

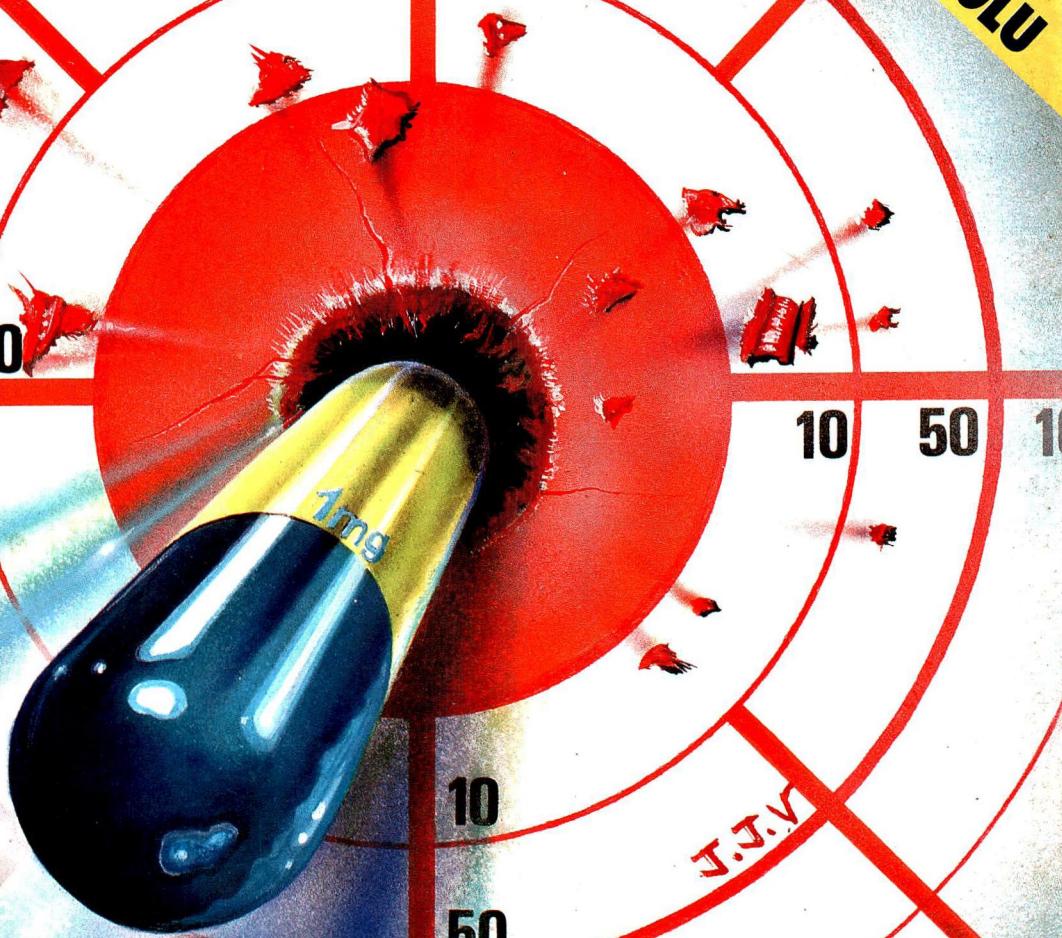
# SCIENCE & VIE

SPORTIFS DOPÉS :  
LE DÉTECTEUR ABSOLU

MENSUEL N° 854

NOVEMBRE 1988

130 FB - 5,20 FS - \$ Can 3,50 - 550 Ptas - 480 Esc - 18,50 Dh - 2,300 Dr - 4000 L - USA AND S 3,75 OTHER \$ 3,95 - RCI : 1370 CFA



## LES MÉDICAMENTS PROJECTILES

*ils traversent  
les barrières du corps*

M 2578 - 854 - 18,00 F



3792578018002 08540



# Fleur de Savane

CIGARES CIGARILLOS PETITS CIGARES

# SCIENCE & VIE

## DIRECTION, ADMINISTRATION

Président : JACQUES DUPUY  
Directeur Général : PAUL DUPUY  
Directeur Adjoint : JEAN-PIERRE BEAUAVENT  
Directeur Financier : JACQUES BEHAR  
Directeur Commercial publicité : OLLIVIER HEUZE

## RÉDACTION

Rédacteur en Chef : PHILIPPE COUSIN  
Rédacteur en Chef Adjoint : GERALD MESSADIÉ  
Chef des Informations,  
Rédacteur en Chef Adjoint : JEAN-RENÉ GERMAIN  
Rédacteur en Chef Adjoint : GERARD MORICE  
Assisté de MONIQUE VOGT  
Secrétaire Général de Rédaction : ELIAS AWAD  
Secrétaire de Rédaction : DOMINIQUE LAURENT,  
FRANÇOISE SERGENT  
Rédacteurs : MICHEL EBERHARDT, RENAUD DE LA TAILLE,  
ALEXANDRE DOROZYNSKI, PIERRE ROSSION,  
JACQUES MARSAULT, PIERRE COURBIER,  
JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR, MARIE-LAURE MOINET,  
ROGER BELLONE, JEAN-MICHEL BADER

## ILLUSTRATION

ANNE LÉVY  
Photographe : MILTON TOSCAS

## DOCUMENTATION

CATHERINE MONTARON

## CONCEPTION GRAPHIQUE

TOTEMA, ANTONIO BELLAVITA

## MAQUETTE

CHRISTINE VAN DAEL, LIONEL CROOSON,  
FRANÇOISE BLONDEAU

## CORRESPONDANTS

New York : SHEILA KRAFT, 115 East 9 Street - NY 10003 - USA  
Londres : LOUIS BLONCOURT, 16, Marlborough Crescent  
London W4, 1 HF  
Tokyo : LIONEL DERSOT - Sun Height 205  
2-14-1 Sakuragaoka  
Setagaya-Ku - Tokyo 156

Publié par EXCELSIOR PUBLICATIONS S.A.  
Capital social : 2 294 000 F - durée : 99 ans  
5 rue de La Baume - 75415 Paris Cedex 08 - Tél. 40 74 48 48  
Principaux associés : JACQUES DUPUY, YVELINE DUPUY,  
PAUL DUPUY

## SERVICES COMMERCIAUX

Marketing - Développement : ROGER GOLDBERGER  
Abonnements : SUSAN TROMEUR  
Vente au numéro : JEAN-CHARLES GUERAULT  
Assisté de : MARIE CRIBIER  
téléphone vert : 05 43 42 08 réservé aux dépositaires  
Belgique : A.M.P. 1 rue de la Petite-Isle 10.70 Bruxelles

## RELATIONS EXTÉRIEURES

MICHELE HILLING  
Assistée de : CAPUCINE THÉVENOUX

## PUBLICITÉ

EXCELSIOR PUBLICITÉ INTERDECO  
27 rue de Berri - 75008 Paris - Tél. (1) 45 62 22 22  
Directeur de la publicité : DIDIER CHAGNAS  
Chef de publicité : GHISLAINE DICHY

Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS  
Numéro de commission paritaire : 57284

## À NOS LECTEURS

Courrier et renseignements : MONIQUE VOGT

## À NOS ABONNÉS

Pour toute correspondance relative à votre abonnement, envoyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi. Changements d'adresse : veuillez joindre à votre correspondance 2,20 F en timbres-poste français ou règlement à votre convenance. Les noms, prénoms et adresses de nos abonnés sont communiqués à nos services internes et organismes liés contractuellement avec Science & Vie sauf opposition motivée. Dans ce cas, la communication sera limitée au service des abonnements. Les informations pourront faire l'objet d'un droit d'accès ou de rectification dans le cadre légal.

LES MANUSCRITS NON INSÉRÉS NE SONT PAS RENDUS  
COPYRIGHT 1985 SCIENCE & VIE



BVP

## ABONNEZ-VOUS A

# SCIENCE & VIE

### ÉTRANGER :

BELGIQUE 1 an simple  
1430 FB - 1 an couplé 1910 FB  
EXCELSIOR PUBLICATIONS - B.P. N° 20 IXELLES 6 - 1060 BRUXELLES

CANADA 1 an simple 40 \$ Can - 1 an couplé 55 \$ Can  
PERIODICA Inc. C.P. 444, Outremont, P.O. CANADA H2V 4R6

SUISSE 1 an simple 57 FS - 1 an couplé 80 FS  
NAVILLE ET CIE, 5-7, rue Levrier, 1211 GENEVE 1.

USA 1 an couplé 70 \$  
International Messengers Inc. P.O. Box 60326 Houston - Texas 77209

AUTRES PAYS 1 an simple 271 F - 1 an couple 341 F.

Commande à adresser directement à SCIENCE & VIE.

Recommandé et par avion nous consulter.

