de la même espèce, séduire le partenaire du sexe opposé, etc. ;
- pour attirer les organismes avec lesquels l'animal vit en symbiose comme certains types de bactéries.

Certains animaux marins se servent de leur bioluminescence pour plusieurs de ces fonctions et la complexité de leur utilisation est liée à la complexité des signaux lumineux qu'ils émettent. Certaines espèces (comme les cténaïres) produisent des signaux extrêmement courts, des flashes inférieurs à la seconde. Chez ces organismes la seule fonction de la lumière est probablement d'effrayer les prédateurs en les désorientant. Ces organismes ne produisent de flashes que lors d'un contact direct, et jamais spontanément ; leur réponse est, en général, proportionnelle à la force et à la durée de la stimulation (le signal émis est simple et violent). Les recherches effectuées par le Pr Morin prouvent que les "ennemis" sont éblouis par l'éclair et modifient instantanément leur orientation, s'éloignant ainsi de leur proie.

D'autres animaux, comme les ophiures ou

certaines annélidés, peuvent produire des flashes de lumière ou laisser briller une partie de leur corps pendant plusieurs secondes. Lorsque quelque chose touche les vers de mer biolumineux, un éclair d'environ 200 millisecondes se produit ; si l'attouchement persiste ou s'intensifie, le ver sectionne un ou plusieurs de ses anneaux, qui se mettent alors à briller durant plusieurs secondes. Les anneaux bien sûr, sont régénérés. Les ophiures, elles, vivent enfouies dans les sédiments durant le jour, mais sortent la nuit, étendant leurs cinq bras dans l'eau pour se nourrir de particules en suspension. Si l'un de ces bras est touché, il produit une série de flashes qui se propagent à partir du point de stimulation vers l'extrémité du bras ; de nouveau il s'agit de désorienter l'attaquant. Si le contact persiste, l'ophiure se sépare de son bras juste au point de stimulation, et ce dernier se met à briller d'une manière continue qui peut durer plusieurs minutes. Pendant ce temps-là, elle a le temps d'aller se cacher dans le sable. Il ne s'agit plus de désorienter le prédateur mais de lui laisser un leurre pour le tromper. Dans ce cas, bien sûr, le bras repousse ensuite (environ 15% des ophiures étudiées par le Pr Morin ont des bras régénérés).

Par ailleurs, d'autres poissons, que l'on trouve principalement dans les eaux peu profondes de la zone indo-pacifique, et qui appartiennent à la famille des leiognathidés, utilisent une technique différente pour leur protection. Ils vivent en symbiose avec des bactéries lumineuses enfouies dans l'organe producteur de lumière situé autour de l'œsophage. Chez ceux-ci la lumière est diffusée indirectement à travers un réseau complexe de réflecteurs et de diffuseurs, et peut donc être émise vers différentes directions en passant par de véritables "fenêtres" dorsales, ventrales ou latérales. Par exemple, elle peut traverser la vessie, qui est argentée et sert donc de réflecteur, puis être diffusée le long de la surface postéro-ventrale du poisson, ce qui a pour effet de projeter vers le bas un halo de lumière. Des expériences menées à Santa Barbara (Californie) ont montré que ces poissons adaptaient extrêmement rapidement la quantité de lumière émise à la lumière ambiante. Dans le noir complet, ces poissons ne produiront pas de lumière continue, mais dès qu'un rayon de lumière atteindra les eaux dans lesquelles ils évoluent, ils se mettront à briller d'autant plus intensément que la lumière extérieure est puissante. Cela leur permet de se camoufler en produisant de la lumière de telle manière qu'elle fasse disparaître leur ombre et leur silhouette.

Les krills, petites crevettes de quelques centimètres de long, témoignent de la variété des ressources de la bioluminescence : ils peuvent surimposer des éclats de lumière durant plusieurs secondes à une luminosité quasi permanente. Ces flashes servent sans doute à effrayer les prédateurs, puisqu'ils ne se produisent que lorsque l'animal est dérangé. La luminosité continue,

(suite du texte page 182)

# Le secret des pirates est dans leur cassette.

Les pirates d'aujourd'hui, c'est nous. Nous qui préférons de loin la 27<sup>e</sup> à la 16<sup>e</sup> version d'Éléonor Rigby.

Nous, dont les voyages se jouent au 1/10<sup>e</sup> de mégahertz.

Nous qui sommes, certains soirs, malades de décibels.

Nous, dont l'oreille hypersophistiquée sursaute au moindre souffle.

Nous, dont les mémoires sont comme des discothèques dans lesquelles tout s'enregistre, tout se repique, tout se pirate.

Seulement voilà, la qualité des cassettes vierges ne suit pas toujours. Certaines crachotent dès la 3<sup>e</sup> écoute, d'autres se tordent au moindre coup de soleil et la plupart sont si sensibles qu'il y a toujours une masse pour leur faire perdre le nord. Une vraie pirate, ce doit être autre chose. OK Pirate, c'est un brevet spécial de cassettes au cobalt : qualité d'écoute parfaite, restitution exceptionnelle des aigus. Le tout dans un boîtier qui résiste aux 3 fléaux : choc, démagnétisation, écarts de température. Enfin, dernier point fort : elle n'abîme pas les têtes de vos lecteurs.

Alors au prochain piratage, testez-la. Elle n'aura plus de secrets. Piratez, ok, mais piratez bien.

Avec OK Pirate l'honneur est sauf!

**OK PIRATE  
LA CASSETTE  
DES PIRATES**



OK OSSARD KRIEF



**MAURICE OGIER**  
Créateur de  
nouvelles Méthodes  
de Développement  
Personnel  
Spécialiste des Techniques  
de Communication

**NOUVEAU**

## Sachez Maîtriser votre **EMOTIVITE**

**Restez toujours calme - serein - fort**

### La Stabilité Emotive

vous permettra de vivre calme et détendu malgré soucis et contrariétés. Vous maîtriserez énervement, irritation, colères, sautes d'humeur. Vous éliminerez peurs, angoisses, découragement, baisse de moral. Vous irez facilement aux autres, car vous serez sûr de vous, ferme et de bonne humeur. Vous Réussirez mieux votre vie professionnelle, sociale, et affective.

### L'Hyper-Emotivité est un mal du siècle

Les stress de la vie moderne nous assaillent sans cesse : plus un être est responsable et cultivé, plus il est soumis à l'hyper-emotivité, car plus il embrasse de préoccupations simultanées.

### Votre fatigue disparaîtra Votre Santé s'améliorera

Les stress rongent notre énergie et sont cause de plus de 50 % de nos maladies. Apprenez à les éviter en comprenant leurs mécanismes physiologiques.

### Vous serez calme et sûr de vous

Votre «vraie» personnalité profonde et riche d'atouts, prendra le dessus. Vous deviendrez heureux de vivre malgré les vicissitudes de la vie quotidienne. Votre confiance en vous ira en se développant.

### La Stabilité Emotive changera votre vie

Vous étudierez tranquillement chez vous cette nouvelle Méthode ; vous la pratiquerez chaque jour dans votre vie. Concrète, simple, efficace, elle vous apprendra :

1. Les techniques de Maîtrise de l'Emotivité.
2. Comment AGIR concrètement face aux stress.
3. Un nouveau comportement de vie positive.
4. A éliminer la fatigue et de nombreux maux.

**MAURICE OGIER**

Institut Français de la Communication  
6, rue de la Plaine 75020 Paris Tél. 373.11.70 M° Nation

**GRATUIT** NOUVEAU DOSSIER  
MAURICE OGIER

«Comment maîtriser l'émotivité»

sans engagement - sous pli confidentiel - ainsi que toutes informations concernant sa nouvelle Méthode.

M.   
Mme.  Prénom.....  
Mlle.

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

Adresse.....

.....

..... BH 610

35.2.80

## POISSONS LUMINEUX

(suite de la page 180)

elle, sert tout simplement à repérer, dans les eaux sombres, des proies plus petites que le krill. On soupçonne même ce petit organisme d'être capable d'envoyer aussi des flashes de lumière de quelques centaines de millisecondes, mais leur rôle est encore mal compris.

Les ostracodes, eux, produisent une luminescence qui dure environ 5 secondes. Ces petits crustacés de 1 mm de long, que l'on trouve dans les eaux tropicales peu profondes des Caraïbes, ne mettent en route leurs "générateurs" qu'une heure après le coucher du soleil. Lorsqu'ils commencent à nager vers la surface de l'eau, à la tombée de la nuit, ils scintillent de façon intermittente et à intervalles réguliers. Le résultat visible est assez étonnant : une chaîne verticale de petits points lumineux situés à 15 cm environ les uns des autres. Ces crustacés semblent se mouvoir en petits groupes de deux ou trois dizaines d'individus, qui émettent de la lumière à tour de rôle.

Mais, bien que ce système puisse servir à chasser les prédateurs, il semble que son rôle principal soit plutôt de permettre une communication entre les membres de l'espèce. En effet, tous les individus des différents groupes en déplacement qui ont pu être observés se sont avérés être des mâles ; il en a été déduit que les femelles devaient donc être groupées quelque part au fond de l'océan, admirant ce ballet lumineux qui était probablement effectué à leur intention. Le fait que ces petits crustacés ne remontent vers la surface de l'océan que pour envoyer leur message de lumière (car le reste du temps ils se nourrissent et vivent au fond de l'eau), pourrait confirmer cette hypothèse. « Nous pensons, explique le Pr Morin, que le système de communications des ostracodes est semblable à celui des lucioles. »

La lumière comme le "langage" lumineux intervient également dans la défense du territoire. Durant la période des amours, la femelle défend le territoire du couple en utilisant un schéma précis de scintillement. Des expériences en aquarium ont révélé qu'un mâle et une femelle séparés ne scintillent pas de la même manière que lorsqu'ils sont réunis. Ensemble, ils synchronisent parfois leurs "battements" de lumière ; ils semblent disposer de toute une gamme de signaux dont, là aussi, on ne comprend pas encore entièrement le sens.

De fait, tout ce qui concerne la signification de la bioluminescence est encore très flou. Il n'y a pas de règles actuellement qui puissent expliquer qu'une espèce soit bioluminescente et qu'une autre espèce toute proche ne le soit pas. De plus on ne sait pas en général à quoi cela sert. Alors... la lumière est loin d'être faite sur les poissons lumineux.

**Françoise HARROIS-MONIN ■**

## ORDINATEURS

(suite de la page 87)

resté 17000 heures en soufflerie, après 4000 heures de calculs, la proportion d'heures en soufflerie est donc très défavorable : plus de quatre fois le temps de calculs.

**La conception assistée par ordinateur**, ou CAO, apparaît donc comme l'application la plus importante de ces matériels et de ces logiciels. Son but : élaborer les plans de nouveaux produits pour l'industrie, ou de nouvelles réalisations en architecture et en urbanisme. Bien peu de domaines échapperont à la CAO. Les exemples vont du Surgenor développé par la SNCF pour concevoir la carrosserie du TGV, aux cristalleries d'Arques, qui ont remplacé leurs maquettes en plâtre par des modèles créés sur l'écran. En architecture, les programmes simulent l'insertion des projets dans le site. Les parcours des autoroutes est ainsi choisi en s'aidant du système français SETRA. Même les agriculteurs y ont recours pour l'implantation des canaux d'irrigation, avec le matériel du CE-MAGREF.

Ce développement particulièrement rapide provient des gains de productivité : jusqu'à 6 fois aux États-Unis. Selon une étude du ministère français de l'Industrie, sans ces procédés, 80 à 90% du temps des bureaux d'études est consacré à recopier des dessins. Et il faut 8000 plans pour concevoir un avion. Mais seulement 10% de ce qui pourrait être équipé en CAO l'est actuellement en France.

Les perspectives sont donc particulièrement souriantes. Il a suffi d'un an de présence d'IBM dans ce marché pour qu'elle y prenne la deuxième place. Le leader reste la firme américaine Computervision qui, avec un chiffre d'affaires de 276 millions de dollars en 1981, possède le tiers du marché mondial, et a fourni 60% des équipements français. En 1976, la jeune entreprise avait 381 employés ; elle en compte maintenant 3000. Mais les constructeurs français s'apprentent à réagir. Dassault diffuse Catia par l'intermédiaire d'IBM. Matra s'est fixé comme objectif avec Euclid d'être l'un des cinq premiers mondiaux en 1986. La CISI commercialise le Systrid utilisable sur un petit terminal télématique. Enfin, Renault pourrait proposer son système Ra3D. Il y aura de la place pour tout le monde si, comme le croient les experts, la croissance de ce secteur se stabilise autour de 40% par an.

Les Japonais (Fujitsu, Matsushita) semblent s'engager sur la voie encore plus prometteuse de la conception et de la fabrication assistées par ordinateur, la CFAO. Les ordinateurs permettent en effet de chercher à optimiser l'usinage dès la conception. Les choix des types de robots ou de pinces à souder et leurs positions sont définis en même temps que les caractéristiques de

(suite du texte page 184)

# Mince et joliment ferme, oui, j'ai un secret.

## Découvrez-le!

Les mots sont souvent trompeurs, les résultats seuls ne trahissent pas. Pourquoi ne pas essayer sans risque 10 jours chez vous la méthode Jimbody? Rien à perdre. Tout à gagner. Les résultats sur votre ligne? Vous les vérifierez vous-même! Aucune obligation d'achat.



Pour Elle...  
et Lui.



L'exercice musculaire passif-actif

Jessé-Jimbody 47, rue St-André-des-Arts,  
75006 Paris. Tél. 325.93.44

Renseignements: lundi au vendredi: 9 h 30 à 18 h  
et 14 h à 18 h 30 - samedi: 9 h 30 à 17 h 30.  
Métros: place St-Michel - Odéon.  
Autobus: 21, 24, 27, 38, 58, 63, 70, 81, 86, 96  
Parking: Mazarine.  
Jimbody se vend aussi en pharmacie.



Made in France.

**réponse: pourquoi pas, un**

Angers 90000 Cadam 10, bd Robert, Tél. 43.60.41 Confort 49 Centre Commercial Trogenno rue du Grand Montreuil, Tél. 88.18.88. Bordeaux-Cauderas 33200 Ets Coy & s de la République Tél. 48.07.  
59 Bourg-en-Bresse 01000 Parfumerie P&AUS 50 rue de Mal Foch, Tél. 23.99.00. Chigny-Vier-Rois 51000 Collines-Servoz Les Cinq-Bayard, Tél. 4.41.27. Clermont-Ferrand 63000  
Office Medical du Centre 31 rue Inthi Barbuise, Tél. 92.19.16. Grenoble 38000 Le Pavé 43900 Roumazières 43000 St-Jean-de-la-Porte 43000  
11 21.546. La Baie 41000 Pharmacie Philippe 47, av. Gal. de Gaulle, Tél. 46.20.38. Le Mans 72000 St-Jacques 72000 St-Jacques 72000  
Molène 43, rue de la Concorde, Tél. 01.23.37. Marseille 13001 sous de Milt, Tél. 91.20.23.00 Rennes 35000 St-Jacques 72000 St-Jacques 72000  
70000 Parfumerie du Meus 54000 Pharmacie Clément 6, rue de la Vierge, Tél. 33.87.99. Suisse Reponon B 1213 CH 1211 Genève, Tél. 22.48.32.55. Agence dans le monde: Liban: Beyrouth.  
France: Angers: Bouenmeuill. Danemark: Copenhagen. Espagne: Barcelona. La Réunion: Saint-Paul.  
Canada: Québec. Liban: Beyrouth.

**COUPON-RÉPONSE pour une luxueuse documentation gratuite.** Coupez et retournez ce coupon à Jessé-Jimbody 47, rue St-André-des-Arts 75006 Paris. Vous recevrez la documentation complète, ainsi que les prix, conditions de crédit, conditions d'essai, compte rendu du test, etc. Indiquez vos:

Nom (en capitales) \_\_\_\_\_  
Prénom \_\_\_\_\_  
Adresse complète \_\_\_\_\_  
Code postal \_\_\_\_\_  
 Membre du corps médical (justificatif joint).

Sumie Pichirici

## ORDINATEURS

(suite de la page 182)

la pièce. Et cette méthode permet de supprimer totalement le support papier : plus besoin de plans, puisque l'ordinateur produit directement les instructions destinées aux robots ou aux machines-outils à commande numérique. Tout cela fonctionne déjà chez Dassault. Mais ces méthodes sont encore plus poussées dans le domaine des circuits imprimés.