## BULLETIN D'ABONNEMENT

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

- Veuillez m'abonner pour :
- 1 an       1 an + hors série  
 2 ans       2 ans + hors série

Nom.....

Prénom.....

Adresse.....

Code postal.....

Ville.....

Pays.....

Profession  
(facultatif)

- Ci-joint mon règlement de... F  
par chèque ou mandat-lettre à l'ordre  
de Science & Vie-Bred.  
Etranger : mandat international ou  
chèque compensable à Paris.

SV854



Deux films haute définition, chez Kodak : l'Ektar 25, le moins sensible mais le plus nuancé des négatifs au monde (ci-dessus), et l'Ektar 1000, la haute sensibilité à haute définition. p. 150

S

O

M

M

A



Deux chercheurs californiens ont fabriqué le plus petit moteur électrique du monde ; il est moins gros qu'un cheveu. De la microchirurgie à l'industrie, en passant par l'informatique, une foule d'applications en perspective.

p. 128

## SAVOIR

### Forum

- Les comptables contre les grands projets reaganiens  
*Jean-Claude Derian* **20**

- Billet gratuit pour la haute technologie française  
*Jean-René Germain* **26**

- Le grand télescope d'Espagne  
*Yves Delaye* **32**

- Biosphère II, planète de poche  
*Isabelle Bourdial* **38**

- Baron noir, pigeon vole !  
*Dominique Caudron* **50**

- Le poison des morts-vivants  
*Dr Jacqueline Renaud* **52**

- La machine à détecter les dopés  
*Dr Jean-Michel Bader* **62**

- La Grande Peste expliquée  
*Alexandre Dorozynski* **68**

- Une souris-homme pour combattre le Sida  
*Marcel Contig* **70**

- Les mauvais gènes étouffés dans l'oeuf  
*Pierre Rossion* **74**

Ecailles : une histoire de 400 000 000 ans

*Claudine Chesnel*

**80**

Des espèces sous surveillance  
*Eric Joly* **84**

Echos de la recherche  
*Dirigés par Gerald Messadié* **91**

## POUVOIR

Médicaments : le projectile magique

*Dr Jean-Michel Bader*

**100**

Les ordinateurs "neuronaux"  
*Alexandre Dorozynski* **116**

Pétrole : après le forage, le drainage  
*Laurent Douek* **124**

Un moteur microscopique  
*Renaud de La Taille* **128**

Echos de la recherche  
*Dirigés par Gérard Morice* **133**

Des marchés à saisir **138**

Tous les crédits des photos et dessins de ce numéro se trouvent en page 184.

La navette *Discovery* annonce-t-elle le redémarrage de l'Amérique ou est-ce son chant du cygne ? Et que vont devenir, après lui, les fantastiques projets du Pdt Reagan : Guerre des étoiles, "Orient Express", bombardier futtif ?... p. 20





Lynx, mini-lièvre de Floride, écrevisse à pattes rouges, huchon, carpes chinoises, autant d'espèces qui tentent de s'adapter à nos climats... et nos humeurs. Qui paye, qui perd et qui gagne à ce jeu-là ?

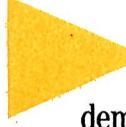
p. 84



Ce nouveau "Grand d'Espagne" se nomme *W. Herschell* et habite La Palma, aux Canaries. C'est un télescope de 4,20 m de diamètre, qui occupe la 3<sup>e</sup> place derrière le 6 m soviétique de Zelentchouk et le 5 m américain du mont Palomar. Signe particulier, une monture azimutale, comme le plus modeste instrument d'amateur.

p. 32

## UTILISER

 La télécommande ouvrira les portes de demain

*Henri-Pierre Penel*

**141**

Films ultra-sensibles : aux frontières de l'impossible

*Alex Kovaleff*

**145**

Haute définition pour tirages papier

*Roger Bellone*

**150**

Science & Vie a lu pour vous

**154**

Science & Jeux

*Gilles Cohen, Yves Delaize, Renaud de La Taille et Henri-Pierre Penel*

**162**

Echos de la vie pratique

*Dirigés par Roger Bellone*

**175**



Tout le monde pense que Florence Griffith a utilisé des moyens chimiques pour gagner le 100 m olympique. Mais ses médecins ont sans doute eu l'astuce — contrairement à ceux de Ben Johnson — de ne lui administrer que des hormones naturelles, à des doses indétectables.

p. 62



UN TEL BONHEUR EST PARFAITEMENT

# RENAULT SUPERCINQ



28 vénérables  
versions.  
6 motorisations  
dignes du Dragon.  
Essence,  
Diesel ou turbo.  
De 143 km/h  
à 204 km/h  
sur honorable  
circuit.  
Consommations  
pas de sushis  
5,7 à 90  
7,6 à 120  
8,7 en ville.  
Luxe suprême  
Tatami en cuir  
Direction assistée  
souple comme  
le roseau  
(sur le modèle  
présenté: Baccara  
87.000F au 1.788  
millésime 89).  
On succombe  
devant tant  
de raffinement.  
Garantie  
anti-corrosion  
Renault 6 ans.  
Diac votre  
financement.

**RENAULT préconise elf**

**NT INSUPPORTABLE**

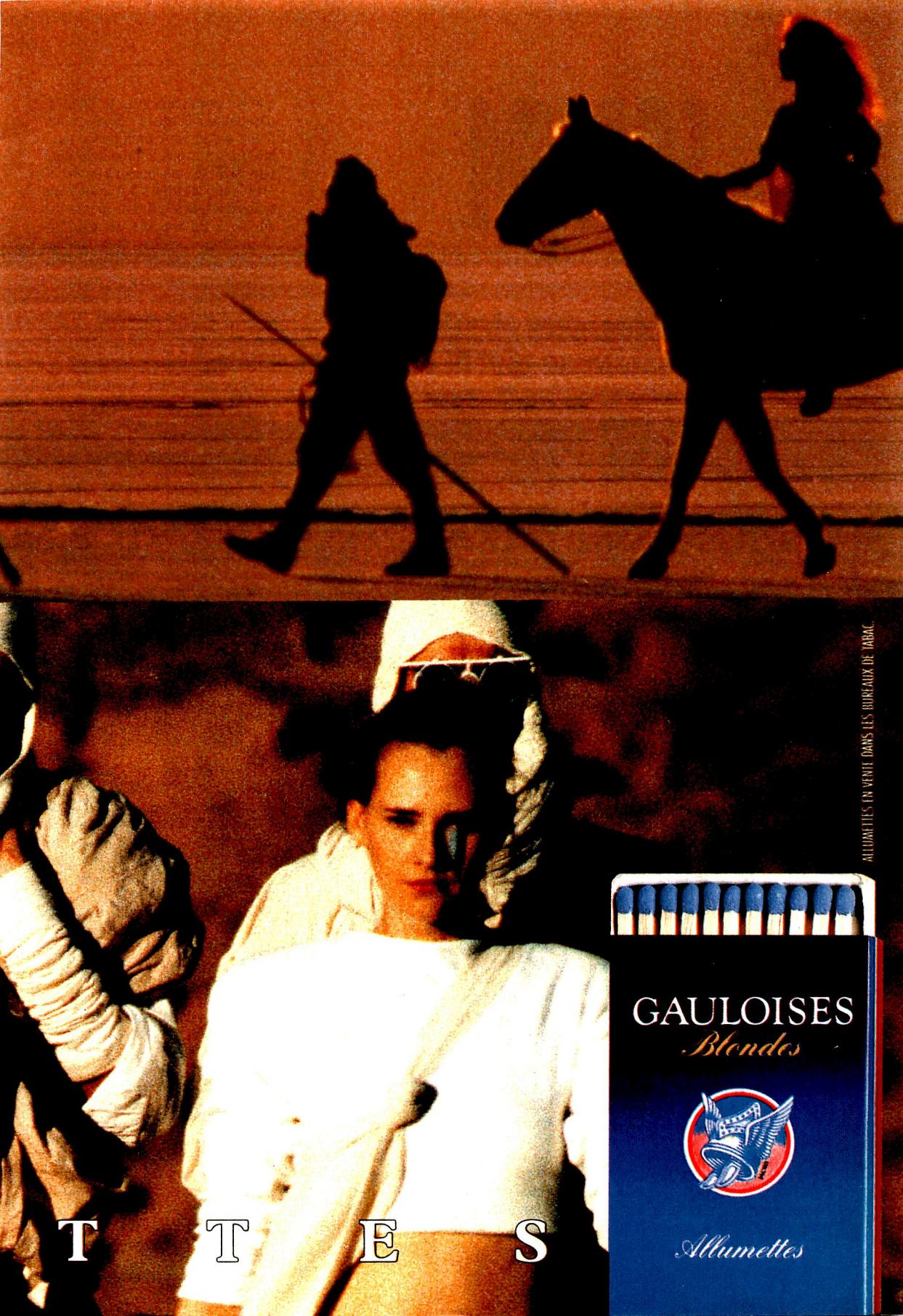
 **RENAULT**  
DES VOITURES  
A VIVRE

# GAULOISES BLONDES LES FILS DE LA TERRE



DDB/SAATCHI & SAATCHI ADVERTISING.