A Paris, à l'ESIEE, les élèves cherchent dans une bibliothèque interne les composants dont ils ont besoin. Puis ils désignent, à l'aide de la tablette graphique, les points de raccordement. Ils utilisent des programmes automatiques pour raccourcir au maximum les liaisons. Ils simulent ensuite le fonctionnement du circuit. Si les résultats sont corrects, ils peuvent déclencher la fabrication des typons et le traçage des masques, qui sont totalement automatiques. L'homme n'a plus qu'à commander, la machine conçoit et fabrique. Telles sont les incroyables performances de la CFAO.

Mais ce n'est pas dans l'industrie, simplement soucieuse d'efficacité, qu'on produit les plus belles images. Les vues les plus réalistes sont celles des simulateurs de vol. On doit pouvoir s'approcher d'une colline, faire du rase-motte, survoler un clocher, réussir un atterrissage sans se douter que les paysages qui évoluent sous les yeux, au gré des commandes, n'existent pas. Les difficultés techniques sont très grandes, puisqu'il faut créer les vues les plus précises avec leurs couleurs et leurs ombres, tous les 1/30 de seconde. Mais les constructeurs sont en train de gagner leurs paris : alors qu'en 1971 l'utilisation d'un simulateur de Boeing 747 était quatre fois moins chère que le vol réel, en 1981 ce rapport est supérieur à 10. Les réglementations américaines permettent d'effectuer 95% de la formation des équipages sur des simulateurs.

La division simulateur de Thomson détient un dixième du marché mondial avec une croissance annuelle de 25%. Elle vient de présenter le système Visa, qui possède en mémoire de quoi reconstituer 40 km<sup>2</sup> de paysage, avec des forêts, des maisons, des aéroports, et toutes les conditions météorologiques, pluie, brouillard. Ce système permet de traiter en temps réel une surface polyédrique composée de 1 000 facettes.

Ces moyens sont encore insuffisants pour donner l'illusion de la réalité que procurent d'autres systèmes de simulation utilisant des maquettes. Mais ce sera pour bientôt.

**Les arts ressentent aussi la révolution informatique.** Les premières créations artistiques par ordinateur, comme celles du Canadien Peter Foldes, étaient construites autour d'une série

de dessins faits à la main, la machine calculait les intermédiaires, c'est ce que l'on appelle "intervaller". Il est possible de se faire projeter au centre Pompidou, à Paris, le court métrage *la Faim*, qui a été réalisé ainsi. Les équipements dont dispose le New York Institute of Technology permettent presque de réaliser du dessin animé en temps réel. Il suffit par exemple de dessiner deux vues d'un personnage, avec le bras replié dans l'une, étendu dans l'autre. L'ordinateur est capable de trouver immédiatement tous les intermédiaires de ce mouvement. D'autres matériels permettent un coloriage très rapide, comme ceux employés pour réaliser à Los Angeles les Bugs Bunny destinés à la télévision. La SFP a acheté la palette de couleur américaine Aurora, tandis que les Anglais ont fabriqué leur propre système, Logica. Mais l'installation européenne la plus performante est probablement le Scanimate, implanté depuis deux ans au Luxembourg, qui sert souvent aux génériques de nos émissions. Ces techniques sont très coûteuses, aussi le ministre de la Culture a-t-il demandé un rapport sur leurs possibilités de développement en France.

Les projets américains sont beaucoup plus ambitieux. Le réalisateur de *la Guerre des étoiles*, George Lucas, a réuni dans son équipe les meilleurs spécialistes mondiaux, mais rien ne filtre à l'extérieur des studios. On connaît cependant deux projets ambitieux de long métrage où il ne s'agit plus de dessin animé, mais d'images totalement synthétiques. Le premier film, *Tron*, abréviation d'électronique, préparé par les studios Walt Disney, raconte l'odyssée d'un programmeur en jeux électroniques perdu dans ses créations. Le second, en cours de réalisation au New York Institute of Technology, présentera les tribulations d'un couple de robots dans un monde de mécaniques en folie. Les machines et les androïdes peuvent être stylisés sans dommage, c'est pourquoi ils ont été choisis dans ces deux films, car les images totalement synthétiques n'ont pas une grande finesse. La synthèse d'image n'est pas prête à envahir le cinéma. Par contre, l'ordinateur peut diviser par 10 le coût du dessin animé, et susciter un renouveau de ce genre.

Mais il est bien difficile de juger de l'avenir de ces procédés, car les bouleversements technologiques modifient fréquemment les perspectives de développement de l'électronique et des logiciels. Pour certains, les ordinateurs qui dessinent puis fabriquent et dirigent les robots vont prendre la place de l'homme et le condamner au chômage, aux loisirs forcés, ou à l'inaction. Pour d'autres, il est plus probable que la synthèse d'images par ordinateur et la CFAO susciteront la création de millions de chefs-d'œuvre puisque ces techniques donneront à n'importe lequel d'entre nous les talents d'un Michel-Ange, d'un Eiffel ou d'un Léonard de Vinci.

**Françoise HARROIS-MONIN  
et Rémi GEORGEOT ■**

# Aux pirates, il manque parfois un œil. Pas l'oreille.

Les pirates d'aujourd'hui, c'est nous.  
Nous qui préférons de loin la 27<sup>e</sup> à la 16<sup>e</sup>  
version d'Éléonor Rigby.  
Nous, dont les voyages se jouent au 1/10<sup>e</sup>  
de mégahertz.

Nous qui sommes, certains soirs, malades  
de décibels.

Nous, dont l'oreille hypersophistiquée  
sursaute au moindre souffle.

Nous, dont les mémoires sont comme des  
discothèques dans lesquelles tout  
s'enregistre, tout se repique, tout se pirate.

Seulement voilà, la qualité des cassettes  
vierges ne suit pas toujours. Certaines  
crachotent dès la 3<sup>e</sup> écoute, d'autres se  
tordent au moindre coup de soleil et la  
plupart sont si sensibles qu'il y a toujours  
une masse pour leur faire perdre le nord.  
Une vraie pirate, ce doit être autre chose.  
Les pirates ont l'oreille très fine. OK Pirate,  
c'est un brevet spécial de cassettes au  
cobalt : qualité d'écoute parfaite, restitution  
exceptionnelle des aigus. Le tout dans un  
boîtier qui résiste aux 3 fléaux : choc,  
démagnétisation, écarts de température.  
Enfin, dernier point fort : elle n'abîme pas  
les têtes de vos lecteurs.

Alors au prochain piratage, testez-la.  
Piratez, ok, mais piratez bien.

Avec OK Pirate l'honneur est sauf !

**OK PIRATE  
LA CASSETTE  
DES PIRATES**



OK  
OSSARD-KRIE



## Célibataires



### Sautez-vous dans un train au hasard ?

**Non, bien sûr. Alors pourquoi laisser le  
hasard décider seul de votre avenir amou-  
reux ?**

**Il existe aujourd'hui un moyen sérieux  
de rencontrer pour la vie, à partir d'une  
véritable étude psychologique, la personne  
répondant réellement à votre attente et à  
votre personnalité.**

**Moderne et scientifique, la méthode  
ION à 30 années de succès.**

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

 **Ion International**

PARIS - BRUXELLES - GENEVE

GRATUIT : 

**Veillez m'envoyer gratuitement et sans engagement,  
sous pli cacheté et neutre, votre brochure de 24 pages en  
couleurs "Pour un Couple Nouveau".**

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

Prénom \_\_\_\_\_ Age \_\_\_\_\_

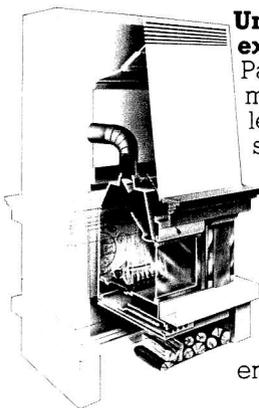
Adresse \_\_\_\_\_

- ION FRANCE (SV 85) 94, rue Saint-Lazare, 75009 PARIS -  
Tél. 526.70.85 +.
- ION RHONE-ALPES (SVR 85) 35, avenue Rockefeller,  
69003 LYON - Tél. 854.25.44.
- ION MIDI-AQUITAINE (SVM 85) 31, allée Demoiselles,  
31400 TOULOUSE - Tél. 53.25.95.
- ION BELGIQUE (SVB 85) rue du Marché-aux-Herbes 105,  
Boîte 21 - 1000 BRUXELLES - Tél. 511.74.30.
- ION SUISSE (SVS 85) 10, rue Petitot, C.P. 283 - 1211  
GENEVE 11 - Tél. (022) 21.75.01.

opp

## Cheminée Supra : elle chauffe comme trois.

Les cheminées Supra atteignent un rendement de 55 à 60%. Soit trois fois plus que la plupart des cheminées traditionnelles.



**Un conduit de fumée existant suffit.**  
Pas de travaux de maçonnerie : les cheminées Supra se raccordent comme un poêle ordinaire et 2 h suffisent pour les monter. Même en étage. Nombreuses versions disponibles. Demandez la documentation en écrivant à :

(brevets et modèles déposés)

# SUPRA

Usines Supra B.P. 22/323 - 67210 OBERNAI  
Tél. (88) 95.61.36 Télex 890243

COLLETTE

## informations commerciales

IDÉALE POUR ITINÉRANTS

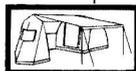
# IGLOO

LA TENTE LA PLUS PRATIQUE

MONTAGE  
COMPLÈT  
EN  
**3**  
MINUTES

L'INÉGALABLE  
TENTE PNEUMATIQUE

LÉGÈRE  
PEU  
ENCOMBRANTE  
HABITABILITÉ  
COMPLÈTE  
TENUE AU VENT  
REMARQUABLE  
CONSERVATION  
ILLIMITÉE



AUVENTS ADAPTABLES

(demandez la documentation  
au service 20)

Ets BECKER, 94, route Nationale 10, 78310 COIGNIÈRES

## COGNAC

GRANDE FINE CHAMPAGNE, depuis 1619, la famille Gourry récolte au domaine. Qualité rare pour connaisseurs. S.A.R.L. GOURRY DE CHADEVILLE, 16130 SEGONZAC. Échantillon contre 5 timbres.

## Si vous croyez en vous... Prouvez-le!



# Osez.

© Philips, 2041

Vous avez une idée originale, une bonne démarche scientifique, et vous vous passionnez pour la Géologie, l'Électronique, les Mathématiques, l'Informatique, l'Astronomie, la Chimie, les Sciences Naturelles, les Sciences Humaines, etc.

Et vous avez moins de 21 ans. Alors, ne tournez plus en rond et participez au Prix Scientifique Philips pour les Jeunes.

Avant le 15 septembre de cette année, il vous suffira de remettre le sujet de vos recherches au jury de notre prix.

Sachez que nous saurons vous conseiller ou vous orienter pour vous permettre d'aboutir.

Ce jury, animé par de nombreux membres de l'Institut et présidé par Monsieur Louis Leprince-Ringuet, saura apprécier vos travaux.

N'attendez plus, inscrivez-vous dès maintenant et, si vous hésitez encore,

Appelez donc Sylvie Vauttier 256.88.00 - 50 avenue Montaigne 75008 Paris.

## Prix scientifique Philips pour les jeunes

# LES RELIURES

## SCIENCE & VIE

Pour conserver votre collection de numéros mensuels et hors-série, utilisez les reliures SCIENCE & VIE, conçues pour classer 6 revues.

- **Pratiques** : vous réaliserez facilement le classement désiré.
- **Robustes** : la qualité de la couverture à armature renforcée, vous assure une protection efficace.
- **Esthétiques** : la collection de reliures Science & Vie ainsi constituée aura une place de choix dans votre bibliothèque.



**42 F**

les deux franco.

### BON DE COMMANDE

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

- Veuillez m'adresser ..... lots de 2 reliures au prix de 42 F le lot. (Étranger 47 F)

Nom .....

Prénom .....

N° ..... Rue .....

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

- Ci-joint mon règlement de ..... F par :

Chèque bancaire,  CCP 3 volets,

Mandat-lettre, établi à l'ordre de SCIENCE & VIE.

Etranger : Mandat international ou chèque compensable à Paris.

S & V 776



# Développez votre mémoire

## Les sept lois du Succès

**V**ous l'avez sans doute remarqué : c'est toujours lorsque vous en avez le plus besoin que votre mémoire vous fait défaut. Il vous manque souvent la citation exacte, la référence, l'anecdote ou le chiffre qui viendraient illustrer ou renforcer ce que vous dites.

Pourtant, certaines personnes semblent pouvoir tout retenir avec une facilité déconcertante. Comment s'explique ce phénomène ?

Une récente découverte du Pr Jacques Abeel, psychologue, montre qu'en peu de temps, tout le monde peut avoir une mémoire étonnante.

Il a prouvé 1) que les individus à la mémoire déficiente ont généralement une intelligence supérieure à la moyenne.

2) qu'en confiant à l'intelligence une partie du travail de la mémoire, on peut acquérir très vite une mémoire souple et fidèle.

Sa méthode, la Méthode Chest, vous permettra de tout retenir sans difficulté : conférences, cours, émissions... vous pourrez apprendre en un temps record les langues étrangères, étendre votre culture en quelques mois, retenir les noms propres, les dates, les chiffres, les visages, et même mémoriser un livre en une seule lecture ! (Fait merveille à tout âge pour réussir ses études : élèves, étudiants, formation professionnelle.)

Par la culture qu'elle vous permettra d'acquérir, la Méthode Chest vous ouvrira toutes les portes : Vous pourrez sans difficulté réussir un examen difficile, briller en société, améliorer votre situation ou vous en créer une nouvelle.

Si ces résultats vous intéressent et si vous désirez, vous aussi, posséder le pouvoir extraordinaire que donne une mémoire totale, demandez à l'Institut Psychologique Moderne de vous adresser sa passionnante brochure : «**Comment développer sa mémoire - les sept lois du Succès**». Il la distribue **gratuitement** à tous ceux qui souhaitent améliorer leur mémoire.

Ecrivez dès aujourd'hui à I.P.M., SV05 rue du moulin, 27760 la Ferrière.

## GRATUIT



Bon pour l'envoi Gratuit de la brochure «**Comment développer sa mémoire - les sept lois du Succès**».

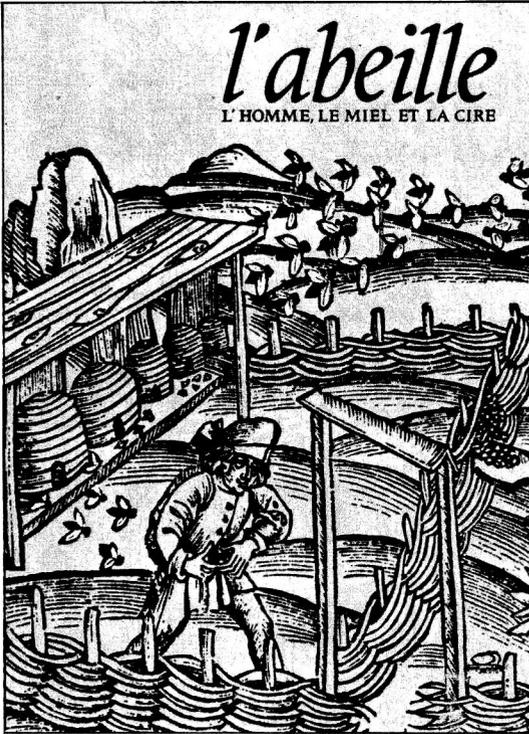
Nom ..... prénom .....

N° ..... Rue .....

code ..... ville .....

à retourner à I.P.M., SV05 rue du moulin, 27760 la Ferrière. Tél : 16(32)30-71-59





Musées nationaux

## L'ABEILLE, L'HOMME, LE MIEL, LA CIRE

Plus que le catalogue de l'exposition au Musée des Arts et traditions populaires, une analyse des rapports privilégiés que l'homme entretient avec l'abeille. Société des abeilles, société des hommes, les produits du rucher (la cire, le miel et quelques autres), l'homme et l'abeille, ailleurs et en d'autres temps.

Un volume cartonné, 15,5 x 20, 216 pages, 186 illustrations, 90,00 F (franco : 106,00 F).

Sylvain Thomassin

## LES TRACES D'ANIMAUX

Cet ouvrage présente les traces d'animaux au sens le plus large : empreintes, sentes, nids, œufs, dégâts sur les végétaux, différentes traces de repas, les terriers, les toiles d'araignées. En 35 planches commentées, entre lesquelles s'insèrent des propositions d'activités pratiques.

Cartonné, 160 pages, 12,5 x 19, illustré en 2 couleurs, 35 planches de dessins au trait, 1982, 59,00 F (franco : 70,00 F).

Lydie Nencki

## LA SCIENCE DES TEINTURES ANIMALES ET VÉGÉTALES

L'auteur fait part de sa longue expérience en matière de teinture végétale, de la Suède 1930 à Paris 1932, puis dans les Cévennes à partir de 1957 et en Angleterre. Le respect des plantes, le grand et bon teint, le

petit teint, l'importance du choix de la laine, le lavage de la laine, la teinturerie. La pourpre, la cochenille, le kermès, et la cochenille de Pologne, la gaude, la garance, l'indigo, le pastel, les couleurs fauves, les couleurs gris-noir.

Illustrations noir et couleurs, 25 x 26, 248 pages, 1981, 175,00 F (franco : 195,00 F).

Gabriel Nollet

## LA CONDUITE DU ZX 81

Avec la conduite du ZX 81, obtenez le maximum de votre micro-ordinateur Sinclair ZX 81. Cette lecture vitale vous apprendra comment réaliser des programmes en langage machine, économiser la place mémoire, chaîner des programmes sur cassettes avec passage de paramètres, faire des graphiques animés. Vous trouverez de plus des conseils sur la manière d'adapter les programmes du Z 80 au ZX 81.

Broché, 128 pages, 14,5 x 21,5, photos, 55,00 F (franco : 67,00 F).

Jérôme Stern

## DICTIONNAIRE DE NOS ALIMENTS

Le "Dictionnaire de nos aliments" nous révèle tout sur les produits que nous consommons journellement : leur origine, leurs variétés, leur valeur calorique, leurs usages diététiques, leurs utilisations originales, leur conservation. Un vrai livre pratique. Indispensable. Jérôme Stern, journaliste, 37 ans, fut l'un des créateurs de "50 millions de consommateurs". C'est lui qui inventa l'expression "rapports qualité/prix".

Broché, 13 x 21, 472 pages, 1982, 79,00 F (franco : 94,00 F).

Arnaud de Villars

## LA MONTGOLFIÈRE, UN SPORT DANS LE VENT : TECHNIQUE ET PRATIQUE

A l'époque du Concorde et des records de vitesse, des aéronautes chevronnés ont su préserver le caractère nonchalant et le charme désuet des montgolfières. Dans cet ouvrage, premier du genre en français, Arnaud de Villars mêle avec adresse des informations techniques et pratiques sur le fonctionnement du ballon à air chaud, des renseignements sur la météorologie, la navigation... à des expériences passées ou plus récentes, vécues par des pilotes hors du commun. Il nous permet de mieux connaître ce sport, ses aléas et les sensations enivrantes qu'il procure. Avec compétence et humour, l'auteur nous emporte dans sa "drôle de machine", au-delà de nos paysages quotidiens, pour nous faire survoler des panoramas insolites.

Broché, illustrations couleurs, dessins noir et blanc, 17 x 24, 148 pages, 1982, 85,00 F (franco : 100,00 F).

Pierre Bourge et Jean Lacroux

## LE CIEL A L'ŒIL NU

Ce livre apprend d'abord à regarder le ciel et les phénomènes célestes, à repérer les constellations, les étoiles, les comètes, à l'aide d'explications claires s'appuyant sur des photos, des schémas et des cartes. L'ouvrage se termine par un mini-guide de l'astronome amateur qui mentionne les principales sociétés



## **POUR ATTIRER LA "PUB", PLAIRE AUX TÉLÉSPECTATEURS NATIONAUX... ET À CEUX DES VOISINS**

(suite de la page 79)

dre du milliard de francs, est au point. Seuls subsistent quelques problèmes techniques : trouver, par exemple, un tube à ondes progressives (pièce maîtresse de l'émetteur fixé sur le satellite) d'une puissance de 50 W, qui n'existe pas présentement sur le marché ; ou bien revoir la question de l'antenne émettrice, qui, pour éviter les trop grands "débordements", devra mesurer 3 m de diamètre, mais qui, avec une pareille taille, ne pourra pas être transportée par les versions d'*Ariane* disponibles en 1985<sup>(4)</sup>.

LUX-SAT aura quatre canaux, dont un de secours. Les trois autres relayeront des émissions en trois langues : français, allemand et néerlandais. Pour "alimenter" son satellite, la CLT achète depuis plusieurs années des droits de films : elle s'est ainsi constitué un stock de plusieurs centaines de titres. Dans cette même perspective, elle développe considérablement ses moyens de production : outre des studios ultramodernes installés à Luxembourg (RTL-Production) et à Paris (Vidéo-Télé-France et Vidéo-Centre international), elle a acquis la moitié de la *Vides*, l'une des plus dynamiques sociétés italiennes de production, qui finance les films de Fellini. Elle a également pris des participations dans la société anglaise Consolidated International et, en France, dans Gaumont, Télé-Union et DIC (Diffusion, information, communication). Parallèlement, elle met en place une politique d'échanges avec des maisons de production japonaises et américaines. Enfin, elle vient tout récemment de prendre des parts dans les studios de Billancourt et 50% du capital de la société *Hamster Films*. Tous ces préparatifs montrent que la CLT, malgré les difficultés et les pressions, ne s'avoue pas vaincue.

Dans le concert des projets européens, la Suisse veut, elle aussi, jouer sa propre partition. En mai 1980, un groupe de presse helvétique, en association avec des industriels britanniques, créait la société **TEL-SAT**, dont l'objet est le lancement et l'exploitation d'un satellite de télévision directe à vocation commerciale. Elle sollicitait aussitôt du Conseil fédéral (l'exécutif de la Confédération) que lui fussent concédés les canaux attribués à la Suisse par la conférence internationale de Genève.

Nous verrons plus loin le rôle ambigu joué par les Britanniques dans cette affaire. Pour le moment, bornons-nous à constater qu'aucune

décision n'a encore été prise. Il est vrai que le Conseil fédéral est lui-même entré dans la course, manifestant l'intention de prendre à son compte l'ensemble de l'opération et faisant effectuer des études dans ce sens. En principe, il doit donner sa réponse dans le courant de l'année. D'autre part, une consultation entreprise au cours de l'été 1980 auprès de quelque 80 organismes, associations et groupements, dégageait une majorité favorable à la télévision par satellite, mais assez réticente au projet commercial TEL-SAT. Il n'est donc pas exclu que l'on s'oriente vers une solution d'économie mixte.

Mais examinons plus en détail le projet TEL-SAT. Son promoteur, Jean-Claude Nicole, est un homme de presse. Pour assurer l'audience de sa future chaîne, il compte beaucoup sur les magazines, les reportages et les flashes d'information : sujets courts, vivants, traités à l'anglo-saxonne. 20 à 30% des programmes seront consacrés à ce genre d'émission. Le public visé se trouve à 80% hors de Suisse : par le jeu des "débordements", TEL-SAT escompte en effet toucher la France, l'Italie et l'Allemagne. Le financement proviendra de la publicité : à raison de 7 minutes par heure, celle-ci devrait rapporter entre 270 et 510 millions de francs suisses par an (860 à 1 630 millions de nos francs).

Devant le peu d'empressement du Conseil fédéral à lui donner le feu vert, TEL-SAT a déjà modéré ses ambitions : il ne demande plus à exploiter les cinq canaux affectés à la Suisse, mais seulement trois. Ceux-ci diffuseraient les mêmes programmes en trois langues : le français, l'allemand et l'italien ; seuls les journaux télévisés seraient spécifiques à chaque chaîne. Les deux canaux restants seraient offerts à d'autres participants, au gré du Conseil fédéral.

Techniquement, le satellite suisse ne pose pas de problèmes particuliers : le tube de 100 W dont il a besoin existe sur le marché. La réalisation de l'ensemble ne demanderait pas plus de trois années, et l'investissement nécessaire s'élèverait à 910 millions de francs suisses (environ 3 milliards de francs français). Deux dates de lancement avaient même été retenues auprès d'*Arianespace* : octobre 1984 et avril 1985, mais les atterrissements du Conseil fédéral ont d'ores et déjà repoussé l'opération, si elle se fait, au second semestre 1986.

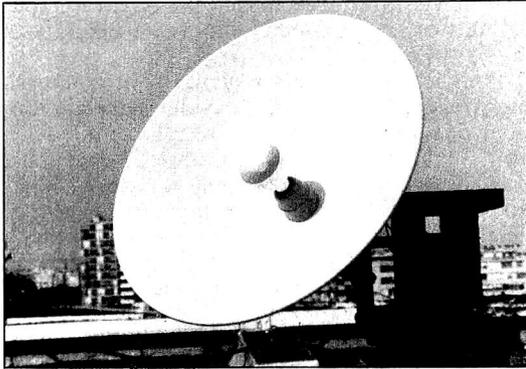
Le meilleur argument de TEL-SAT auprès des autorités helvétiques est que la Suisse ne doit pas laisser passer cette chance unique d'accéder aux marchés étrangers de la communication et d'inverser une situation qui n'a que trop duré : en effet, actuellement, un sur trois des journaux et revues vendus en Suisse vient de l'étranger ; d'autre part, plus de la moitié des citoyens helvétiques écoutent les radios et regardent les télévisions étrangères...

Curieusement, avançant à pas feutrés, c'est peut-être la **Grande-Bretagne** qui sera l'un des leaders de la télévision européenne par satellite. Il est vrai que les Anglais ont déjà une télévision originale, moitié publique, moitié privée.

(4) Ce problème sera d'ailleurs vraisemblablement résolu en 1986, date à laquelle *Ariane 4*, capable de contenir des antennes de 3,65 m de diamètre, devrait entrer en service.

La très honorable BBC régit deux chaînes libres de toute publicité ; un organisme privé, IBA (Independent Broadcasting Authority), en exploite une troisième dont la réclame constitue la seule source de revenus. On comprend, dans ces conditions, que le gouvernement britannique soit moins opposé que les autres gouvernements européens à un projet de télévision commerciale par satellite.

Pour le moment, IBA, qui s'est engagé dans



*Pour recevoir les émissions, l'antenne doit être pointée à 1 degré près vers le satellite. Elle doit en outre être associée à des circuits électroniques de transposition et d'amplification, sans quoi, véhiculer un signal à des fréquences de 11,7 à 12,5 GHz, (utilisées par le satellite) entraînerait trop de perte entre l'antenne et le téléviseur. Un coffret adaptateur, placé près du poste de télévision, assure deux fonctions principales : sélection et filtrage du canal ; démodulation de la porteuse pour restituer image et son.*

un ambitieux programme d'émissions matinales, et qui s'apprête à lancer une nouvelle chaîne avant la fin de l'année (la quatrième chaîne britannique), ne semble guère s'intéresser aux satellites. En revanche, la BBC, d'abord quelque peu réticente, serait aujourd'hui tout à fait disposée à utiliser, sous forme de deux canaux, les services d'un futur dispositif spatial. Le premier canal serait financé par une souscription auprès des téléspectateurs et diffuserait de grands films et des émissions en avant-première ; la modulation de cette chaîne payante serait codée afin d'être reçue par les seules personnes qui auraient acquitté les droits. Le second canal fonctionnerait grâce à une taxe d'équipement et rediffuserait les meilleurs programmes de deux chaînes publiques existantes. Comme on le voit, ces deux canaux ne coûteraient pas un penny au gouvernement de Sa Gracieuse Majesté.

Afin de fournir satellite et canaux aux éventuels candidats — entre autres à la BBC —, un consortium s'est créé sous l'égide de British Aerospace. Il vient d'obtenir du ministère de l'Intérieur britannique l'autorisation de mettre en place un système opérationnel comprenant

deux satellites en orbite (un en service, l'autre de secours) et un satellite de rechange entreposé à terre. Le lancement de BRIT-SAT pourrait avoir lieu fin 85 ou début 86.

Le type de ces satellites n'a pas encore été défini. Le consortium hésite entre un petit satellite à deux canaux, comme ECS, et un satellite lourd à cinq canaux, comme L-SAT. Le choix du modèle L-SAT repousserait de quelques mois la date du lancement. Le coût global de l'opération, c'est-à-dire la fabrication des trois engins, la mise sur orbite de deux d'entre eux, la construction et l'aménagement d'une station de contrôle et les primes d'assurance, oscillerait entre 750-900 millions de francs dans la première hypothèse (deux canaux), et 1250-1600 millions dans la seconde. A l'inverse, les frais d'exploitation d'un canal seraient moins élevés avec un gros satellite : 100 à 110 millions de francs par an pour un modèle L-SAT, contre 140 à 160 millions pour un modèle ECS<sup>(5)</sup>.

A qui seront destinées les émissions du satellite britannique de télévision directe ? Théoriquement, et normalement, aux habitants du Royaume-Uni. D'ailleurs, l'ellipse (la zone couverte par les signaux du satellite) accordée à la Grande-Bretagne par la conférence de Genève est assez restreinte et ne déborde guère le territoire national — contrairement, par exemple, à l'ellipse royale octroyée à la France, qui couvre également la Belgique, la Suisse, une partie des Pays-Bas, de l'Allemagne, de l'Autriche, de l'Italie et de l'Espagne. Cette attribution privilégiée est due à la Corse ; pour englober l'île, il a fallu singulièrement agrandir l'ellipse.

Pourtant, malgré ce handicap, les promoteurs du satellite britannique louchent fortement en direction du continent et du marché publicitaire qu'il représente. A cela deux raisons : d'une part, avec la quatrième chaîne, les téléspectateurs du Royaume-Uni vont être partiellement rassasiés ; d'autre part, la langue anglaise présente l'avantage d'être comprise dans une bonne partie de l'Europe. De plus, pour attirer la publicité, il n'y a pas trente-six recettes : il suffit d'offrir de bons programmes. Or, cela, les Anglais savent le faire : de l'avis de nombreux professionnels, leur télévision serait l'une des meilleures du monde.

Avec de tels atouts, il était fatal que certains se sentissent l'humeur conquérante. Aussi est-ce sans grand étonnement que l'on retrouve derrière tous les projets d'expansion les principales sociétés qui s'intéressent au satellite britannique. Le consortium d'abord, autrement dit la Satellite Broadcasting Corporation, qui regroupe British Aerospace, la banque Rothschild de Londres, British Telecom, GEC-Marconi ainsi que le groupe américain Western Union. La Satellite Television Company ensuite, dont les principaux actionnaires sont la Banque Barclays, les brasseries Guinness, la société de production et de distribution Trident Television,

(5) Voir lexique, p. 193.

## **SUR UN MARCHÉ EUROPÉEN DE 120 SATELLITES, LES BRITANNIQUES OCCUPENT UNE PLACE DE CHOIX**

des compagnies d'assurances et le groupe Thorn-EMI (6).

Seulement voilà : comment atteindre ce continent tant convoité quand on ne dispose pas d'un satellite à grands "débordements" ? Grosso modo, il y a trois méthodes.

**1° L'infiltration.** Si les émissions d'un satellite ne peuvent être reçues que dans de très mauvaises conditions par les petites antennes individuelles situées en bordure de l'ellipse, elles sont, par contre, parfaitement captées par des antennes de 2 à 3 m de diamètre. Naturellement, il n'est pas question que les particuliers fassent l'acquisition de ces coûteuses paraboles ; mais, sur une antenne de ce type, peut facilement être greffé un système de réception collective ou un réseau de télévision par câbles. Il est certain que les Britanniques songent en l'occurrence à la Belgique et à la Hollande, où des réseaux câblés déjà fortement implantés pourraient élargir l'impact de leur satellite.

**2° La participation.** Un autre moyen d'accéder au continent est de s'associer à une opération européenne en cours, de préférence à un satellite dont le cône d'émission débordera largement sur les pays voisins. Voilà qui explique la présence surprenante de sociétés britanniques dans le projet suisse TEL-SAT. Quelles sont ces sociétés ? Ne cherchez pas plus longtemps : la Satellite Broadcasting Corporation et la Satellite Television Company, évidemment.