A L L U M E



T T E S

GAULOISES  
*Blondes*



*Allumettes*

ALLUMETTES EN VENTE DANS LES BUREAUX DE TABAC.

# FORUM

## Le paratonnerre absolu : un cas qui intéresse tout le monde

M.M.A., de Lyon, a lu avec un intérêt tout particulier l'article de Renaud de La Taille intitulé "Le paratonnerre absolu", car l'appartement de sa fille, situé dans une maison que je possède à la campagne a été récemment dévasté par la foudre une nuit d'orage, sans que celle-ci soit, à proprement parler, tombée sur la maison. En effet, aucune trace extérieure n'a été relevée, mais l'incendie intérieur de la cuisine, où 5 appareils ménagers branchés à la terre ont été complètement détériorés, tous les meubles de cuisine ont brûlé, le feu s'est communiqué au plafond, aux fenêtres et portes vitrées, dont les carreaux ont volé en éclats ; cela a permis à une fumée noire et toxique d'envahir tout l'appartement, tuant chiens et chats. Ma fille et ses enfants, qui dormaient au premier étage, n'ont dû leur salut qu'à la fuite dans mon appartement, contigu, d'où les pompiers les ont sauvés par les fenêtres... Quel trajet a suivi la foudre pour entrer dans la cuisine ? Il me semble que ce ne peut être que celui des fils d'alimentation en courant électrique, car il n'y avait pas de cheminée et les ouvertures étaient fermées par des volets en bois. Par ailleurs, la ligne d'alimentation est aérienne, sur poteaux en béton sans parafoudre et, en même temps que notre appartement, deux autres dans des maisons voisines branchées sur la même ligne étaient atteints, avec détérioration d'un appareil ménager dans l'un, début d'incendie dans l'autre. Les lignes électriques n'ont pourtant pas subi de dégâts, et EDF s'est complètement

désintéressée de ce qui s'est passé à l'intérieur de l'immeuble. Au cours des quinze années précédentes, des dégâts des installations électriques s'étaient déjà produits pendant des orages violents : prises de courant brûlées entre phase et terre, appareils ménagers endommagés, sans commune mesure, toutefois, avec les effets catastrophiques décrits plus haut. Il y a apparemment donc un risque de répétition. Je me pose donc le problème d'assurer la protection de cette demeure dans l'avenir.

Je suppose, en me référant à l'article de M. de La Taille, qu'il faudrait que je fasse entourer ou longer par un conducteur en cuivre de section appropriée le câble d'amener du courant qui descend le long de la façade, ce conducteur étant relié à la terre sur le grillage en cuivre, enterré, où sont branchés les "fils de terre" de l'installation intérieure. Pouvez-vous me donner votre avis sur ce projet ?

Selon la description par notre correspondant des effets du coup de foudre tombé à proximité — destruction des appareils ménagers branchés à la terre, et destructions similaires bien que moins violentes dans des maisons reliées à la même ligne aérienne — il apparaît probable que le courant est bien entré par le fil d'alimentation. Un problème se pose toutefois : les lignes sur poteaux en béton sont en général à 1 500 V et aboutissent à un transformateur d'où partent les câbles d'alimentation domestique (triphasé 380 V, donc 220 V entre phase et neutre). Or ce transformateur est normalement protégé par un disjoncteur pour éviter

que les surtensions de la ligne ne passent sur le réseau domestique.

Il y a donc une défaillance quelque part et nous sommes étonnés que EDF se soit désintéressée du problème, surtout s'il y avait 2 autres personnes dans le même cas que vous. En principe, votre propre disjoncteur associé aux fusibles idoines auraient dû protéger votre installation, mais les courants de foudre sont d'une telle puissance qu'ils franchissent, sous forme d'arc, l'écart entre les plots des fusibles ; de là à incendier des appareils ménagers, il y a une marge qui suppose que la surtension ait eu en plus la durée pour elle : un phénomène certainement rare.

De toute manière il faut reprendre contact avec le Service information et relations publiques EDF. Eux seuls ont des ingénieurs spécialisés dans les problèmes de foudre qui pourront étudier votre cas et vous indiquer quels sont les travaux de protection à entreprendre.

## Virchow, l'homme de Néanderthal et les Cosaques

Votre article sur l'homme de Néanderthal appelle quelques observations, écrit M.P.A.T., de Cabanac : Virchow, qui est le père de la pathologie moderne, était aussi archéologue (il était avec Schliemann à Troie). Il est impossible qu'il ait pris un crâne fossile pour celui d'un homme moderne. D'ailleurs, son diagnostic n'était pas "homme dégénéré", mais "homme atteint d'une maladie osseuse".

Il est un peu vite de dire que Virchow, dont le génie en matière médicale est incontestable, est le "père" de la pathologie moderne ; il a joué un rôle considérable dans le développement de la pathologie cellulaire, dont le précurseur, auquel il a au moins emprunté quelques concepts-clés, est Raspail. Cela étant, ce n'est pas à Virchow lui-même que nous avons attribué le diagnostic erroné sur les vestiges d'homme de Néanderthal, mais en fait, à Mayer. Le Pr Richard Lea-

# Amstrad se déchaîne !

...avec une  
nouvelle gamme  
qui balance



Spécialiste de la chaîne compacte à l'échelle européenne, Amstrad Fidelity vous propose cinq nouvelles chaînes "midi" sur le même concept : le plus grand plaisir musical dans le plus faible encombrement et au prix le plus compétitif.

**Chaîne MX 100** : tourne-disques, double cassette, tuner FM stéréo, ampli 2 x 5 watts, égaliseur graphique 2 x 3 bandes et enceintes.

MX 100 : 1 190 F  
MX 100 T\*\*\* : 1 390 F

**Chaîne MX 200** : tourne-disques, double cassette, tuner FM stéréo à affichage digital, ampli 2 x 10 watts, égaliseur graphique 2 x 5 bandes et enceintes.

MX 200 : 1 890 F  
MX 200 T\*\*\* : 2 090 F

**Chaîne MX 300** : tourne-disques, double cassette avec Dolby, tuner FM stéréo à affichage digital, ampli 2 x 20 watts, égaliseur graphique 2 x 5 bandes, enceintes et télécommande.

MX 300 : 2 390 F

**Chaîne CDX 400** : Compact disc laser, tourne-disques, double cassette, tuner FM stéréo, ampli 2 x 10 watts, égaliseur graphique 2 x 3 bandes et enceintes.

CDX 400 : 2 490 F  
CDX 400 T\*\*\* : 2 690 F

**Chaîne CDX 500** : Compact disc laser, tourne-disques, double cassette avec Dolby, tuner FM stéréo à affichage digital, ampli 2 x 20 watts, égaliseur graphique 2 x 5 bandes, enceintes et télécommande.

CDX 500 : 3 990 F

\* Prix publics généralement constatés.  
\*\* Présentation en meuble haut à roulettes et porte vitrée permettant le rangement des disques.

**AMSTRAD** | **FIDELITY**

**La Qualité. L'innovation en plus**

Je désire recevoir une documentation sur les chaînes compactes AMSTRAD

Nom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Tél. \_\_\_\_\_

Code Postal | | | | Ville \_\_\_\_\_

Renvoyez ce coupon à :

Amstrad France

B.P. 12 - 92312 Sèvres Cedex.

Ligne consommateurs : 46.26.08.83

Tapez 3615 Code AMSTRAD

88.2.5 & V 26-10



**Et maintenant, musique !**

key, qui a fait des recherches sur ce point, a rappelé sans charité dans *Les origines de l'homme* que l'illustre Pr F. Mayer, de Bonn, avait reconnu dans le crâne en question « les restes d'un cosaque mongol qui s'était réfugié dans une grotte, alors qu'il était sur le chemin de la Prusse, en 1814, à la poursuite des armées napoléoniennes », et que « le malheureux souffrait de rachitisme congénital qui lui avait déformé la face. » Virchow n'a pas démenti, loin de là, et n'a certes pas exprimé un seul mot qui pût faire penser qu'il avait reconnu là l'ancêtre de notre humanité. En plus, ses partisans ont bien parlé, à propos de ce crâne, de "ressortissant d'une race sauvage" et d'"idiot congénital". A la décharge de Virchow (et du pauvre Mayer, bien malmené depuis), il faut dire que l'anthropologie balbutiait alors, et que ce ne fut que près d'un demi-siècle plus tard qu'on commença à concevoir des idées un peu plus fondées sur l'homme de Néanderthal. Quant à attribuer à Virchow des compétences d'archéologue parce qu'il était à Troie avec Schliemann, c'est également un peu rapide, car, si Schliemann a eu un flair étonnant, basé sur sa grande culture grecque, c'était le plus effroyable des saccageurs en matière de fouilles archéologiques. On le qualifierait aujourd'hui, et à raison, de vandale.