**3° L'utilisation des dispositifs déjà en service.** Il ne s'agit plus cette fois de transmettre des émissions par un satellite de télévision, mais par un satellite de télécommunications, à la manière de l'actuelle Mondiovision. Certes, dans ce cas, les émissions ne peuvent pas être reçues directement par les particuliers, mais elles peuvent très bien être captées par des stations spécialisées et être rediffusées par des réseaux câblés. Déjà, Brian Haynes, l'un des directeurs de la Satellite Television Company (encore elle !), procède à quelques "essais" avec le satellite européen de télécommunications OTS (?). Depuis le 1<sup>er</sup> mars dernier, il émet, entre 20 h 10 et 21 h 30, en direction de Malte. « Nous ne transmettons que des mires de réglage », se défend-il devant le tollé provoqué par son initiative. Mais, entre des mires et des émissions, il n'y a qu'un tout petit pas qui ne tardera pas à être

franchi. Sinon, pourquoi avoir demandé — et obtenu — des autorisations de diffuser sur la Norvège (vers 7 stations de réception) et sur la Finlande (vers 3 stations de réception) ?

D'ailleurs, l'entrepreneur M. Haynes ne compte pas s'arrêter en si bon chemin. Il envisage dès maintenant de louer des canaux du satellite européen de télécommunications ECS (8), qui sera lancé dans le courant de l'année. En attendant, il achète discrètement des droits de films pour la Norvège, la Finlande et Malte. Mais le véritable objectif de cette opération tous azimuts est, personne ne l'ignore, la Belgique et les Pays-Bas.

Pour le moment, ces pays lui sont inaccessibles puisqu'il est obligé de coder ses émissions pour que seuls ses destinataires puissent le recevoir. Seul l'industriel qui fabrique les décodeurs possède la clé du cryptage ; il s'agit de la société américaine OAK qui a récemment ouvert une filiale aux Pays-Bas. On ne peut pas lui acheter plus de décodeurs qu'il n'y a de stations de réception autorisées. Est-ce un hasard si, à la douane norvégienne, on a trouvé 9 décodeurs pour les 7 stations de réception autorisées, soit 2 de trop ?

Comme on le voit, les Anglais sont extrêmement présents dans la grande compétition des satellites de télévision. D'autant plus présents, du reste, que, par l'intermédiaire de British Aerospace, ils occupent une place de choix dans le programme L-SAT, le puissant satellite européen de télécommunications et de télévision développé par l'Agence spatiale européenne (ESA), et dont la construction vient de commencer (9). Ce programme fait suite au projet H-SAT qui avait dû être abandonné quand la France et l'Allemagne s'en retirèrent pour faire leurs propres satellites (cf. *Science & Vie* n° 750). « Les Français et les Allemands ont fait le pari que le programme européen ne pourrait pas se faire sans eux, dit-on du côté de l'ESA. Eh bien, ils ont perdu, et ils regretteront bientôt de ne pas être restés les leaders de ce programme. » Les partenaires d'hier étant devenus les concurrents d'aujourd'hui, il est en effet probable que le marché mondial se rétrécira pour les Français et les Allemands. D'après les estimations de l'Agence spatiale européenne, la demande d'ici à 1995 s'élèverait à 120 satellites, compte non tenu des États-Unis, de l'URSS et du Japon, considérés comme des marchés fermés. Or, la société British Aerospace espère enlever à elle seule un tiers des commandes, soit environ 40 satellites. Autant de moins pour notre industrie et celle de nos voisins d'outre-Rhin.

A cet égard, l'une des forces du programme de l'Agence européenne de l'espace est d'avoir su rallier **les Canadiens**. Outre leur savoir-faire en la matière — ils ont été les premiers à expéri-

(6) Ce groupe contrôle une société de production (Thames TV), une agence d'actualités télévisées (UPI-IN) et une maison de disques (EMI). Il fabrique aussi des téléviseurs et s'occupe de matériels de location.

(7 et 8) Voir lexique, p. 193.

(9) Participent au programme L-SAT, par ordre d'importance : le Royaume-Uni (34,3%), l'Italie (32,8%), les Pays-Bas (11,8%), le Canada (9%), l'Espagne, le Danemark et l'Autriche.

menter, avec **HERMES** et **ANIK-B**<sup>(10)</sup>, des satellites domestiques —, ils ont la volonté de se démarquer des Etats-Unis et offrent en conséquence un marché intérieur prometteur : d'ici à 10 ans, ils auront besoin de 5 ou 6 satellites pour couvrir leur immense territoire.

Devant ces perspectives peu réjouissantes pour nos industriels, certains spécialistes commencent à se demander si nous avons réellement fait le "bon choix" et si, plutôt qu'un sa-

**L-SAT**, lui, est un satellite polyvalent capable de remplir des missions de télécommunications et de télévision directe. Sur ses 5 canaux, deux sont destinés à la télévision. Le premier sera attribué à l'Italie, la RAI, organisme officiel de radio-télévision de la Péninsule, espérant bien par ce moyen émerger au milieu des multiples chaînes privées qui ont surgi ces dernières années dans tout le pays. Quant au second canal, il serait réservé à un programme européen uni-

## PETIT LEXIQUE DE LA TÉLÉVISION SPATIALE

**TDF 1**, satellite français de radiodiffusion directe à trois canaux. Financé par le gouvernement français. Convention signée le 29 avril 1980. Lancement prévu mi-85.

**TV-SAT**, satellite allemand de radiodiffusion directe à trois canaux. Financé par la RFA. Construit sur le même modèle que TDF 1 dans un programme commun. Lancement prévu début 85.

**LUX-SAT**, projet de satellite luxembourgeois de radio-diffusion directe à trois canaux. Sera financé par la Compagnie luxembourgeoise de télédiffusion. Lancement prévu premier semestre 86.

**TEL-SAT**, projet de satellite suisse de radiodiffusion directe à 5 canaux, dont trois canaux seraient réservés à un groupe de presse helvétique en association avec des industriels britanniques. Lancement prévu en 86.

**BRIT-SAT**, satellite britannique de radiodiffusion directe à 2 ou 5 canaux. Financé par des capitaux privés. Lancement prévu fin 85-milieu 86.

**TELE-X**, satellite financé par le gouvernement suédois. En plus de la télévision directe, il assurerait quelques fonctions de télécommunications. Utilisera la plate-forme franco-allemande. La Norvège et la Finlande voudraient s'y associer. Lancement prévu mi-86.

**NORD-SAT**, projet de satellite nordique couvrant la Suède, la Norvège, la Finlande, le Danemark et l'Islande. Aujourd'hui abandonné et remplacé en partie par le satellite TELE-X.

**L-SAT** (Large Satellite), satellite européen de radiodiffusion directe et de télécommunications à 5 canaux. Financé par la Grande-Bretagne, l'Italie, les Pays-Bas, la Belgique, le Canada, l'Espagne, le Danemark et l'Autriche, sous l'égide de l'Agence spatiale européenne. Lancement prévu premier semestre 86.

**OTS** (Orbital Test Satellite), satellite expérimental européen de télécommunications. Lancé en 1978 par l'Agence spatiale européenne. Les démonstrations de télévision point à point et de transmissions numériques étaient coordonnées par Eutelsat (voir

ci-dessous). Ce satellite qui n'avait qu'une durée de vie théorique de trois ans, est toujours sur orbite, mais sera remplacé par ECS.

**ECS** (European Communications Satellite), satellite européen opérationnel de télécommunications qui sera lancé en mai 82 par l'Agence spatiale européenne. Assurera des fonctions de téléphonie, de transmission de données et de télévision point à point. Sur ses 9 canaux, 2 seront réservés à l'Eurovision.

**ATS-6** (Application Technology Satellite), premier satellite américain de diffusion directe. Lancé en 1974 par la NASA. Utilisé en Inde pour des expériences de télévision éducative.

**HERMES**, satellite conçu et réalisé par le ministère canadien des Communications en collaboration avec la NASA et l'Agence spatiale européenne. Lancé en 1976. Diffuse des programmes expérimentaux de télévision vers des petites stations terrestres.

**ANIK-B**, satellite canadien lancé en 1978. Premier satellite domestique capable de fournir des services commerciaux dans les deux bandes de fréquences 6-4 GHz et 14-12 GHz. Peut servir à la radiodiffusion directe.

**ESA** (ou ASE), Agence spatiale européenne. Créé en 1975, cet organisme, dont le siège est à Paris, a pour mission d'assurer, à des fins pacifiques, la coopération entre États européens dans le domaine spatial.

**EUROSATELLITE**, consortium franco-allemand chargé de la réalisation des satellites français TDF 1 et allemand TV-SAT. Le capital d'Eurosatellite est réparti entre les sociétés allemandes MBB et AEG-Telefunken, belge ETCA, suédoises SAAB et LM Erikson et françaises Aérospatiale et Thompson-CSF.

**EUTELSAT**, association d'administrations de télécommunications des différents pays européens qui utilisent la personnalité juridique de l'administration française.

**CNES**, Centre national d'études spatiales. □

tellite de télévision directe, nous n'aurions pas mieux fait de mettre en œuvre un satellite mixte, offrant à la fois des possibilités de télévision et de télécommunications. C'était d'ailleurs l'une des suggestions contenues dans le fameux rapport confidentiel que M. Cannac, alors président de Havas, avait remis à M. Giscard d'Estaing. L'idée était judicieuse, car tous les pays du tiers monde n'auront pas les moyens de s'offrir deux types différents de satellite.

que souhaité par un certain nombre de pays de l'Union européenne de radiodiffusion.

Restent, dans cette revue des effectifs, la France et l'Allemagne. Depuis la convention signée le 29 avril 1980 par les ministres de l'Industrie des deux pays, convention concrétisant l'accord d'octobre 1979, le programme franco-allemand avance de façon satisfaisante. On aborde maintenant la phase concrète, le contrat définitif venant d'être passé avec le constructeur, Eurosatellite<sup>(11)</sup>, pour un montant de 1,2

(10) Voir lexique ci-dessus.

(11) Voir lexique ci-dessus.

## **EN 1985, LA FRANCE POURRAIT THÉORIQUEMENT DISPOSER DE NEUF CHÂÎNES, MAIS ...**

milliard de francs. Si tout se passe bien, comme le laisse présager l'efficacité de la collaboration franco-allemande, déjà rodée avec la construction du satellite de télécommunications Symphonie, c'est le **TV-SAT germanique** qui partira le premier, au début de l'année 1985, suivi à quelques mois par le **TDF 1 français**. Au cas où TV-SAT aurait du retard, TDF 1 le précéderait.

Si donc, sur le plan industriel, les choses sont en bonne voie, il n'en est pas de même sur le plan des applications, c'est-à-dire de l'utilisation de cette petite merveille technologique qu'est un satellite de télévision directe. On peut même dire qu'en France, sur ce point capital, nous sommes dans le plus épais brouillard. Tentons néanmoins d'apporter quelque lumière, et, pour cela, commençons par résumer la situation.

Notre pays possède actuellement 3 chaînes de télévision terrestres (TF1, A2, FR3), ainsi qu'un vieux réseau VHF 819 lignes qui diffuse les programmes de TF1 à l'intention des 100 000 téléspectateurs qui ont encore un poste en noir et blanc datant d'avant 1963. D'autre part, la conférence de Genève, qui a réparti les positions et les fréquences des satellites, a alloué à la France, comme d'ailleurs à l'Allemagne, 5 canaux. Ainsi, en 1985, nous pourrions théoriquement disposer de 9 chaînes de télévision ! En fait, nous serons très loin du compte.

● Première restriction : le TV-SAT allemand et le TDF1 français, considérés comme "préopératoires", ne seront équipés que de 3 canaux (notons au passage, pour nous en étonner, que, dans le cas du LUX-SAT de la Compagnie luxembourgeoise de télévision et du TEL-SAT suisse, on ne parle pas de stade préopératoire ; on passe directement au modèle définitif).

● Deuxième restriction : au lieu de se servir de ces trois canaux pour créer trois nouvelles chaînes, les autorités françaises projettent d'en utiliser deux pour retransmettre tout ou partie des programmes de TF1 et d'A2. Et cela bien qu'il soit prévu que les deux chaînes en question continueront d'être diffusées par le réseau terrestre pendant au moins une vingtaine d'années !

● Troisième restriction : le vieux réseau VHF 819 lignes, qui doit être libéré dans le courant du mois de mai, sera vraisemblablement affecté au service de vidéotex "Antiope". Il a été question un moment de reprendre cette définition pour créer une chaîne payante qui n'aurait pas de films ; moyennant une contribution de 110 francs par mois, les amateurs auraient eu

à leur disposition un décodeur et une carte magnétique destinée à l'actionner. Hélas, ce projet a fait long feu, au grand dam des gens de cinéma qui y voyaient une source substantielle de revenus.

● Bilan : au lieu des neuf chaînes qu'ils pouvaient espérer, les Français n'en auront que quatre : les trois actuellement en service, plus celle que diffusera le troisième canal du satellite.

Encore cette quatrième chaîne paraît-elle être une chaîne de trop, à en juger par le flou des projets qui la concernent. Et pourtant que de plans n'a-t-on pas tirés sur cette comète ! Du temps du pouvoir giscardien, Europe 1, Matra, Hachette et la Sofirad avaient proposé des solutions qui semblaient intéresser les pouvoirs publics. Aujourd'hui, le pouvoir a changé de main, les sociétés en question ont remis leurs dossiers, et l'incertitude est plus grande que jamais. Une seule chose paraît acquise : on ne se servira pas du troisième canal pour relayer les émissions de FR3, pour la bonne raison que cette chaîne à vocation régionale diffuse à certaines heures des programmes spécifiques à chacune de ses stations.

A vrai dire, le grand embarras que provoque la télévision de l'espace provient du fait qu'elle accroît les capacités techniques et franchit les frontières. Non seulement elle permet de multiplier les chaînes, mais elle ouvre aux chaînes étrangères les territoires nationaux, deux choses que ne saurait tolérer, chez nous, le sacro-saint monopole. Quel État en effet serait capable de financer 9 chaînes de télévision ? Aucun. Dans une telle hypothèse, il devrait forcément en concéder quelques-unes au privé. Pas question, clame le monopole ; plutôt limiter le nombre de chaînes ! De même, il n'est pas pensable qu'on laisse les Français prendre leurs informations sur des chaînes étrangères, qu'on leur donne la possibilité de voir des films même le samedi soir, au grand préjudice de l'industrie cinématographique hexagonale. Car ils seront capables de tout, ces étrangers, pour "rafler" le maximum d'audience !

Force est de reconnaître qu'en France le monopole a la vie dure, même si, depuis le changement, on préfère parler de "service public". Mais, quelle que soit l'appellation, le dessein reste le même : contrôler la télévision, avec la conviction que, par ce moyen, on détient tous les pouvoirs. « Rien de plus faux, affirme M. Frydman, président de Médiavision et défenseur résolu des chaînes privées. La meilleure preuve, c'est que la télévision n'a pas empêché le départ du général de Gaulle, ni la chute de M. Giscard d'Estaing. » Par un chemin différent, M. Jean d'Arcy, président de la commission Satellite au haut comité de l'Audiovisuel, parvient à une conclusion identique : « La télévision spatiale, nous a-t-il déclaré, marque la fin des monopoles ; les frontières disparaissent peu à peu ; la souveraineté nationale ne veut plus rien dire. Pourquoi, dans ces conditions,

s'acharner à vouloir faire entrer des outils neufs dans des structures périmées ? »

Mais les habitudes sont plus fortes que le raisonnement. Le gouvernement français, non content de limiter le nombre des chaînes nationales, cherche aussi à éviter que des télévisions étrangères viennent envahir notre pays. Dans ce but, le Premier ministre a chargé M. Jacques Thibau, ancien directeur adjoint d'Antenne 2 et membre de la commission Moinot, de préparer le terrain en vue d'une grande négociation européenne. Pèlerin du monopole et de la culture française réunis, M. Thibau vole d'un pays à l'autre, faisant la tournée des ministères et des organismes de radiodiffusion, tentant de persuader les uns et de dissuader les autres. « D'étrangler la télévision commerciale », murmurent les mauvais esprits.