## Blurgs par-ci, blurgs par-là...

Charmante protestation que celle de M.J.W., de Pertuis, qui s'en prend à nos dénonciations de Balivernes-lamentables-à-l'usage-réserve-des-gogos ou "blurgs", terme que nous avons forgé il y a quelques années. « Foutez-nous la paix avec votre fer à repasser ! » Voilà ce que j'ai crié en pleine séance d'initiation à l'astronomie au planétarium du Palais de la découverte, un après-midi de novembre 68, sous une coupole, en pleine foule. Au départ, le présentateur avait pris parti contre l'astrologie en ces termes : « Regardez la constellation du Lion. Cela n'a rien d'un lion, mais plutôt d'un fer à repas-

ser... » *Et les siècles de poésie, qu'est-ce que vous en faites ?* Ainsi présenté, son point de vue devient tout à fait défendable. Il faut, en effet, de la poésie, et nous préférions que les constellations portent des noms symboliques et que les rues de nos villes s'appellent Gît-le-Cœur ou des Mauvais-Garçons plutôt que n° 36 ou 107. Toujours est-il que les blurgs ne sont pas ennemis de la poésie, seulement de la fausse poésie.

balle de fronde ne traverserait pas une cuirasse à 300 m, la portée de cette arme n'excédant pas 200 m. Pour être juste, il n'y a que peu de descriptions précises de la fronde par les historiens grecs ou romains, et les dessins sont plus rares encore. Par contre, son principe de fonctionnement est simple : il s'agit essentiellement d'un propulseur par effet bras de levier comme il en existe pour les javelots ou les harpons.

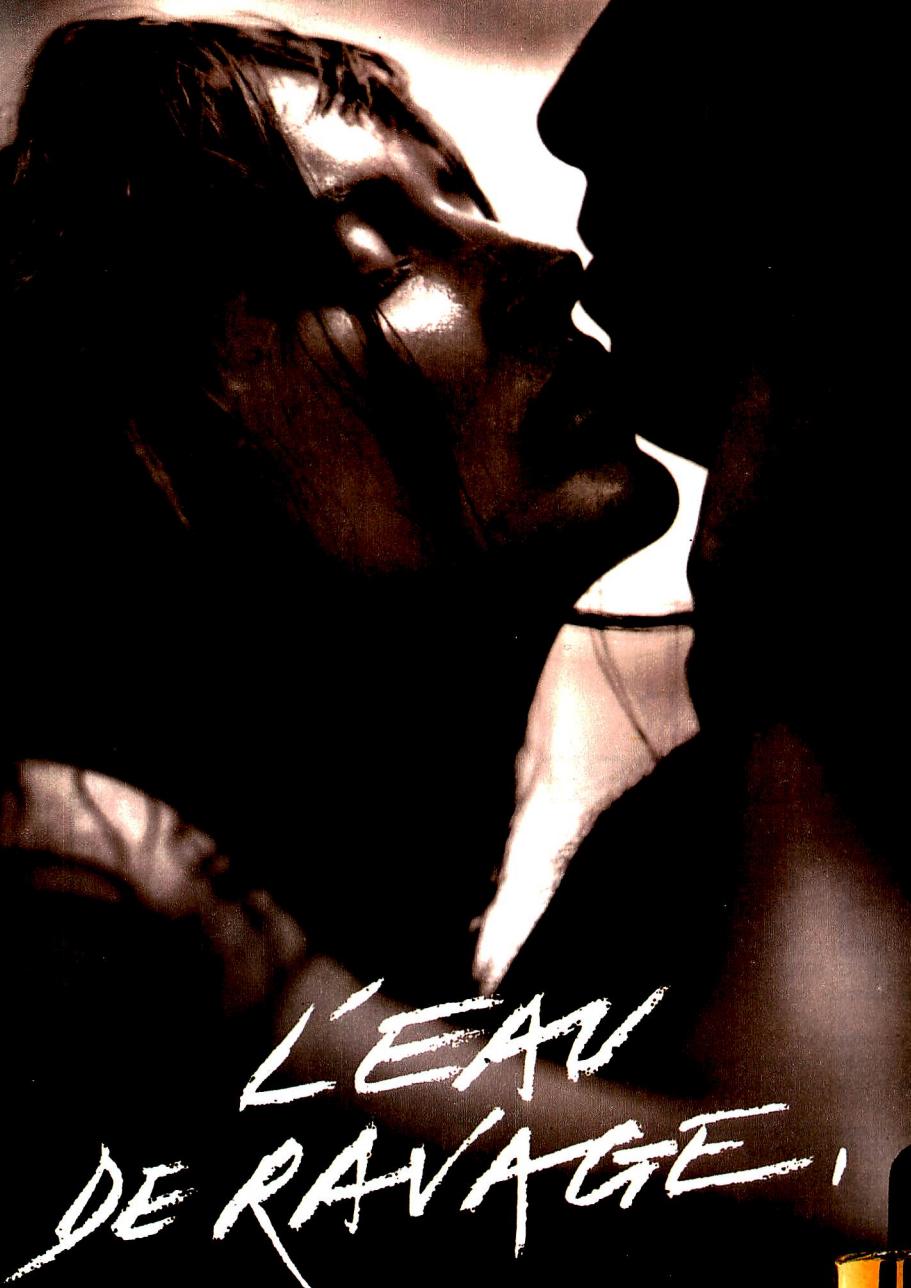
Tout le problème vient de ce que la vitesse du bras détendu (projectile lancé à la main) ne dépasse jamais une certaine limite, même si la masse du projectile est très faible : le travail musculaire est donc pleinement utilisé dans le lancer du poids olympique, mais pas dans le jet d'un caillou de 50 à 180 g. En utilisant une fronde, faite de 2 lanières de 50 à 70 cm de long de part et d'autre d'une poche en cuir, on multipliait la vitesse du bras et on exploitait la mieux l'énergie potentielle des muscles.

Cela dit, la force centrifuge ne joue pas d'autre rôle que de maintenir les lanières tendues quand le frondeur les faisait tournoyer au-dessus de sa tête ; en pratique, nous doutons qu'il ait pu dépasser 5 tours par seconde, soit 300 tr/min — et non 2 000 tr/min ; à ce moment, avec un cercle de giration de 3,5 m de circonférence, la vitesse périphérique est de 17,5 m/s, soit 63 km/h. Pour peu que les célèbres frondeurs baléares aient mis dans la poche un galet de 4 à 6 cm (de 60 à 200 g), cela faisait un projectile mortel pour qui le recevait sur la tête. Le point faible de cette arme, c'est qu'il fallait un entraînement et une adresse hors du commun pour lâcher au bon moment une des lanières de sorte que la balle parte exactement dans la direction voulue.

## Idiots savants et calcullettes

M.J.B., de Viron, trouve, à propos de notre information sur "Les idiots savants" de la p. 67 de notre numéro de septembre, qu'il n'y a rien d'extraordinaire à savoir quel jour de la semaine correspond à une date précise, étant

AXE



L'EAU  
DE RAVAGE !

Entre la joue et le torse, là où la peau est secrète, commence un nouveau jeu de la séduction. Avec Axe.

La première eau de toilette après-rasage. Désormais, un seul geste suffit pour calmer le feu du rasoir et allumer les passions. Des passions qui ont pour parfums Musk, Ambre et Marine. Avec Axe, votre après-rasage a su se faire eau de toilette. Axe. La première eau de toilette après-rasage.

PREMIERE  
EAU DE TOILETTE  
APRES-RASAGE.



donné que la publicité de la p.87 prétend donner un moyen d'y parvenir instantanément. En outre, une calculatrice ou une feuille de papier et un crayon (et de la patience) permettent d'arriver à ce résultat.

Comme notre information l'indiquait, l'intérêt de ce que l'on appelle, un peu cruellement, "les idiots savants" tient à ce qu'ils témoignent dans certains domaines, et ceux-là seulement, d'une agilité intellectuelle qui, non seulement dépasse de très loin les normes des gens normalement développés, mais qui, de plus, ne correspond pas à leurs capacités dans d'autres domaines.

C'est un peu comme s'il y avait surdéveloppement dans un domaine, et sous-développement dans l'autre. Ce sont souvent des sujets très jeunes, qui parvenaient déjà à ce résultat, apparemment sans trucs mnémonomiques, sans crayon ni papier et bien avant l'invention de la calculatrice.

Les sujets actuels ne semblent pas davantage recourir à ces instruments.

## La mémoire de l'eau (III) : Hahnemann ou le Sapeur CamembHerr

*Il est osé d'écrire que votre travail consiste à indiquer au lecteur où se trouve la vérité, lorsqu'on sait que toute science n'est qu'approximation, écrit M.Ch.R., de Lagny.*

Faisons observer à ce correspondant qu'approximation n'exclut pas vérité, fût-elle temporelle. Un journaliste rendant compte de la vaccination de Joseph Meister par Pasteur était tenu d'aller vérifier si le petit Meister avait réellement été protégé contre la rage et de s'informer auprès de collègues de Pasteur de la validité de sa méthode de vaccination (qui, d'ailleurs, ne pouvait guère faire de doute, car la vaccination était déjà pratiquée depuis Lister). Son de-

voir était donc de contrebattre les objections infondées de ses adversaires, fussent-ils, car il y en eut, qui appartenaient à l'honorables Académie de médecine. Il était impossible d'opposer simplement les thèses des adversaires et celles de Pasteur et de laisser le public juger. Il y avait bien là une vérité scientifique, qui était que le vaccin antirabique protège contre la rage. S'il est bien vrai qu'aucun savoir n'est achevé, on peut quand même affirmer que la génération spontanée n'existe pas et que les souris ne naissent pas spontanément dans les tas de linge sale, comme on le croyait au temps de Pasteur. Un journaliste n'est pas une caisse de résonance des informations ou des opinions qui courent ; c'est un enquêteur et son talent consiste à vérifier auprès des informateurs les plus qualifiés ce qu'il faut penser de la structure atomique des supraconducteurs, de tel traitement médical et des risques des retombées radioactives de Tchernobyl. D'où, d'ailleurs, sa responsabilité légale autant que morale (cette réponse s'adresse également

(suite du texte page 14)

# COMMENT DEVELOPPER VOTRE MEMOIRE

Rien de plus simple avec l'étonnante méthode CHEST !

Grâce à elle, en un mois, vous doublerez les capacités actuelles de votre mémoire ! Rapide et agréable, cette méthode ne demande aucun effort. Elle est si simple qu'un enfant de 14 ans peut l'étudier entièrement en un mois. Un quart d'heure par jour suffit !

Et c'est facile ! Grâce à une FORMULE UNIQUE D'EXERCICES

CORRIGES PAR L'AUTEUR LUI-MEME, vous retiendrez bientôt sans difficulté les noms propres, les visages, les langues étrangères, des listes de numéros de téléphone...

Tout ce que vous désirez, sans aucune limite !

Vous aussi, découvrez vite comment développer votre mémoire en lisant la passionnante brochure offerte gratuitement par FRANCE MARKETING DIFFUSION.

Pour la recevoir, retournez dès aujourd'hui le bon ci-dessous à :

FRANCE MARKETING DIFFUSION  
45/4, avenue de Flandre. 59290 WASQUEHAL.

Tapez 3615  
FIRST\* CHEST

GRATUIT

Je désire recevoir gratuitement et sans aucun engagement de ma part, la documentation complète sur la méthode CHEST (je joins 3 timbres à 2,20 F pour frais. Etranger : 3 coupons réponses internationaux).

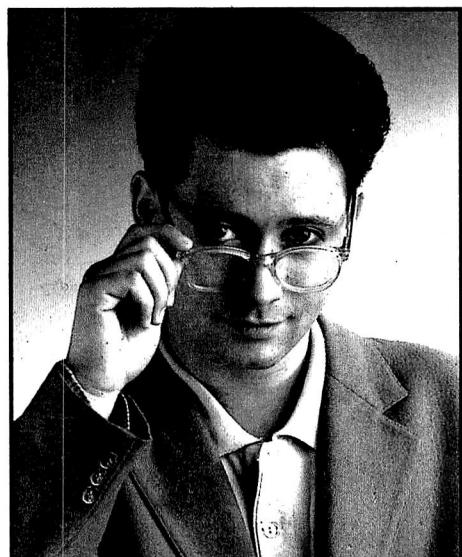
NOM \_\_\_\_\_

Prénom \_\_\_\_\_

N° \_\_\_\_\_ Rue \_\_\_\_\_

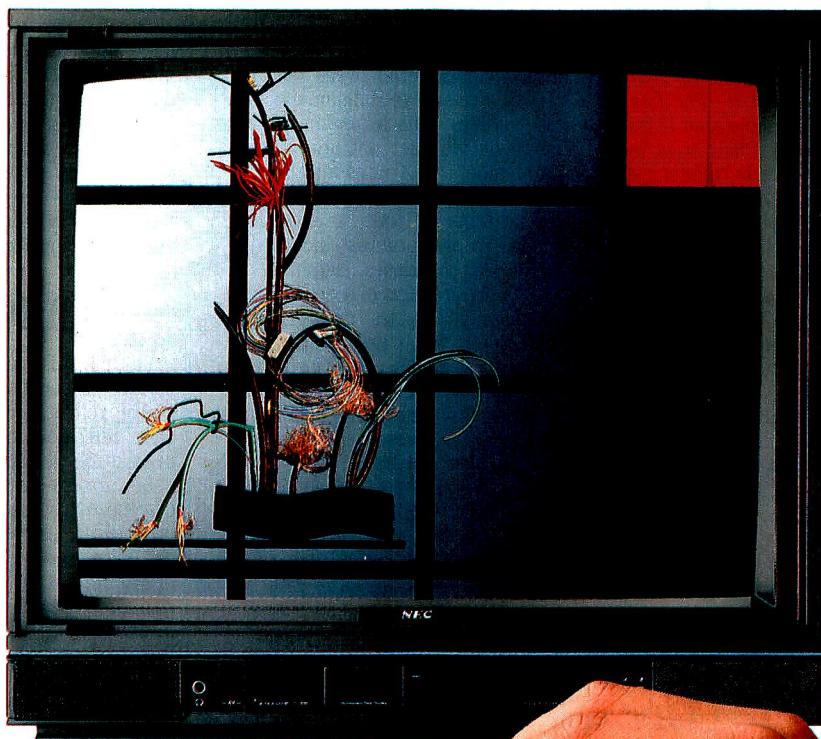
Code postal \_\_\_\_\_ Ville \_\_\_\_\_

à nous retourner à FRANCE MARKETING DIFFUSION Service S.V. 45/4, avenue de Flandre. 59290 WASQUEHAL.



SV45

# En créant l'effet réducteur de bruit vidéo, NEC fait de l'image digitale une Histoire de Perfection



Un magnétoscope digital, c'est bien. Très bien. Mais le leader mondial des composants électroniques se devait d'aller encore plus loin dans la perfection technologique de l'image digitale. Aujourd'hui, c'est chose faite.

Le nouveau magnétoscope digital NEC DX1600S possède l'**effet réducteur de bruit vidéo**: une invention NEC dont l'histoire se résume à une fabuleuse petite puce. Associée à une mémoire vivante RAM, elle réduit toutes les imperfections sur l'écran et rend à l'image toute sa pureté d'origine. Qu'il s'agisse d'un enregistrement télévisé ou d'une cassette préenregistrée, elle diminue le rapport Signal/Bruit de 6 dB ! Vous bénéficiez sur le NEC DX1600S d'une image numérique plus que parfaite, en lecture comme en recherche, au ralenti comme à l'arrêt.

Une prouesse technologique qui fera référence dans l'histoire de l'image digitale... et que les autres magnétoscopes ne sont pas près d'oublier !



**Magnétoscope Digital NEC DX1600S**

SECAM HQ avec télécommande programmable à affichage LCD

**NEC**  
LA MÉMOIRE DU FUTUR

au Dr R.D., de Suresnes, qui nous demande comment le journaliste peut établir la vérité).

C'est aller un peu vite en besogne, poursuit notre correspondant, en profitant du canular de la mémoire de l'eau, que de croire pouvoir abattre l'homéopathie... Suit un discours sur le fait que notre correspondant et sa famille recourent à cette "médecine" et s'en portent fort bien. Les tenants de la mémoire de l'eau seraient bien contrariés de voir qu'un adhérent à l'homéopathie traite leur thèse de "canular". Elle ne l'est devenue que parce que des journalistes ont démontré que c'en était un. Chacun a le droit de se soigner lui-même de la manière dont il l'entend, au gui, à la chansonnette ou aux boulettes d'amidon, mais personne n'a le droit de revendiquer l'autorité de la science quand il n'est pas de base à ses assertions.