Officiellement, il s'agit d'établir un code européen de bonne conduite, une sorte de police des ondes, d'empêcher que ne se créent des "paradis télévisuels", comme il existe des paradis fiscaux. Actuellement, c'est à Bruxelles, à Bonn et à Rome que les négociations sont le plus avancées. Mais le temps presse : il est indispensable qu'un accord soit intervenu avant le lancement des satellites...

**En attendant, on ne sait toujours pas ce que l'on va mettre sur la quatrième chaîne** — ou sur le troisième canal du satellite, si l'on préfère. Du côté de l'Élysée, les conseillers de M. Mitterrand, s'ils reconnaissent volontiers l'importance des enjeux économiques, sociaux et culturels que représente le développement industriel des satellites, expliquent que la question du contenu de la nouvelle chaîne n'est pas un problème prioritaire, que le président a d'autres chats à fouetter, et que, de toute façon, il faut se donner le temps de la réflexion. Pousés dans leurs retranchements, ils suggèrent : « On pourrait peut-être développer les coproductions européennes. »

Nous y voilà ! Alors que le vœu secret de chaque pays est d'inonder ses voisins tout en protégeant scrupuleusement ses frontières, on va se contenter d'envoyer de l'anodin pour être sûr de ne rien recevoir de gênant. Cela arrangerait en effet bien des gouvernements que les nouvelles chaînes, réduites à leur plus simple expression, n'en fassent plus qu'une, la même pour tous les pays : une grande chaîne à vocation culturelle qui ne transmettrait que des ballets, des opéras, des manifestations littéraires ou artistiques.

Mais est-on certain de passionner les foules avec une telle télévision ? Lors du colloque qui s'est tenu à Liège il y a deux ans, un représentant de la radio-télévision belge (RTBF) faisait remarquer que, dans le cadre de l'Eurovision, seules les rencontres sportives et les émissions du type "Jeux sans frontières" ou "Grand Prix de la chanson" avaient du succès. Or, si ces retransmissions recueillent la faveur du public, ce n'est certainement pas à cause de leur caractère européen, mais parce que, faisant appel à l'es-

prit de compétition, elles chatouillent les orgueils nationaux.

Cela dit, l'idée d'une chaîne européenne n'est pas une nouveauté. C'est le chancelier Schmidt qui l'a émise le premier dans un discours prononcé à la Sorbonne au début de l'année 1981. Si elle a pu trouver un écho favorable dans certains milieux politiques et culturels, il est certain qu'en revanche elle n'intéresse nullement les promoteurs des futurs satellites commerciaux, qu'ils soient suisses, anglais ou luxembourgeois. Pour eux, la recherche de l'audience passe avant l'hypothétique éducation d'une conscience européenne.

En fait, la décision du gouvernement français, actuellement différée sous prétexte de réflexion, dépendra surtout de ce que feront le Luxembourg, la Suisse ou la Grande-Bretagne. Si ces pays lancent des satellites à vocation commerciale, la France se verra dans l'obligation de lancer une contre-offensive qui ne pourra en aucune façon être culturelle. Sinon, elle perdra rapidement la maîtrise de son marché publicitaire. Si, au contraire, nous parvenons à un accord avec nos voisins, si nous arrivons à éviter les "débordements" intempestifs, alors toutes les solutions seront possibles, sauf, bien entendu, celle de la privatisation totale. La quatrième chaîne pourra être soit européenne, soit nationale, soit payante, soit éducative et culturelle, soit réservée à la diffusion de films ou à la rediffusion d'émissions à succès. Ou même, comme on nous l'a laissé entendre, tout cela à la fois, à la demande, sans discrimination, avec parfois la participation de sociétés privées, mais toujours sous le contrôle du service public. En somme, on testerait les diverses possibilités jusqu'à déterminer celle qui marche le mieux.

Répétons-le : pour le moment aucune décision n'est prise. Dans les diverses administrations concernées, on accumule les études et les projets. Tous les cas sont envisagés, y compris les cas de conscience. Si l'on en croit certaines rumeurs, il pourrait y avoir un grand débat public avant la fin de l'année.

**La pénurie des programmes.** Au-delà des attributions de la quatrième chaîne, c'est là un autre problème que posent les satellites, le français comme les autres. Comment va-t-on alimenter toutes ces nouvelles chaînes en gestation ? Actuellement déjà, pour remplir leurs grilles, les diverses télévisions européennes doivent avoir recours aux productions américaines, bien qu'il soit de mode de les décrier. Qu'en sera-t-il dans quelques années, quand la concurrence fera rage ? Regardons ce qui s'est passé en Italie : assaillie par plusieurs centaines de stations locales, en l'absence de toute réglementation et de toute concertation, la télévision nationale italienne, la RAI, a vu son audience baisser de plus de 20% ; aussi, pour tenter de redresser la barre, a-t-elle été obligée de quadrupler ses achats à l'étranger, et aujourd'hui elle diffuse quatre ou cinq films par semaine au lieu de deux précédemment.

## **DES PROGRAMMES OÙ POPULAIRE NE SE CONJUGUE PAS AVEC MÉDIOCRE ET CULTUREL AVEC ENNUYEUX**

A l'échelle de la planète, la demande de programmes est générale. 450 millions d'écrans de télévision, dont 180 millions en Europe et 150 millions en Amérique du Nord, attendent leur ration quotidienne. A Cannes, lors du dernier MIP-TV, un des principaux marchés internationaux d'émissions de télévision, quelque 15000 programmes étaient offerts aux acheteurs du monde entier. En une semaine, 102 millions de dollars (plus de 600 millions de francs) ont changé de main.

Jusqu'à présent, les droits de diffusion d'un programme pouvaient être vendus à plusieurs pays à la fois, même voisins. Demain, quand les satellites couvriront plusieurs territoires, il deviendra quasi impossible de vendre le même film à la France, à la Suisse et au Luxembourg, par exemple. Tout programme diffusé par l'un de ces pays sera inutilisable dans les deux autres. C'est pourquoi les augures prévoient une pénurie pour le milieu des années 80. Or, toute pénurie s'accompagne d'une flambée des prix : non seulement les programmes disponibles seront rares, mais ils seront chers. Déjà certains financiers avisés constituent des stocks de films !

**Il est donc urgent de relancer la production, tant publique que privée.** En France, ce ne sera pas facile. Une quinzaine d'entreprises spécialisées se partagent le marché, dont Technisonor (filiale de la SOFIRAD) et surtout la SFP (Société française de production). En principe, le monopole de production n'existe plus, mais les pouvoirs publics, en obligeant les sociétés de télévision à s'approvisionner en priorité auprès de la SFP, qui accuse en permanence un déficit crucial, l'ont plus ou moins recréé. Aujourd'hui, la SFP accapare plus de 80% des dépenses engagées par TF1, A2 et FR3 auprès des sociétés de production françaises, tandis que le chiffre d'affaires global des entreprises privées a baissé d'au moins 30%. D'après leurs prévisions, ces entreprises, qui déjà ne tournent plus que quelques mois par an, sont pratiquement condamnées d'ici à 1983.

Quant à la production cinématographique française, grande pourvoyeuse de nos diverses chaînes, elle n'est guère aidée non plus par la télévision. Avec un peu plus de 200 films par an, elle se situe au deuxième rang mondial, loin toutefois derrière celle des États-Unis, et plus loin encore des besoins de la télévision de demain. Mais comment pourrait-elle se développer et atteindre un niveau compatible avec la demande quand notre actuelle télévision, qui

consomme quelque 500 films par an, dont plus de la moitié sont français, ne consacre que 3% de son budget à l'acquisition des droits de projection. De ce point de vue, une comparaison est éloquent : les spectateurs des salles, qui représentent 4% du public des films, assurent à eux seuls 88% des recettes du cinéma, tandis que les téléspectateurs, qui représentent 96% du public, ne fournissent que 12% des recettes.

Il est donc temps que, en France aussi, on prenne conscience des besoins que va créer la nouvelle télévision, ainsi que des formidables débouchés que va offrir le marché mondial des programmes. Nous qui ambitionnons d'exporter un grand nombre de satellites, pourquoi ne chercherions-nous pas également à exporter davantage d'émissions et de films ? Le public américain, par exemple, commence à réclamer du "culturel", un genre que, précisément, nos nouveaux gouvernants veulent développer sur nos petits écrans. Malheureusement, au vu des présentes réalisations, il apparaît clairement que nous avons encore beaucoup à apprendre dans ce domaine. Des Américains justement !

Sur ce que devrait être les futurs programmes, les avis ne manquent pas. « Il faut faire des émissions où populaire ne se conjugue pas avec médiocrité, et culturel avec ennui », réclame le sénateur Cluzel. « Même sans la venue des satellites, il devient nécessaire d'internationaliser les programmes », estime pour sa part Jean Rouilly, qui s'occupe des coproductions et des achats à Antenne 2. Et d'expliquer : « Il y a peu d'idées originales susceptibles de faire de bonnes émissions ; on a donc intérêt à s'associer, afin de partager les trouvailles intéressantes (12). » Pierre Sabbagh, l'un des pionniers de la télévision française, pense, lui, que, pour attirer le public, il ne suffit pas de faire de temps en temps une bonne émission : « Ce qui est important, c'est la programmation ; une émission, ce n'est qu'un mot au milieu d'une phrase. » Quant à M. Belingard, chef de cabinet du président d'Antenne 2, il ne voit qu'un moyen pour contrer les télévisions commerciales "racoleuses" : « Il faudra faire de la très grande qualité : de grands documentaires, des œuvres prestigieuses, tel le *Zola* de Stellio Lorenzi. Bien sûr, cela coûtera cher : *Zola* est revenu à environ 1 milliard de centimes. Mais nous n'avons pas le choix. Alors, il faudra essayer de rentabiliser ces opérations, en s'associant, par exemple, avec des maisons d'édition pour fabriquer plusieurs produits à partir du même sujet : une émission de télévision, un livre, un disque, une cassette vidéo, etc. »

On n'a pas encore de quatrième chaîne, mais on a des idées !

Les télévisions privées, elles, ne s'embarrasse-

(12) Antenne 2 vient précisément de signer des accords de coproduction avec les États-Unis. Ils concernent un documentaire sur le Vietnam, en cours de réalisation, et deux séries de prestige : l'une sur le cerveau et le comportement humain, l'autre sur la *Planète Océan*.

ront pas de considérations aussi subtiles ; elles iront droit à l'essentiel : l'audience. Pour récolter le maximum de publicité, il leur faudra en effet obtenir le maximum d'écoute. Pour cela, une seule méthode : flatter les goûts des téléspectateurs. Or, quels sont les goûts des téléspectateurs français, qui regardent leur poste en moyenne 2 h 11 par jour (contre 3 h 52 pour les Américains) ? Bien qu'il soit extrêmement difficile d'avoir accès aux taux d'écoute relevés pour chaque émission par le Centre d'études d'opinion (CEO), qui dépend directement du Premier ministre, on peut cependant se faire une idée des préférences de nos concitoyens d'après les réponses faites par un échantillon d'entre eux à un récent questionnaire du même CEO : on y découvre que les films recueillent 57,5% des suffrages favorables, les journaux télévisés 37,4%, les variétés 31,3%, les retransmissions sportives 29,2%, mais les concerts ou les opéras seulement 7%. En conséquence, il ne faut pas s'attendre à voir souvent le Philharmonique de Vienne ou la Scala de Milan sur les chaînes commerciales ; en revanche, le cinéma, la chansonnette et les matches de football y auront droit de cité. Audience oblige !

Mais laissons là cette future foire d'empoigne pour revenir au satellite. Paradoxalement, le lancement de TDF 1 pourrait accélérer le développement sur notre territoire de la télévision par câbles. Si nous parlons de paradoxe, c'est qu'en effet il peut paraître singulier qu'un système conçu pour être reçu par des antennes individuelles, soit finalement distribué par des réseaux collectifs. Mais, à cela, il existe plusieurs explications.

● D'abord, le coût des antennes. Selon les premières estimations, le prix d'une parabole de 90 cm de diamètre, accompagnée d'un sélecteur-démodulateur (la "boîte noire" placée à côté de chaque poste de télévision), tournerait, pose comprise, autour de 2000-3000 francs. Or, une enquête effectuée à Biarritz en 1980 a montré que 83% des personnes interrogées n'étaient pas disposées à dépenser plus de 1000 F pour recevoir les programmes du satellite. Ajoutons que le prix avancé paraît pour le moins utopique. En premier lieu, parce qu'il suppose une production de masse ; ensuite, parce qu'il ne tient pas compte des problèmes particuliers qui ne manqueront pas de se poser au moment de l'installation. Par exemple, dans les endroits venteux, il faudra obligatoirement renforcer l'ancrage de ce grand disque qui exige d'être pointé, au degré près, en direction du satellite, et dont la prise au vent correspond à une poussée d'environ 100 kg. Certes, on pourra éventuellement le placer dans un coin de jardin abrité, mais il faudra alors le protéger du vol...

● D'autre part, si une seule antenne sera suffisante pour capter les émissions du satellite français et celles du satellite luxembourgeois — qui auront la même position orbitale et les mêmes spécifications techniques —, il faudra une ou plusieurs autres antennes, ainsi qu'une "boîte

noire" un peu plus perfectionnée, pour recevoir les programmes des satellites anglais, allemand, suisse ou scandinave. On imagine mal chaque foyer français transformé en petit Pleumeur-Boudou ! A moins que l'on ne mette au point un système de pointage automatique ; mais celui-ci risque d'être très onéreux.

● Enfin, même sans être un partisan acharné de la protection des sites, on peut ne pas trouver souhaitable que tous les toits de France soient affublés de ces vastes soucoupes. Au nom du progrès, on n'a pas le droit de transgresser la plus élémentaire esthétique.

**La distribution par câbles** représente la solution susceptible de pallier tous ces inconvénients et permettre en même temps au satellite de toucher rapidement une majorité des téléspectateurs. Il va de soi qu'il ne saurait être question de couvrir la France entière d'une gigantesque toile d'araignée à laquelle viendraient se raccorder tous les postes récepteurs de l'Hexagone. La longueur de câble requise pour un tel quadrillage, le coût de la pose, la nécessité d'installer des milliers d'amplificateurs et de relais, exigeraient des investissements colossaux, qu'il serait impossible de rentabiliser. Financièrement parlant, un réseau câblé, pour rester intéressant, ne peut guère dépasser une zone de 30 km autour de la station centrale de réception. Il convient donc parfaitement aux villes et aux régions urbanisées. Pour l'habitat dispersé et les maisons isolées, on aura recours aux antennes individuelles — ce qui, soit dit en passant, justifiera l'existence du satellite de télévision directe.

Un autre avantage de la distribution par câbles : elle permet d'étaler dans le temps et de répartir sur un grand nombre de personnes le coût de la réception (approximativement, chaque utilisateur devra acquitter 600 francs de frais de raccordement et 280 francs d'abonnement annuel). Elle permet également d'offrir aux usagers, en plus des programmes classiques de télévision, différents services originaux : chaîne payante (ne diffusant que des films, par exemple), télé-alarme (ou télé-surveillance), télé-jeux, accès à des banques de données, et même télévision interactive (ou bidirectionnelle, c'est-à-dire donnant la possibilité aux abonnés, grâce à un clavier, de répondre à des questions ou de communiquer avec les stations ; dans un tel système, la transmission d'informations se fait à la fois dans le sens émetteur-récepteur et dans le sens inverse).

Devant le marché que représente ce nouveau type de communication, les industriels concernés sentent l'eau leur monter à la bouche. Au sein du GIEL (Groupement des industriels électroniques), ils ont créé une instance spéciale, la CODITEC (Commission de distribution de télévision par réseaux câblés), où sont représentés des groupes puissants, comme Philips, la CGE ou G3S, et des sociétés de moindre envergure, comme SADITEL ou VELEC SEFAT. Leur principale préoccupation est de convaincre les

## L'ENTHOUSIASME DES INDUSTRIELS FREINÉ PAR LA MÉFIANCE DU SACRO-SAIN MONOPOLE

pouvoirs publics — qui, jusqu'à présent, avaient fait la sourde oreille — des mérites de la télévision par câbles. Ils ne sont pas opposés au satellite, qu'ils considèrent comme une belle réussite technique, mais ils estiment que les câbles offrent encore plus de possibilités et peuvent rendre encore plus de services. Un de leurs arguments majeurs en cette période de crise est que, s'ils avaient le feu vert, 30 000 emplois nouveaux pourraient être créés, tant dans le secteur électronique que dans le génie civil<sup>(13)</sup>.

La CODITEC évalue le marché potentiel français à 45 milliards de francs, sur la base du raccordement de 15 millions de foyers au prix unitaire moyen de 3 000 F<sup>(14)</sup>. Au rythme de 1 million de foyers par an, cela représente un chiffre d'affaires annuel de 3 milliards, auquel on peut espérer ajouter 1 milliard à l'exportation.

A la lecture de ces chiffres, on comprend mieux l'enthousiasme des industriels pour les réseaux câblés. D'autant que l'amortissement pourrait être accéléré et la rentabilité accrue par les ressources procurées par la publicité (à condition, bien sûr, qu'elle soit autorisée) et par les divers services payants offerts en sus des programmes TV.

Alors pourquoi l'État se fait-il tirer l'oreille ? Parce que, plus encore que les satellites, la distribution par câbles menace le monopole. Comment ? Pour répondre de façon plus précise à cette question, il faut établir une distinction entre trois types de réseaux câblés.

**1. Le réseau collectif.** Il n'est ni plus ni moins que la mise en commun d'une antenne sur le toit. Le plus souvent, il dessert un immeuble et appartient soit au propriétaire du bâtiment, soit à ceux qui l'occupent. A priori, il ne menace en rien le monopole, puisqu'il ne sert qu'à distribuer la télévision officielle. Toutefois, nous le verrons, certaines violations sont possibles. En toute légalité.

**2. Le réseau communautaire.** Il se compose généralement d'une station centrale de réception dotée d'une antenne beaucoup plus importante et plus sensible que les antennes individuelles, et d'un réseau de câbles qui alimente des centaines, voire des milliers de foyers. Il sert à sup-

primer les "zones d'ombre" créées par la configuration du terrain ou les nuisances extérieures. Il est également utilisé lorsque, pour protéger un site, on veut éviter le foisonnement des antennes individuelles (au Mont Saint-Michel, par exemple). On le rencontre encore dans les zones frontalières, où les fréquences étrangères brouillent parfois les émissions françaises. Cependant, dans ces zones, l'intérêt du réseau communautaire est ailleurs. La loi, en effet, qui fait obligation à ce type de réseau de retransmettre les chaînes nationales, autorise la diffusion de tout programme, même étranger, reçu "normalement" par voie hertzienne. Comme cette "normalité" n'est définie par aucun critère, qu'elle n'est liée ni à la taille de l'antenne ni à la qualité des images, les réseaux communautaires frontalières servent à leurs abonnés toutes les chaînes étrangères qu'ils sont en mesure de capter. Dernière précision : étant installé sur le domaine public, le réseau communautaire doit se soumettre à la législation en vigueur. Théoriquement, il ne menace donc pas le monopole ; mais les libertés prises par les réseaux frontalières montrent qu'il est possible de le contourner.

**3. La télédistribution proprement dite.** En gros, l'infrastructure est la même que pour un réseau communautaire, mais la station de réception se double d'une station d'émission. Un réseau de télédistribution ne se borne pas en effet à retransmettre les diverses chaînes de télévision qu'il parvient à capter, il fournit aussi à ses abonnés des programmes originaux : films, émissions enregistrées dans ses propres studios, informations locales, services divers. Bref, une véritable télévision à la carte. Exception faite de quelques cas marginaux sur lesquels nous allons revenir, la télédistribution proprement dite n'est pas encore admise en France. Par la multiplicité des programmes qu'elle autorise, elle constituerait une atteinte permanente au monopole. De plus, elle est combattue par la presse, en particulier locale et régionale, qui craint les détournements de publicité et la concurrence sur le plan de l'information.

**Les réseaux câblés en France.** Maintenant que nous avons différencié les trois types de réseaux, voyons la place que chacun d'eux occupe dans notre pays.

● Commençons par les réseaux les plus limités, ceux de la télédistribution proprement dite. Ils apparaissent pour la première fois en 1972. Cette année-là, un décret institue la Société française de télédistribution, société anonyme au capital de 2 millions de francs répartis entre l'ORTF et les PTT. Objet de ladite société : étudier et expérimenter la télédistribution en France. Afin de lui permettre d'exercer ses activités, une loi, en date du 3 juillet 1972, admet des dérogations au monopole de programmation. Des expériences témoins sont aussitôt lancées dans sept villes : **Grenoble, Metz, Nice, Créteil, Cergy-Pontoise, Rennes et Chamonix.** Elles n'iront pas très loin. Quand, en avril 1975, le gouvernement de M. Jacques Chirac coupera

(13) Le chiffre de 30 000 emplois est contesté par certains, qui préférèrent s'en tenir à 20 000.

(14) Sur ces 3 000 F, les industriels récupéreraient 600 F dès la mise en service du réseau, par le biais de la taxe de raccordement. Le reste serait remboursé en quelques années grâce à l'abonnement. Ensuite, chaque versement annuel serait pur bénéfice.

les crédits, seules quatre d'entre elles auront effectivement démarré. Elles végèteront encore quelques mois, puis s'éteindront les unes après les autres, faute d'argent et de candidats.

L'expérience la plus significative fut celle de Grenoble, puisqu'elle dura un peu plus de deux ans; de la fin 73 au début 76. Au départ, il était prévu d'installer 50 000 prises dans le quartier neuf de Villeneuve et la commune limitrophe d'Échirolles. En fait, 2 000 seulement trouvèrent preneurs. Une chaîne locale dirigée par une association de cinéastes amateurs et financée moitié par la municipalité, moitié par le ministère des Affaires culturelles, diffusait des informations et des débats sur les problèmes syndicaux et sociaux de la région. A peine 10% des 2 000 foyers raccordés regardaient ces émissions.

En dehors de ces sept expériences autorisées, tous les autres essais de télédistribution ont été des opérations pirates. A Cergy-Pontoise, par exemple, des associations sans but lucratif lancèrent en mai 1977 un mini-réseau privé qui ne dura que trois semaines. Auparavant, en 1972, une chaîne commerciale avait tenté de s'implanter dans un "nouveau village" de la banlieue sud de Paris, **Port-Sud**. Pendant quatre mois, elle diffusa trois heures par jour des reportages pratiques à coloration publicitaire. Tarif: 800 F la minute. Financée par des promoteurs immobiliers qui envisageaient d'étendre l'expérience à d'autres "nouveaux villages" (situés sur les communes de **Savigny-sur-Orge** et de **Brétigny**) ainsi qu'à **Belleville**, **Télé-Port-Sud** touchait 400 foyers quand l'ORTF porta plainte pour violation du monopole.

Aujourd'hui, il n'existe plus de télédistribution en France. De toute façon, ce genre de réseau ne pourrait se développer que dans le cadre des dérogations prévues par la loi de 1972, et c'est au ministre de la Communication, et à lui seul, qu'il appartiendrait de délivrer ou non l'autorisation nécessaire.

● Passons maintenant aux réseaux collectifs. Actuellement, 400 000 foyers français sont rattachés à des antennes collectives qui ne leur transmettent que les programmes des trois chaînes nationales. Pourtant rien n'empêcherait ces réseaux, qui sont situés sur des propriétés privées, de diffuser d'autres programmes. Rares, toutefois, sont ceux qui profitent de ce privilège. Quelques cliniques et certains hôtels offrent leur propre télévision. Le groupe Novotel, par exemple, expérimente dans l'un de ses établissements parisiens une chaîne supplémentaire et payante. De son côté, Vidéo-cinéma, filiale de Hachette-Audiovisuel, a proposé en 1981 aux habitants de l'immeuble "**Les Damiers**" situé dans le quartier de la Défense, à Paris, une chaîne codée ne diffusant que des films. Moyennant un abonnement de 300 francs par trimestre, 200 locataires de cet immeuble, qui appartient à l'UAP (Union des assurances de Paris), pouvaient voir 8 films récents par mois, avec la faculté de choisir tous les jours entre deux films. Dans un premier temps, Hachette

avait offert gratuitement ce service à l'ensemble des locataires; quand il est devenu payant, 85% d'entre eux se sont déclarés satisfaits (la plupart de ceux qui n'ont pas donné suite comprenaient mal le français). Devant le succès de l'opération, Hachette aimerait étendre l'expérience à d'autres immeubles.

● Restent les réseaux communautaires. Ce sont les seuls qui bénéficient d'un statut juridique: un décret de 1977 les avait rattachés à TDF; depuis 1979, ils sont également contrôlés par l'administration des télécommunications. Il existe actuellement environ 300 réseaux communautaires sur le territoire national. Au total, ils offrent quelque 300 000 prises de raccordement, mais elles sont loin d'être toutes utilisées.

Le plus grand de ces réseaux est celui de **Metz**. TDF en a concédé l'exploitation pour 30 ans à une société privée) CENOD et Cie, filiale de la société Portenseigne, numéro un sur le marché français des réseaux câblés et filiale elle-même du groupe Philips. Inauguré en 1980, ce réseau compte aujourd'hui environ 20 000 prises, mais en prévoit 40 000 pour 1985. L'opération coûtera au total 40 millions de francs et nécessitera 800 km de câbles, 2 000 amplificateurs et 17 stations de répartition des lignes secondaires. Capable de distribuer 20 chaînes de télévision, le réseau messin n'en diffuse pour le moment que 9, dont 6 étrangères, ainsi que 12 stations de radio en modulation de fréquence. Cependant la CENOD attend avec impatience l'arrivée des satellites, car la pénétration actuelle du marché n'est pas suffisante à son goût: en février 1982, il n'y avait encore que 3 703 abonnés. Bien que jouissant d'une bonne notoriété, le réseau paraît souvent trop cher (les frais de raccordement s'élèvent à 320 F et l'abonnement annuel à 530 F); de plus, nombre des habitants de la région peuvent capter les chaînes étrangères avec leur propre antenne. Finalement, ne sont intéressés que les téléspectateurs qui ne possèdent pas de poste multistandard ou ceux qui reçoivent les émissions belges, luxembourgeoises ou allemandes dans de mauvaises conditions.

Le réseau de **Grenoble**, qui a absorbé l'ancien réseau de télédistribution dont nous avons déjà parlé, offre actuellement 10 000 prises. 10 000 prises également à **Cergy-Pontoise**; 13 000 à **Sarcelles**; 12 000 à **Saint-Quentin-en-Yvelines**; 13 500 dans l'est de **Lille**; 10 300 à **l'Isle-d'Abeau**, non loin de **Lyon**; 7 100 au **Vaudreuil**, près de **Rouen**; 9 000 à **Évry**; 8 000 à **Melun-Sénart**; 5 000 à **Marne-la-Vallée**; d'autres à **Créteil**, à **Marseille** (rue de l'Étang-de-Berre), et dans quelques quartiers de **Nice**.

Signalons encore le réseau un peu particulier de **Bitche**, en Moselle: géré par la municipalité de **Montigny-les-Metz**, il comporte 50 000 prises, mais les unes sont communautaires et les autres collectives. L'abonnement est de 30 F par mois pour les réseaux communautaires et de 5 F pour les antennes collectives.

Enfin, pour que ce tour d'horizon soit com-

**RÉSEAUX CÂBLÉS :  
DES MILLIONS D'ABONNÉS  
EN EUROPE  
ET DANS LE MONDE,  
DES PROJETS EN FRANCE**

plet, accordons une mention particulière au réseau de **Rennes**. Vaste programme baptisé "CARENNE", il a été mis en chantier en 1976 et vise 80000 foyers à l'horizon 2000. Pouvant distribuer 15 programmes de télévision et 10 de radio, il permet également une liaison bidirectionnelle entre l'abonné et la station centrale, et des liaisons spécialisées entre divers points de l'agglomération. De plus, il servira de banc d'essai pour des services nouveaux, comme le relevé automatique des consommations d'eau et d'électricité ou la télévision au compteur (on paie en fonction du temps que l'on passe devant son récepteur). Ce réseau ultramoderne, mis au point par les chercheurs du CCETT<sup>(15)</sup>, n'a qu'un seul défaut : bien qu'il soit déjà en partie achevé, aucun téléspectateur n'y est encore raccordé !

Au chapitre des projets, citons celui de **Biarritz**, expérience somptueuse (somptuaire, disent certains) de câblo-diffusion par fibres optiques. Autre vitrine de luxe, le nouveau réseau, également en fibres optiques, prévu à **Lille** : représentant un marché de plus de 300 milliards de centimes, il devrait offrir aux habitants de la grande métropole du Nord environ 300000 prises. Son étude vient de faire l'objet d'un appel d'offres, et un premier échantillon d'une cinquantaine de lignes pourrait fonctionner dès 1983.

Ces deux projets sont d'autant plus audacieux que, jusqu'à présent, l'utilisation des fibres optiques pour la télévision par câbles n'a pas dépassé le stade expérimental. Un seul réseau, bien modeste, est en service depuis août 1981 dans les **Pyrénées-Atlantiques** : il dessert deux villages de la vallée d'Ossau, Aste et Béon, tous deux situés dans une zone d'ombre.

D'autres réalisations, à base cette fois de câbles classiques, sont également attendues. Selon M. Viard, qui dirige le service de prospective des PTT, un réseau pourrait être créé à **Montbéliard** et un autre à **Villefranche-sur-Mer** (il est même possible que ce dernier soit interactif). D'autre part, il est question d'utiliser un ou deux canaux du satellite Télécom I, actuellement en orbite, pour tester l'impact des chaînes à thème et voir s'il existe des différences régionales dans les goûts des téléspectateurs. Une chaîne sportive connaîtra-t-elle le même succès en Provence qu'en Bretagne ? Une chaîne de bricolage intéressera-t-elle plus les Gascons que

les Lorrains ? Pour le savoir, un petit émetteur installé dans le sud de la Bretagne enverra vers le satellite différents types d'émissions, que celui-ci répercutera sur des réseaux situés aux quatre coins du pays.

"Il ne faut pas laisser passer les cochons technologiques", aime à répéter M. Viard, qui, comme tous les responsables des PTT, ne rêve que de câbler et "télématiser" la France entière. Pour le plus grand profit, bien sûr, de cette administration vorace.

Il est vrai que beaucoup reste à faire si l'on regarde ce qui se passe à l'étranger. En Europe, ce sont la **Belgique** et les **Pays-Bas** qui, proportionnellement, possèdent le plus vaste réseau. Fin 1980, 2300000 Belges, c'est-à-dire les trois quarts des foyers<sup>(9)</sup>, étaient abonnés à un réseau de télévision par câbles. Le droit de raccordement varie entre 1500 et 3000 FB (200 à 400 F), et la cotisation annuelle entre 1800 et 3000 FB. Une quarantaine de sociétés de distribution diffusent de 9 à 12 programmes, ceux des chaînes officielles belges et étrangères. Car ces sociétés n'ont pas le droit d'émettre des programmes originaux et devraient normalement occulter (ce qu'elles font rarement) les séquences publicitaires des télévisions étrangères.

Les Pays-Bas, eux, totalisent 2850000 raccordements, soit 58% des foyers. Les programmes distribués sont ceux des chaînes néerlandaises, allemandes, belges et britanniques, ainsi que ceux de certaines stations pirates. Celles-ci, au nombre d'environ 300, diffusent en effet en fin d'émissions, sur les fréquences des chaînes nationales et étrangères, des films en première exclusivité ou des variétés. Ces télévisions marginales sont financées par la publicité (par le biais de boîtes postales sises généralement au Luxembourg) et publient même un journal, *Pirat*, qui annonce leurs programmes. Les sociétés de distribution néerlandaises n'ont aucun scrupule à retransmettre ces émissions, car, pour elles, tout nouveau programme est bon à diffuser. Ainsi, avant que l'administration française des PTT n'ait réagi par le codage, les réseaux d'Amsterdam, de Rotterdam, de La Haye, et de Leiden pillaient sans vergogne les programmes qu'Antenne 2 envoyait en Afrique du Nord par l'intermédiaire du satellite de télécommunications OTS<sup>(17)</sup>. Le réseau d'Amsterdam envisage maintenant de retransmettre les émissions relayées par le satellite soviétique Gorizont !