C'est un peu le même thème que développe Mlle E.B., de Montpellier, qui nous écrit à ce propos : ...vous savez bien qu'à toutes les époques, les importantes découvertes scientifiques sont passées par une période d'incrédulité de la part des scientifiques traditionnalistes, qui ont été bien "blousés" quand la découverte s'est avérée juste... Certes, de nombreuses découvertes, mais pas toutes, ont entraîné des changements importants dans les habitudes de pensée, mais il faut quand même souligner que les découvertes ne sont avérées qu'après vérification. Lorsque Kammerer a prétendu avoir effectué des expériences sur le crapaud accoucheur qui eussent, les premières, vérifié de manière éclatante le lamarckisme, ce sont les vérifications de ses collègues qui ont permis de conclure qu'en dépit de ses titres académiques, Kammerer s'était livré à une tromperie grave. L'incrédulité qui accueille bien souvent une théorie nouvelle n'est pas la preuve de la valeur de cette théorie.

Le Dr R.D., déjà cité, rappelle à propos de la syphilis, à laquelle Hahnemann, fondateur de l'homéopathie, attribuait tous nos maux, que c'était l'opinion presque unanime dans les années 1930-40 à Paris, à la Faculté. Il est vrai que le Sida n'avait pas encore sévi... Mais

l'on était obsédé par la syphilis avant la guerre que de continuer à répandre les idées de Hahnemann.

Il ferait beau voir, par ailleurs, qu'on enseignât à la Faculté les idées de celui-ci sur la maladie. Citons quelques perles tirées de l'*Organon* de ce brave Hahnemann sur les "erreurs dans le régime ou le genre de vie exerçant une action pathogène" : « ...Toutes les tisanes et infusions, les eaux de toilette et les parfums de toute espèce, les fleurs "trop odorantes" dans l'appartement (narcisses, jasmin, lys), toutes les préparations dentifrices médicamenteuses, les mets et les sauces fortement assaisonnés, les pâtisseries et les glaces aromatisées de substances médicinales, les légumes consistant en herbes, racines ou pousses médicinales, comme les asperges à longues pointes vertes, le céleri, le persil, l'oseille, l'estragon, toutes les sortes d'ail et d'oignon, les fromages fermentés, et, pour suivre, les sous-vêtements de laine à même la peau, les sports "purement passifs" auto, moto, chemin de fer, bateau à moteur, les lectures dans une position étendue, les veilles prolongées... »

Il nous paraît excessivement grave qu'il y ait en France des médecins qui s'obstinent à pratiquer une doctrine dérivée d'un auteur, et d'un seul, capable de conseils médicaux qui tiennent plus du canular surréaliste que de la médecine. Combien donc de médecins homéopathes ont-ils lu le catastrophique *Organon* dont nous tirons les calembredaines que voilà ? Qu'ils soient alors cohérents et s'interdisent les asperges à longues pousses vertes et renoncent à ce sport décidément dispensieux et, de plus, passif, qu'est le chemin de fer ! Et surtout, qu'ils interdisent à leurs clients de se brosser les dents !

M.A.R., de Malakoff, nous adresse, au cours d'une lettre assez longue, une spirituelle démonstration de la validité des théories homéopathiques : ...Vous pouvez toujours vous présenter au Dr Benveniste, même à dose homéopathique, il y a fort à parier que vous provoqueriez chez lui une réaction de type allergique observable... Ce lecteur nous adresse une série d'observations techniques sur la méthodologie observée

dans les expériences sur la mémoire de l'eau ; elles sont très nombreuses et pertinentes, comme celles de plusieurs autres lecteurs, d'ailleurs. Il nous est malheureusement impossible d'en discuter ici, faute de place. Qu'il nous suffise de rappeler que nous avons soumis à nos lecteurs dans notre numéro d'octobre la totalité des informations en notre possession ; il semble toutefois que certains aspects des expériences en question doivent être approfondis.

## Correctif

Le Dr J.-L. Bessis, du Centre hospitalier Louis Pasteur, de Cherbourg, relève une lacune dans la carte p. 97 de notre article sur les prématués de septembre dernier :

*Le Service de néonatalogie de Cherbourg possède deux lits de réanimation ventilables et 23 lits de néonatalogie conventionnels. Il s'agit là d'un des services de néonatalogie les plus anciens de France, juste apparu après la guerre. La réanimation néonatale existe depuis 15 ans pour répondre aux besoins des 3 300 naissances annuelles de la région Nord-Cotentin. Ces lits de réanimation néonatale, en faible nombre, sont imposés par l'éloignement du CHU le plus proche (Caen est à 120 km), par l'importance des naissances et la pathologie à haut risque générée par la maternité de l'hôpital de Cherbourg.*

## Recherche n'est pas commercialisation

Nous recevons de très nombreuses lettres de lecteurs qui souhaiteraient acquérir des médicaments ou subir des traitements qui ont été décrits dans la "Chronique de la recherche". Nous rappelons donc que le cadre même dans lequel des informations médicales sont rapportées, celui de la recherche, indique sans ambiguïté que ces médicaments ne sont pas commercialisés et que ces traitements à l'essai ne sont pas encore entrés dans les protocoles ordinaires. ●

# une étonnante performance de mémoire que vous pouvez réaliser

*Comment j'en ai appris le secret un certain soir et comment cela m'a si souvent servi depuis*

En me rendant ce soir-là, chez mes amis Leroy, je n'aurais jamais pu imaginer que cette invitation aurait pour effet d'augmenter mes revenus de 80%. Voici comment les choses se sont passées: après le dîner, lorsque la conversation commençait à se traîner, quelqu'un fit la proposition classique de demander à chaque invité de dire ou de faire quelque chose. Certains chantèrent, un autre fit une imitation, etc. Lorsque le tour de Jacques Derval arriva, il dit qu'il allait faire une expérience et qu'il espérait que nous l'apprécierions: il me choisit comme assistant. Tout d'abord, il demanda qu'on lui bande les yeux pour éviter toute supercherie.

## On lui dicta

### 20 nombres de 4 chiffres

Puis il pria chacun des invités de dicter des nombres quelconques de 4 chiffres: 2437, 8109, 1126, et ainsi de suite, jusqu'à 20 nombres. Il m'avait prié de noter les nombres au fur et à mesure qu'ont les citait. Lorsque ce fut terminé, Derval étonna tout le monde en récitant les 20 nombres de 4 chiffres dans l'ordre où on les avait donnés, puis dans l'ordre inverse. Puis il pria qu'on l'interroge sur l'ordre des nombres dans la liste: quel est le 7<sup>e</sup> ou quel est le 12<sup>e</sup>? Instantanément il citait le nombre correspondant à son rang dans la liste. Il le fit et le refit sans jamais se tromper.

## Il se rappelait les 52 cartes dans leur ordre

Alors pour nous étonner davantage, Derval nous demanda de prendre un jeu de cartes, de le mélanger et de lui citer les cartes dans l'ordre où elles tombaient. Lorsque les 52 cartes furent effeuillées, il les cita sans la moindre erreur, dans leur ordre, exactement comme s'il avait eu le jeu sous les yeux. Et, comme avec les nombres, il pouvait nous indiquer sans jamais se tromper la 8<sup>e</sup>, la 35<sup>e</sup> ou la 47<sup>e</sup> carte du jeu.

Vous imaginez notre étonnement. Voir cela sur une scène de music-hall est toujours intéressant, mais voir une pareille performance effectuée par un jeune cadre d'entreprise dont ce n'est pas le métier, avait de quoi stupéfier.

## Il m'expliqua comment il avait acquis une telle mémoire

Après avoir quitté nos amis, je demandai à Derval comment il avait pu acquérir cette mémoire étonnante. Il me dit qu'il n'y avait rien là-dedans de magique, mais simplement une technique de mémorisation que n'importe qui peut acquérir en quelques jours. Il m'expliqua que tout le monde a de la mémoire, mais que peu de gens savent s'en servir. «Oui, tout le monde peu réaliser les expériences que j'ai faites, en suivant simplement quelques règles faciles.» Alors il m'expliqua comment on doit procéder et comment il avait acquis une mémoire prodigieuse.

## Je pus réaliser les mêmes performances

Je ne m'imaginais pas les conséquences que cette conversation aurait pour moi. Je suivis le conseil de Derval et rapidement je fus en mesure de réaliser les mêmes expériences que lui. Je m'aperçus qu'en dehors de ces prouesses, ma mémoire pouvait me rendre d'inestimables services et que grâce à elle j'avais acquis cette vivacité d'esprit que j'avais souvent admirée chez ceux qui «réussissent».

## Ma mémoire assura ma réussite

Ma conversation, par exemple, fut transformée; simplement parce que je pouvais à tout moment retrouver dans ma mémoire un chiffre important, faire un citation correcte, me souvenir des

noms, des événements et des dates, des articles que j'avais lus, bref de tout ce qui distingue un causeur intéressant d'un bavard brouillon. Je ne tardai pas à être remarqué par le Président de ma société qui me dit; «Ce qui me plaît chez vous, c'est que vous pouvez toujours répondre instantanément à une de mes questions, tandis que beaucoup d'autres s'embrouillent ou disent qu'ils vont faire les recherches nécessaires.»