En Suisse, la moitié des foyers sont reliés à la télévision par câbles, laquelle offre, en plus des 3 chaînes nationales, jusqu'à 7 programmes étrangers. Les PTT helvétiques n'hésitent pas, quand cela est nécessaire, à aider les sociétés de distribution à capter certaines stations étrangères, parfois même contre le gré de ces dernières. En revanche, les programmes privés sont rares, pour la bonne raison que la publicité doit

(15) Centre commun d'études de télévision et de télécommunications.

(16) 84% dans la partie francophone et 72% dans la partie flammande.

(17) Voir lexique, p. 193.

en être exclue. Toutefois la situation pourrait évoluer sous la pression d'une commission d'experts qui souhaite que l'on procède à quelques expériences de télévision commerciale.

**En Grande-Bretagne**, 2 669 253 abonnés, soit 14,11% des foyers, sont raccordés à des réseaux câblés. Plus de la moitié de ces réseaux sont commerciaux ; les autres sont exploités par des collectivités locales ou des associations. D'autre part, 80 000 foyers britanniques expérimentent actuellement la télévision payante, distribuée par 11 réseaux de villes moyennes. Après une période probatoire de deux ans, une commission gouvernementale tirera les leçons de l'expérience et proposera une législation.

**En Allemagne fédérale**, la part de budget que la Bundespost consacre aux réseaux câblés a considérablement augmenté l'an dernier, ce qui traduit un intérêt certain pour cette nouvelle forme de télévision.

Mais quittons l'Europe pour les autres continents. **Le Japon**, pays d'avant-garde pour tout ce qui concerne l'électronique, occupe, avec près de 3 millions d'abonnés, une place de choix dans le monde de la télévision câblée. 275 réseaux de plus de 500 prises et 15 000 réseaux de 50 à 500 prises servent d'abord et avant tout à résoudre des problèmes de zones d'ombre engendrés par le relief ou les gratte-ciel. Mais certains réseaux distribuent aussi des programmes originaux : la société All Kansai Cable TV, par exemple, fournit aux clients des grands hôtels d'Osaka et de Kyoto une véritable télévision à la carte. En dehors de ces réalisations classiques, deux expériences retiennent plus particulièrement l'attention des pays étrangers. Celle de Higashi-Ikoma, une ville nouvelle, où un réseau constitué uniquement de fibres optiques dessert 1 400 immeubles ; bidirectionnel, il permet aux utilisateurs, grâce à un petit terminal logé à côté de leur récepteur, d'accéder à des programmes locaux et à des services particuliers (météo, état des routes, horaires des chemins de fer, répertoire des manifestations artistiques, catalogues des grands magasins, etc.). L'autre expérience s'est déroulée à Tama, une cité-dortoir de la banlieue de Tokyo : là, 500 familles ont bénéficié de toutes sortes de services par l'intermédiaire d'un réseau traditionnel de câbles coaxiaux. Pour l'avenir, le MITI (le ministère japonais du Commerce et de l'Industrie) prévoit le câblage en fibres optiques de 6 villes, soit 30 000 abonnés nouveaux et 350 000 km de fibres.

Cela dit, c'est tout de même l'Amérique du Nord qui est la terre d'élection des réseaux câblés. **Au Canada**, et plus précisément dans la province du Québec, 80% des foyers sont reliés à des câbles, dont la capacité atteint jusqu'à 35 canaux. La société Télécâble-Vidéotron, par exemple, qui regroupe 130 compagnies de distribution, offre à ses abonnés une télévision propre à faire rêver les pauvres Européens que nous sommes : 13 canaux retransmettent les chaînes nationales et américaines, et 22 canaux

sont réservés à des usages particuliers. Six d'entre eux proposent une télévision à la carte : le téléspectateur choisit son programme dans un catalogue qui compte actuellement 5 000 titres et qui en comportera bientôt 28 000. Un autre canal véhicule exclusivement des jeux ; d'autres diffusent des petites annonces gratuites, des offres et des demandes d'emploi, des cours pratiques dans plus de 40 disciplines, des débats politiques et même des programmes venus de France (plus de 100 heures par semaine). De véritables studios et des tables de montage sont mis à la disposition des usagers, qui peuvent ainsi fabriquer leurs propres émissions.

On raconte que la télévision par câble est née **aux États-Unis** le jour où un marchand de téléviseurs qui n'arrivait pas à vendre ses appareils aux habitants d'une vallée encaissée de Pennsylvanie, décida de les relier à une antenne commune placée au sommet d'une colline. Depuis, le câble de l'astucieux marchand a fait du chemin ! Aujourd'hui, une vingtaine de millions de foyers américains, soit le quart de ceux qui possèdent un récepteur de télévision, sont raccordés à l'un des 4 300 réseaux qui tapissent le pays.

On distingue, aux États-Unis, deux types de réseaux :

- Les *basic cables*, qui, financés entièrement par la publicité, sont d'accès gratuit. Ils appartiennent à une vingtaine de compagnies de distribution, dont trois super-compagnies qui arrosent tout le territoire à l'aide de satellites. L'un de ces réseaux, le "Nikelodeon", qui touche 3 millions et demi de foyers, diffuse 13 heures par jour et 7 jours sur 7 des émissions destinées aux enfants. Un autre, le Satellite Programme Network, offre à 3 millions de foyers 3 heures quotidiennes de programmes français.

- Les réseaux à péage, eux, présentent des émissions quasiment débarrassées de spots publicitaires. Une dizaine de compagnies se partagent le marché de la "Pay TV" (télévision payante), qui compte environ 10 millions d'abonnés.

On ne peut parler de la télévision câblée aux États-Unis sans citer l'innovation lancée en 1971 par la firme Warner-Amex sous le nom de QUBE. Depuis cette date, les 37 000 habitants de Columbus, dans l'Ohio, peuvent, grâce à un réseau interactif, faire leur marché sans quitter leur domicile. "Appuyez sur le bouton C si cela vous intéresse", lisent-ils sur leur petit écran au moment où passe une publicité. Vingt minutes plus tard, un coursier sonne à leur porte, livrant soit la pizza, soit la bouteille de bière, soit le livre commandés. De nouveaux réseaux comportant des services analogues à ceux de QUBE vont être installés ; ils auront 78 canaux à Pittsburgh, 80 à Dallas, 86 à Cincinnati. On parle même d'un réseau de 125 canaux à New York...

Et dire que, chez nous, nous ne savons pas encore ce que nous allons mettre sur notre quatrième chaîne !

**Jacqueline DENIS-LEMPEREUR ■**

# LA COLLECTION DES GRANDS THEMES SCIENTIFIQUES

## Les Hors-Série de Science et Vie



N° 123 - LA RESISTANCE HUMAINE (78)



N° 124 - LES JEUX DE REFLEXION (78)



N° 128 - LA REVOLUTION TELEMATIQUE (79)



N° 129 - LES ANCESTRS DE L'HOMME (79)



N° 130 - L'HOMME ET SON ALIMENTATION (80)



N° 131 - LA PLANETE DES HOMMES (80)



N° 132 - L'INVENTION ET L'INNOVATION (80)



N° 133 - LE GENIE GENETIQUE (80)



N° 134 - LA PHOTO ET LA VIDEO (81)



N° 135 - AVIATION 81 (81)



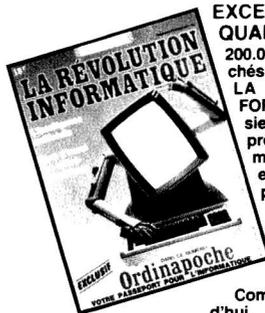
N° 136 - LA MEDECINE (81)



N° 137 - AUX CONFINES DE L'UNIVERS (81)



N° 138 - LA SCIENCE DES ROBOTS (82)



**EXCEPTIONNEL!**  
**QUANTITE LIMITEE.**  
200.000 exemplaires arrachés en 3 mois!  
**LA REVOLUTION INFORMATIQUE**, un dossier spécial pour comprendre le fonctionnement d'un ordinateur et ses techniques de programmation.  
Un reliquat inattendu nous permet de vous proposer quelques dizaines d'exemplaires.  
**Commandez dès aujourd'hui.**

### BULLETIN DE COMMANDE

A découper ou recopier et retourner, paiement joint à SCIENCE ET VIE, 5 rue de la Baume, 75008 Paris

NOM .....  
Prénom .....  
N° ..... Rue .....  
Code postal .....  
Ville .....

#### NUMEROS HORS-SERIE :

123 qté .....	131 qté .....	136 qté .....
124 qté .....	132 qté .....	137 qté .....
128 qté .....	133 qté .....	138 qté .....
129 qté .....	134 qté .....	
130 qté .....	135 qté .....	

soit ..... numéros à 14 F l'un franco (étranger 16 F)

#### DOSSIER REVOLUTION INFORMATIQUE :

qté ..... à 18 F l'exemplaire franco (étranger 23 F)  
 CI-JOINT MON REGLEMENT TOTAL DE ..... F  
 par  chèque banc.  CCP 3 volets  Mandat-lettre  
 Etranger : mandat international ou chèque compensable à Paris.

SV 776



**DU NOUVEAU  
DANS  
VOS LOISIRS  
SCIENTIFIQUES**

**SCIENCES ET LOISIRS** c'est le journal des scientifiques amateurs.

Que vous consacriez vos loisirs aux astres, à la nature, aux oiseaux, aux pierres, aux micro-ordinateurs ou aux énergies nouvelles, etc.

**SCIENCES ET LOISIRS** est votre journal.

Tous les 15 jours, dans **SCIENCES ET LOISIRS** vous trouverez toutes les informations sur vos loisirs scientifiques :

- le calendrier des manifestations et des expositions,
- des reportages sur les réalisations d'amateurs,
- des renseignements sur les clubs amateurs,
- des idées de recherches à entreprendre,
- comment défendre vos intérêts d'amateurs,
- des bancs d'essai de matériels,
- des annonces pour échanger ou vendre,
- la revue de la presse d'associations,
- le courrier des lecteurs pour exprimer vos problèmes et vos souhaits,
- et beaucoup de conseils pratiques...

**SCIENCES ET LOISIRS** n'est pas diffusé en kiosque, alors abonnez-vous vite : 120 F pour 1 an.

# SCIENCES ET LOISIRS

Le journal d'information des scientifiques amateurs

## BULLETIN D'ABONNEMENT

à découper ou recopier et adresser, paiement joint,  
à **SCIENCES ET LOISIRS**,  
5, rue de la Baume, 75008 PARIS.

A compter du n° . . . . . veuillez m'abonner pour

- 6 mois — 60 F (étranger 70 F)  
 1 an — 120 F (étranger 140 F)

NOM . . . . . Prénom . . . . .

Adresse . . . . .

C. postal . . . . . Ville . . . . .

Disciplines pratiquées : . . . . .

Age et profession (facultatif) . . . . .

Ci-joint mon règlement de . . . . . F par :

- chèque bancaire,  CCP 3 volets,  mandat-lettre, à l'ordre de **SCIENCES ET LOISIRS**

Etranger : mandat international ou chèque compensable à Paris

S & V 776

# électronique informatique

*L'Ecole Centrale des Techniciens de l'Electronique prépare votre avenir dans les carrières de l'électronique ou de l'informatique.*

**ADMISSION A TOUS NIVEAUX**

**Electronique :**

- C. A. P. - B. E. P.
- Baccalauréat F2
- Brevet de Technicien Supérieur
- Préparation à la carrière d'ingénieur

**Informatique :**

- Baccalauréat H
- Brevet de Technicien Supérieur

**Enseignement préparatoire :**

- dès la 6<sup>e</sup>, la 5<sup>e</sup> ou la 4<sup>e</sup>, vous pouvez être admis dans une section préparatoire, ou tout en continuant d'acquérir une solide culture générale, vous serez initié à de nouvelles disciplines : électricité, dessin industriel, travaux pratiques...

Toutes les professions préparées conviennent aux jeunes gens et jeunes filles qui ont du goût pour les études à la fois théoriques et pratiques.

**L'Ecole Centrale des Techniciens de l'Electronique** offre aux élèves :

- Une longue expérience dans l'enseignement technique (plus de 100.000 élèves formés à ce jour.
- Un enseignement pratique dans ses laboratoires et ateliers spécialisés, équipés des appareils les plus modernes.

Bourses d'Etat  
Prêts d'honneur  
pour l'enseignement supérieur  
Sécurité sociale étudiants  
Bureau de placement  
Amicale des anciens élèves

POUR RECEVOIR NOTRE DOCUMENTATION GRATUITE  
82 SVJ, ÉCRIRE OU TÉLÉPHONER.  
(ENVOI POUR L'ÉTRANGER CONTRE MANDAT INTERNATIONAL DE FF 15).

## ECOLE CENTRALE DES TECHNICIENS DE L'ÉLECTRONIQUE

Etablissement privé d'enseignement technique et technique supérieur reconnu par l'Etat

12, RUE DE LA LUNE, 75002 PARIS  
75083 PARIS CEDEX 02  
TÉLÉPHONE : 236 78 87 +

P. E. conseil

# Un métier La comptabilité

Les carrières de la comptabilité permettent d'obtenir des promotions, des salaires meilleurs, des emplois intéressants et stables.

Avec l'EPA, dès maintenant, préparez chez vous par correspondance, quelque soit votre âge, votre niveau d'instruction un diplôme officiel de comptabilité: CAP, BP, BTS, DECS.

Votre qualification sera alors très recherchée, très appréciée des employeurs et vous exercerez avec plaisir votre métier.

Avec l'EPA, commencez vos études à tout moment de l'année, travaillez à votre rythme et selon votre temps disponible.

Votre formation peut être gratuite, financée entièrement par votre employeur dans le cadre de la Formation Professionnelle Continue.

## ÉCOLE PRÉPARATOIRE D'ADMINISTRATION

Etablissement privé à distance  
6 rue de Léningrad 75384 PARIS CEDEX 08  
Tél. 387.95.88 - 522.37.84



Bon pour recevoir gratuitement et sans engagement la documentation N° 4.25

Nom \_\_\_\_\_

Prénom \_\_\_\_\_ né(e) \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

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

# 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 3424, 35, rue Collange  
92303 Paris-Levallois (Établ. privé)  
Tél. 270.73.63

## N'ACHETEZ PAS CES APPAREILS, MONTEZ-LES ET APPRENEZ AINSI VOTRE FUTUR MÉTIER, L'ÉLECTRONIQUE.

Tout le matériel de travaux pratiques est fourni avec les cours.

EURELEC, c'est le premier centre d'enseignement de l'électronique par correspondance en Europe. C'est un enseignement concret, vivant, basé sur la pratique. C'est pourquoi vous recevez un abondant matériel de travaux pratiques (transistors, diodes, galvanomètres, circuits imprimés...). Tout un matériel qui vous passionnera et qui restera votre propriété. Vous le monterez à la fin de chaque cours, vous constituant à la fois un véritable laboratoire professionnel (comprenant : contrôleur universel, voltmètre électronique, oscilloscope, générateur H.F. etc...) et une solide formation de technicien électronique.

Avec le matériel, des cours conçus par des Ingénieurs.

Les cours EURELEC sont conçus par des professionnels, vous pouvez les suivre quel que soit votre niveau d'étude car ils sont personnalisés et très progressifs. Un professeur d'EURELEC, vous suit et vous conseille. Vous pourrez ainsi travailler chez vous à votre rythme sans quitter votre emploi : le but d'EURELEC est de vous ouvrir les multiples carrières de l'électronique : télécommunication (radio-électricité, TV noir et blanc et cou-

leur, HI FI...) et électronique industrielle (automatisme, régulation, micro-électronique...).

EURELEC vous offre en plus un stage gratuit.

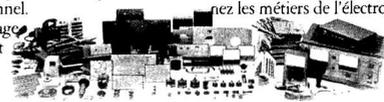
À la fin des cours, vous avez un niveau en électronique équivalent au C.A.P.

Pour vous perfectionner, EURELEC vous offre un stage dans ses laboratoires où vous pourrez manipuler un matériel professionnel.

À l'issue de ce stage EURELEC vous remet un certificat de fin d'étude. Vous constaterez vous-même par

la suite, que la formation EURELEC est connue et appréciée des entreprises puisque 2000 d'entre elles nous ont déjà confié la formation de leur personnel.

Vous vous intéressez à l'électronique, votre emploi vous préoccupe ou vous aimeriez être à votre compte. Prenez votre avenir en main, apprenez les métiers de l'électronique avec EURELEC.



## COURS D'ÉLECTRONIQUE EURELEC

CENTRES RÉGIONAUX - 75012 PARIS : 57-61, bd de Picpus - Tél. (1) 347.19.82  
- 13007 MARSEILLE : 104, bd de la Corderie - Tél. (91) 54.38.07

**BON  
POUR UNE  
DOCUMENTATION  
GRATUITE**



institut privé  
d'enseignement  
à distance

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

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

Je soussigné, désire recevoir gratuitement et sans engagement, votre documentation concernant le cours de :

- Initiation à l'Électronique pour Débutants
- Électronique Fondamentale et Radio-communications
- Télévision Noir et Blanc et Couleurs
- Électronique Digitale

Date et signature : \_\_\_\_\_  
Rue Fernand-Holweck  
21100 DIJON - FRANCE - Téléphone (80) 66.51.34

# CHOISISSEZ LE METIER QUI VOUS PLAÎT

Avec UNIECO FORMATION, préparez sérieusement chez vous le métier qui vous intéresse



INSTITUTRICE



ESTHETICIENNE



PHOTOGRAPHE



REPORTER PHOTO • CHASSEUR IMAGES ANIMAUX



MECANICIEN-AUTO



TECHNICIEN DES METHODES



DACTYLO  
STANDARDISTE



AUXILIAIRE PUERICULTURE



EDUCATEUR SPORTIF



GRAPHOLOGUE



ELEVEUR DE CHEVAUX



ELECTRICIEN



PROGRAMMEUR



ASSISTANTE SECRETAIRE DE MEDECIN • INFIRMIERE



TECHNICIEN EN TELEPHONIE



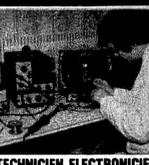
MONTEUR DEPARNEUR  
RADIO-TV HIFI



TECHNICIEN EN SONO



BTS D'ELECTRICIEN • TECHNICIEN ELECTRICIEN



DELEGUE COMMERCIAL



TECHNICIEN  
TELECOMMUNICATIONS



DESSINATEUR D'ETUDE



BTS D'ASSISTANT  
TECHNIQUE D'INGENIEUR



TECHNICIEN EN  
AGRONOMIE TROPICALE



TECHNICIEN ELECTRICIEN • ELECTRICIEN INSTALLATEUR



COMPTABLE



SECRETAIRE



DESSINATEUR  
ASSISTANT ARCHITECTE



SECRET.-ASSISTANT(E)  
VETERINAIRE



VISITEUR VETERINAIRE



EBENISTE



CAP DE L'INFORMATIQUE



DESSINAT. PUBLICITAIRE



GUIDE ACCOMPAGNEUR



HOTESSE DU TOURISME



DECORATEUR



OPERATEUR(TRICE) SUR ORDINATEUR • PUPITREUR • ANALYSTE PROGRAMMEUR



INSPECTEUR POLICE



DESSINATEUR(TRICE)  
PAYSAGISTE



GARDE FORESTIER

POSSIBILITE  
DE COMMENCER  
VOS ETUDES  
A TOUT MOMENT  
DE L'ANNEE.

## BON POUR RECEVOIR GRATUITEMENT

et sans aucun engagement de votre part la documentation complète sur le métier qui vous intéresse

Nos documentations, conçues par des spécialistes de l'orientation, vous donneront des renseignements complets, non seulement sur le métier que vous avez choisi, mais aussi sur toutes les carrières ou examens officiels s'y rapportant. Vous y découvrirez aussi le programme de chaque étude, les conditions pour y accéder, les débouchés offerts, etc.

Nom .....  
Prénom .....  
Rue .....  
Code postal [ ][ ][ ][ ]  
Ville .....

Indiquez ci-dessous le métier qui vous intéresse .....

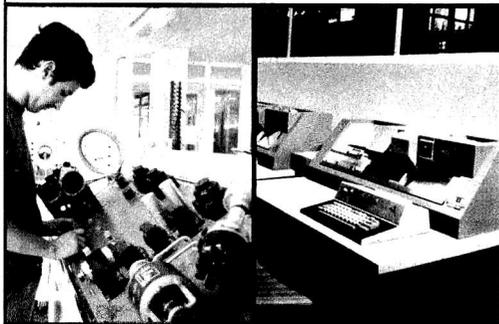
UNIECO-FORMATION Etablissement privé d'enseignement par Correspondance soumis au Contrôle Pédagogique de l'Etat. Pour recevoir gratuitement notre documentation et bénéficier des conseils d'orientation de nos spécialistes, retournez-nous le BON ci-contre.

Avec l'accord de votre employeur, étude gratuite pour les bénéficiaires de la Formation Continue (Loi du 16 Juillet 1971).

**UNIECO FORMATION**  
2964, route de Neufchâtel - 76041 ROUEN Cedex  
TOM DOM et Afrique, documentation spéciale par avion - Pour Canada, Suisse, Belgique: 21-26, quai de Longéoz - 4020 LIEGE

# Apprenez un métier technique d'avenir

**PAR CORRESPONDANCE**



avec  
**STAGES**

Des milliers d'emplois techniques d'avenir restent longtemps libres faute de spécialistes. Quelle que soit votre instruction et votre âge, ouvrez-vous la voie vers une situation assurée, en étudiant chez vous, à votre cadence, l'un des

## 40 PROGRAMMES

libres ou préparatoires à des  
**DIPLOMES D'ETAT**

dispensés par l'E.T.M.S. de Paris :

RADIO-H.I.F.I.	ELECTRONIQUE	AUTOMOBILE
TELEVISION	AUTOMATION	FROID
ELECTRICITE	AVIATION	CHIMIE
MAGNETOSCOPE	INFORMATIQUE	ETC... ETC...

### FORMATION PERMANENTE

Inscriptions individuelles ou par employeurs  
**A TOUTE PERIODE DE L'ANNEE**

Documentation SV 80 sur demande à :



**ECOLE  
TECHNIQUE**

Moyenne et Supérieure  
de Paris

Organisme privé régi par la loi du 12.7.1971 sous contrôle  
pédagogique de l'Etat

**3, rue Thénard - 75240 PARIS Cedex 05**  
Tél. 634.21.99 ++

#### BROCHURE GRATUITE SV 2

pour les demandes provenant des pays d'EUROPE.  
Pour l'étranger : joindre la valeur de 25 F français.

Nom et prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Ville \_\_\_\_\_

BP \_\_\_\_\_

Technique envisagée \_\_\_\_\_

# 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'acquérir 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.942, 35, rue Collange  
92303 Paris-Levallois (Établ. privé)  
Tél. 270.73.63



## ARMÉE DE TERRE INFORMATION

ECRIRE A : DPMAT BCE-  
SERVICE SV  
37, BD PORT ROYAL  
75998 PARIS ARMÉES



# diplômes de langues UN ATOUT PROFESSIONNEL

anglais, allemand, espagnol, italien, russe, grec

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

— **Chambre de Commerce Etrangères, compléments indispensables aux emplois du commerce international.**

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

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

Langues & Affaires (Etablissement privé) assure des formations complètes (même pour débutants) à distance, donc accessibles à tous, quelles que soient vos occupations quotidiennes, votre lieu de résidence ou votre niveau actuel.

*Enseignements originaux et individualisés, avec progression efficace et rapide grâce à l'utilisation rationnelle de moyens audiovisuels modernes (disques, cassettes...). Cours oraux facultatifs à Paris. Service Orientation et Formation.*

**Documentation gratuite à Langues & Affaires, service 2646, 35, rue Collange 92303 Paris-Levallois. Tél. : 270. 81. 88.**

**BON D'INFORMATION**

à découper ou recopier et renvoyer à

L. & A., service 2646, 35, rue Collange 92303 Paris-Levallois. Veuillez m'adresser gratuitement et sans engagement votre documentation complète.

NOM : .....

Prénom : .....

Adresse : .....

.....

## formation technique formation générale formation continue

par correspondance  
à différents niveaux

(ou stages ponctuels de groupes).  
principales sections techniques :

- radio / t.v. / électronique
- microélectronique / microprocesseurs
- électrotechnique
- aviation • automobile
- dessin industriel

documentation gratuite AB  
sur demande :  
préciser section choisie et  
niveau d'études (joindre  
8 timbres pour frais d'envoi).



# infra

Ecole Technique privée spécialisée  
**24 rue Jean Mermoz 75008 PARIS**  
métro : Ch.-Elysées - Tél. 225.74.65 et 359.55.65

# PREPARER UN EXAMEN OFFICIEL REUSSIR UNE PROFESSION



### FONCTIONNAIRES

Cadastre - Emplois Réservés - Equipement - Génie Rural - Météorologie - H.L.M. - Navigation Aérienne - P.T.T. - Services Communaux - S.N.C.F. ...

F



### AUTOMOBILE

Mécanicien - Electricien

A



### COMPTABILITE - GESTION

Aide-comptable - Comptable - BTS - DECS

CG



### ELECTRICITE

Electricien - Contremaître - Technicien - Technicien Supérieur

E



### ELECTRONIQUE

Electronicien - Technicien

ET



### DROIT

Construction - Urbanisme - TP - Capacité en Droit

D



### TOPOGRAPHIE

Opérateur - Géomètre - Expert

T



### BATIMENT - T.P.

Bureaux d'Etudes - Chantiers - Métier

B



### CULTURE GENERALE

Français - Maths - Sciences Physiques

C



### DESSIN INDUSTRIEL

Dessin d'Exécution - Dessin Petites Etudes

DI

Veillez m'envoyer gratuitement votre documentation (pour l'étranger joindre 25 FF - ou contre valeur) concernant :

\* réf : **F A CG E ET D T B C DI**

Nom : .....

Adresse : .....

.....

.....

\*entourer la référence choisie

**ecs** L'ECOLE CHEZ SOI

fondée par Léon Eyrolles

ENSEIGNEMENT PRIVE A DISTANCE

1, RUE THENARD 75240 PARIS CEDEX 05

Tél : 634.21.99

SV2

Pour conserver intacte cette documentation, utilisez les bons ci-dessous

**ÉCOLE CENTRALE D'ÉLECTRONIQUE** page 203  
12, rue de la Lune - PARIS (2<sup>e</sup>)  
*Veillez m'adresser sans engagement la documentation gratuite n° 425*  
NOM .....  
ADRESSE .....

**ÉCOLE PRÉPARATOIRE D'ADMINISTRATION** page 204  
6, rue de Leningrad - 75384 PARIS Cedex 08  
*Veillez m'envoyer votre brochure gratuite n° 425*  
NOM .....  
ADRESSE .....

**INSTITUT CULTUREL FRANÇAIS** page 204  
35, rue Collange - 92303 LEVALLOIS  
*Veillez m'envoyer gratuitement et sans engagement pour moi votre brochure n° 3424 (ci-joint 2 timbres pour frais d'envoi)*  
NOM .....  
ADRESSE .....

**EURELEC** page 204  
Institut privé d'enseignement à distance  
21000 DIJON  
*Documentation gratuite sans engagement de ma part ; initiation à l'électronique pour débutants, électr. fondamentale et radiocommunications, télévision, électronique digitale.*  
ADRESSE .....

**UNIECO** page 205  
2964, rue de Neufchâtel - 76041 ROUEN  
*Bon pour être informé gratuitement sur les carrières*  
NOM .....  
ADRESSE .....

**ETMS** page 206  
3, rue Thénard  
75240 Paris Cedex 05  
*Veillez m'envoyez votre Brochure gratuite SV 2*  
NOM .....  
ADRESSE .....

**COURS TECHNIQUE DE CONVERSATION** page 206  
35, rue Collange - 92303 LEVALLOIS  
*Veillez m'envoyer gratuitement et sans engagement pour moi, votre brochure D. 942*  
NOM .....  
ADRESSE .....

**ARMÉE DE TERRE (D.P.M.A.T.)** page 206  
37, bd du Port-Royal - 75998 Paris-Armées  
*Écrire à DPMAT/BCE Service SV*  
NOM .....  
ADRESSE .....

**LANGUES ET AFFAIRES** page 207  
35, rue Collange - 92303 LEVALLOIS  
*Veillez m'envoyer gratuitement et sans engagement votre documentation L.A. 2646*  
NOM .....  
ADRESSE .....

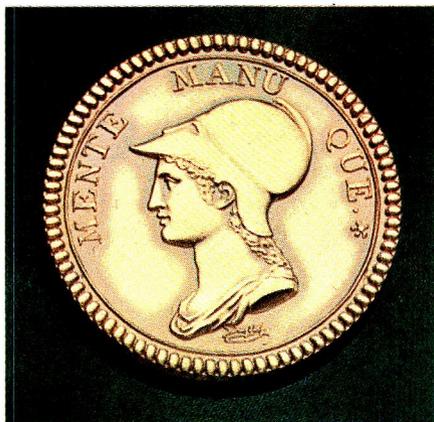
**INFRA** page 207  
24, rue Jean-Mermoz - PARIS (8<sup>e</sup>)  
*Veillez m'adresser sans engagement la documentation gratuite AB (ci-joint 8 timbres pour frais d'envoi)*  
Section choisie .....  
NOM .....  
ADRESSE .....

**L'ÉCOLE CHEZ SOI** page 207  
1, rue Thénard - 75240 PARIS  
*Veillez m'adresser sans engagement votre documentation : référence F.A.C.G.E. ET.D.T.B.C.DI*  
NOM .....  
ADRESSE .....

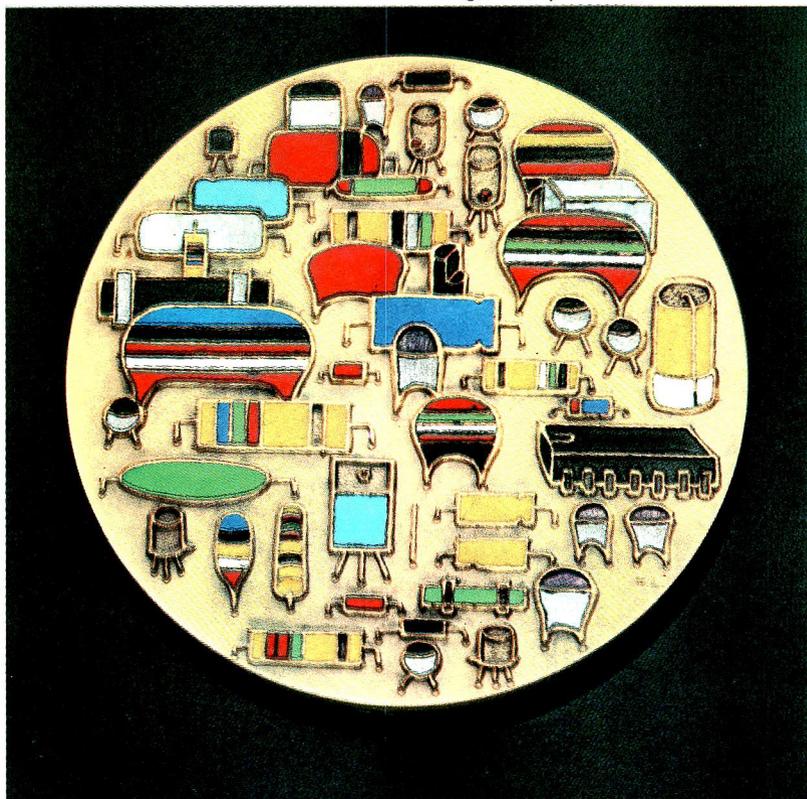
# MENTE MANUQUE

*par l'esprit et par la main*

En hommage  
aux sciences et  
à la technologie



Société des inventions et découvertes  
Augustin Dupré 1791 Ø 27 mm



Electronique par Hubert Larivière 1981 Ø 77 mm

**OFFREZ-VOUS  
OFFREZ-LEUR  
UNE MEDAILLE**

La Monnaie de Paris édite des œuvres réalisées par des artistes éminents, destinées à illustrer de grandes découvertes scientifiques ou d'importantes réalisations technologiques. De nombreuses médailles ont aussi été créées pour célébrer les hommes qui se sont distingués dans ces deux domaines. Vous pouvez, sur demande, obtenir gratuitement une documentation sur ces médailles.



**LA MONNAIE DE PARIS**

11, Quai de Conti  
75270 Paris Cedex 06 - Tél. 329 12 48



1664 de Kronenbourg. L'authentique.