Faut-il dire que je le devais à mon excellente mémoire et que cela s'est traduit par une amélioration substantielle de ma situation? Aujourd'hui elle est vraiment très supérieure à celle que j'avais le jour où Derval m'a encouragé à développer ma mémoire.

## Comment retenir tout sans effort

Ce que j'ai appris ce soir-là, vous pourrez le lire dans la brochure qui vous est offerte ci-après. Vous y verrez que non seulement votre mémoire est capable de faire des expériences comme celles dont nous avons parlé, mais que des techniques simples permettent de retenir facilement des centaines de dates de l'histoire, des formules scientifiques ou mathématiques, des milliers de notions d'économie, de droit ou de médecine, l'orthographe ou les langues étrangères. Vous pourrez également retenir sans effort et sans erreur les noms et les visages, les rendez-vous, les tarifs, horaires, barèmes, les codes des 95 départements, celui des villes, les numéros de téléphone, bref, tout ce que vous souhaitez vous rappeler.

Si vous voulez acquérir la mémoire parfaite dont vous avez besoin, voici une occasion inespérée. Demandez la brochure offerte ci-dessous, mais faites-le tout de suite, car actuellement vous pouvez bénéficier d'un avantage supplémentaire exceptionnel.

Pierre Deligne

# GRATUITS!

## 1 brochure + 1 test de votre mémoire

Découpez ce bon et adressez-le au Service M 14-B, Centre d'Etudes, 1, avenue Stéphane-Mallarmé, 75017 Paris. Veuillez m'adresser le livret gratuit «Comment acquérir une mémoire prodigieuse» et me donner tous les détails sur l'avantage indiqué. Je joins 3 timbres pour frais. (Pour pays hors d'Europe, joindre 5 coupons-réponse.)

Mon nom: ..... Prénom: .....  
(en majuscules S.V.P.)

Mon adresse: .....

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

Ligne extra-plate.

Écran plat - Coins carrés.

Son stéréo 2 x 20 watts.

Système CTI :  
optimise la définition des couleurs.

RADIOIA

Téléviseur 70 IU 5982



Il faut le voir pour le croire,

la finesse du téléviseur n'a d'égal que la beauté de l'image.

**RADIOLA**

# 100%

Nous sommes les seuls à vous



LE CAPITAL CON

# 80%

EPARGNE RETRAITE

le garantir pour 1989.



**N**ous sommes les seuls à vous garantir ce taux un an à l'avance. Nous sommes les seuls à faire de votre épargne retraite un placement aussi rentable. Et avec les Assurances Mutuelles du Mans, vous pouvez, dès maintenant, envisager votre épargne retraite de deux façons:

- soit comme un placement à long terme pour votre retraite, sûr et solide dans le temps;
- soit comme un placement financier, toujours disponible et immédiatement performant.

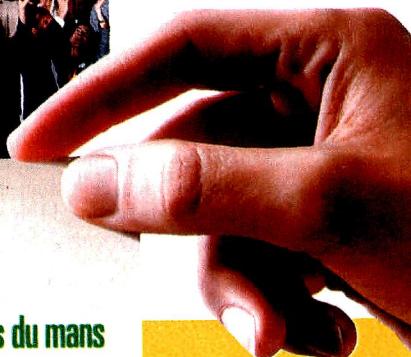
Avec la garantie, un an à l'avance, d'un taux élevé et la sécurité d'un contrat parfaitement adapté à vos besoins. Preuve en est. En 7 ans, tous ceux qui nous ont fait confiance ont vu leur capital épargne augmenter de + 130 %. Vous qui recherchez un investissement rentable et disponible à tout moment, choisissez aujourd'hui la certitude d'un taux de 10,18 % pour 1989. Nous sommes les seuls à vous le garantir un an à l'avance, vous pouvez nous accorder votre confiance !

Appelez-nous au **NEVERT 03.19.19.16**  
directement, partout en France.



assurances mutuelles du mans

FIANCE



# LES COMPTABLES CONTRE LES GRANDS PROJETS REAGANIENS

*Les années Reagan ont donné lieu au plus fantastique foisonnement de grands projets technologiques militaires et spatiaux de l'histoire des Etats-Unis. "Guerre des étoiles", "Orient Express", avion invisible, gigantesque station orbitale ont-ils encore un avenir ?*

**P**our les Français, la haute technologie américaine — en anglo-américain la *High Tech* — évoque immanquablement la Silicon Valley californienne, ou encore la route 128, proche de Boston, deux régions bénies des dieux où, selon une alchimie que nos compatriotes se sont maintes fois efforcés de déchiffrer au cours de voyages d'étude, les entreprises d'électronique et d'informatique poussent comme des champignons. Concurrence sauvage et principes de l'économie de marché poussées à leur paroxysme caractérisent cet univers où les fortunes se font et se défont en un éclair, le temps pour une firme de mettre sur le marché le dernier né des microprocesseurs, ou au contraire de se faire dépasser par un nouveau progiciel révolutionnaire.

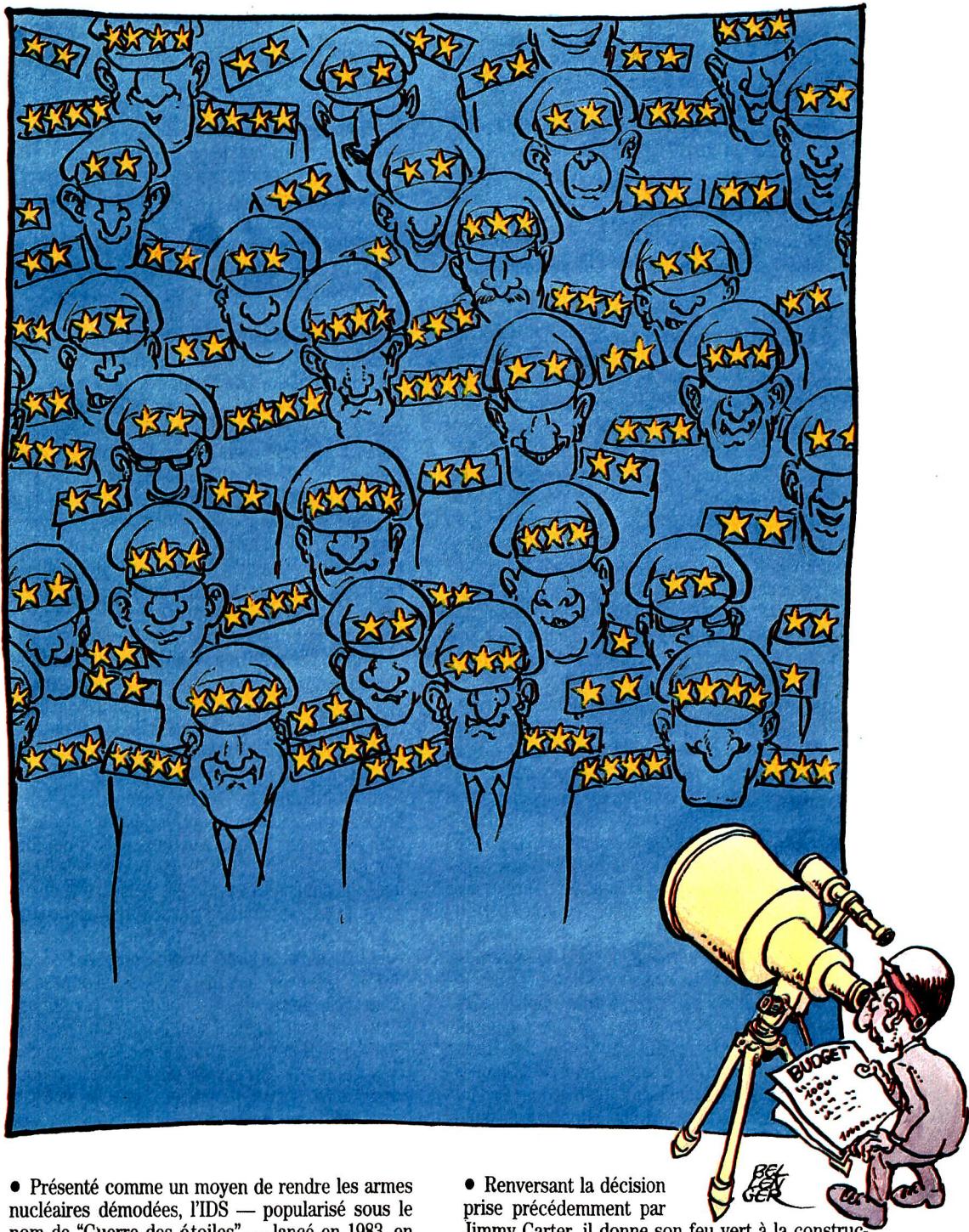
Pourtant la *High Tech* américaine n'est pas, loin s'en faut, le résultat de la seule action de "la main invisible" chère à Adam Smith. Au pays de la libre entreprise, le développement technologique doit en effet autant à l'influence de l'Etat et à ses subsides que dans la plupart des autres pays occidentaux. Toutefois, cette influence étatique est ici moins directe que dans les pays européens, qui ont tous affiché de longue date l'objectif de renforcer la compétitivité de leur industrie, tout particulièrement dans les secteurs de pointe. Elle est en effet le sous-produit de l'action du gouvernement fédéral dans un autre domaine, celui de la sécurité nationale.

De la bombe H aux missiles de croisière ou aux bombardiers stratégiques, du programme Apollo à l'IDS, la course aux armements et à la suprématie spatiale engagée avec l'Union soviétique depuis la Seconde Guerre mondiale a, en effet, conduit à la plus forte concentration de ressources jamais consacrées au développement des technologies militaires et spatiales, un effort considérablement renforcé sous l'administration Reagan. Ainsi, en 1986, le Pentagone a distribué pour plus de 100 milliards de dollars en commandes d'équipements et en contrats de recherche aux entreprises du complexe militaro-industriel américain.

Quand il s'installe à la Maison Blanche en janvier 1981, Ronald Reagan arrive avec quelques idées simples et fortes : désengager l'Etat et renforcer les mécanismes de l'économie du marché à l'intérieur ; se faire respecter à l'extérieur, en particulier de l'URSS, ce qui passe par un renforcement sans précédent de la capacité militaire des Etats-Unis. De 1981 à 1987, le budget du Pentagone croît de 170 à 300 milliards de dollars ; les crédits fédéraux consacrés à la recherche-développement militaire progressent de 15 % par an, atteignant en 1986, 42 milliards de dollars, soit 72 % de l'effort fédéral total pour la R&D.

L'affirmation du leadership technologique américain est ainsi la pierre angulaire de la politique du nouveau président. Clef de la suprématie économique et militaire, la technologie va devenir un moyen d'expression privilégié de la supériorité de l'Amérique reaganienne. Des programmes technologiques ambitieux sont lancés.

(1) Ancien conseiller pour la science et la technologie à l'ambassade de France à Washington, auteur de *La Grande Panne de la technologie américaine* (voir encadré p. 24), aux Editions Albin-Michel, juin 88.



- Présenté comme un moyen de rendre les armes nucléaires démodées, l'IDS — popularisé sous le nom de "Guerre des étoiles" — lancé en 1983, en est le plus spectaculaire. 29 miliards de dollars doivent lui être consacrés en 5 ans.

- Dans le domaine de l'espace civil, alors que la NASA accroît la cadence des tirs de la navette, Ronald Reagan prend la décision, en 1984, de construire une station orbitale habitée autour de la Terre.

- Renversant la décision prise précédemment par Jimmy Carter, il donne son feu vert à la construction du controversé bombardier stratégique supersonique B1-B, capable de "coller" au terrain pour échapper aux radars ennemis, grâce à un cervau électronique ultra-perfectionné.
- Il lance le programme d'études pour l'Orient Express, un avion hypersonique qui sera capable de re-

lier New York à Tokyo en deux heures, et dont une version spatiale pourra être accélérée jusqu'à la vitesse de satellisation.

- Il lance le développement du bombardier B2 "Stealth", l'avion invisible, transparent aux ondes radar, destiné à prendre la relève du B1-B dans les années 90.
- Il donne son feu vert à la construction du SSC, l'accélérateur de protons le plus grand du monde — 30 miles de circonférence — qui permettra aux physiciens américains de reprendre leur avance sur leurs collègues européens du CERN.

Dès 1982, l'euphorie s'empare des milieux de la *High Tech* américaine. La charisme reaganien a rendu aux entrepreneurs la confiance perdue. Parallèlement, les grands programmes technologiques militaires et civils doivent donner à l'industrie aérospatiale et de l'armement un plan de charge sans précédent dans l'histoire. Malgré la récession économique en cours, Wall Street anticipe déjà ce qui va se révéler, à partir de 1983, comme l'une des plus longues périodes de prospérité économique des Etats-Unis de l'après-guerre, un résultat indiscutable des années de présidence de Ronald Reagan.

Pourtant, c'est une réalité bien différente qui apparaît lorsqu'on tente de faire un bilan de ces années Reagan pour ce qui concerne le développement technologique américain.

L'un des plus spectaculaires révélateurs de cette réalité survient le 31 janvier 1986. Ce jour-là, les Américains frappés de stupeur assistent en direct, sur leurs écrans de télévision, à l'explosion en vol de la navette spatiale *Challenger*. Symbole de la maîtrise technologique américaine, le programme de la navette et les exploits soigneusement médiatisés de ses cosmonautes étaient devenus la vitrine de l'Amérique reaganienne triomphante, sûre de ses valeurs, de ses choix économiques et de ses performances technologiques.

Plus qu'un simple accident, qui aurait été inévitablement inscrit dans les statistiques de tout programme technologique aussi complexe que celui de la navette spatiale, la fin tragique de *Challenger* apparaît comme le grain de sable qui s'est introduit dans la mécanique parfaitement réglée des grands programmes technologiques de l'administration Reagan, révélant une surprenante réalité : des choix politiques — militaires ou civils — discutables en raison de leur coût et de leur ambition démesurés, une pression excessive sur les agences d'exécution qui, comme la NASA, ont été pressées d'atteindre les objectifs assignés, alors que ceux-ci apparaissaient de moins en moins crédibles, voire dans certains cas — on songe à l'IDS — comme totalement hors de portée.

Tout se passe comme si la gigantesque machine américaine à produire les technologies du futur tournait soudain à vide.

**La navette, tout d'abord.** Au fil des mois, la commis-

sion Rogers chargée de l'enquête sur les causes de la tragédie de *Challenger* révélait que la prestigieuse NASA du programme Apollo avait bien changé. Si de cette glorieuse époque elle avait conservé l'arrogance de ceux qui demeurent convaincus d'être les meilleurs et ne doutent pas un instant de la légitimité de leur mission, tout ceci n'était plus qu'une façade. En proie à des luttes d'influence, l'institution s'était fortement bureaucratisée. Elle maîtrisait mal ses relations avec ses contractants industriels et sacrifiait parfois la sécurité aux économies budgétaires. Pressée par la Maison Blanche d'atteindre la phase opérationnelle de lancement, elle avait commis de redoutables imprudences : souvenons-nous de la présence de l'institutrice à bord de *Challenger*, destinée à prouver que l'espace était désormais à la portée de tous. 32 mois auront été nécessaires à la NASA pour tenter d'effacer le traumatisme de *Challenger* ; 32 mois pendant lesquels les Etats-Unis ont été absents de l'espace, tandis que l'Union soviétique accumulait les premières avec sa station *MIR*, et qu'*Ariane* rafait les commandes de lancement de satellites de télécommunication.

**Le projet de station orbitale habitée**, auquel, le 29 octobre dernier, les Européens ont finalement accepté de collaborer, est le second grand programme source de préoccupation pour la NASA. Depuis 1984, date de décision de sa réalisation, il suscite polémiques et controverses. Pour l'Agence spatiale américaine, elle devrait constituer la prochaine étape logique pour affirmer la présence de l'homme dans l'espace, étape nécessaire pour se préparer à de plus grandes ambitions futures : une reprise des vols humains vers la Lune vers la fin de ce siècle et, un peu plus tard, le premier voyage vers Mars. Nombreux sont ceux qui doutent toutefois de l'intérêt d'engloutir près de 30 milliards de dollars dans un projet dont l'utilité au plan scientifique n'apparaît pas en rapport avec son coût.

En fait la discussion porte sur le rôle relatif des vols habités, la priorité absolue pour la NASA, et des expériences automatiques beaucoup moins coûteuses, auxquelles de nombreux scientifiques aimeraient voir l'agence porter un peu plus d'attention. La station est aussi critiquée par certains de ceux qui rêvent d'une plus grande ambition pour le programme spatial américain : malgré son coût élevé, elle serait en effet insuffisante et inadaptée pour servir de base arrière pour les futures missions spatiales vers la Lune et Mars.

En dépit du nombre important de ses détracteurs, notamment au Congrès, il est toutefois peu probable que le projet de station orbitale soit remis en cause, et ceci pour deux raisons. La première est l'état d'avancement du projet. La seconde est sa valeur symbolique. En y renonçant, le gouvernement américain brouillerait les cartes sur ses intentions en matière spatiale, et il serait difficile d'expliquer ce choix à une opinion publique qui est prête à faire ce qu'il faut pour

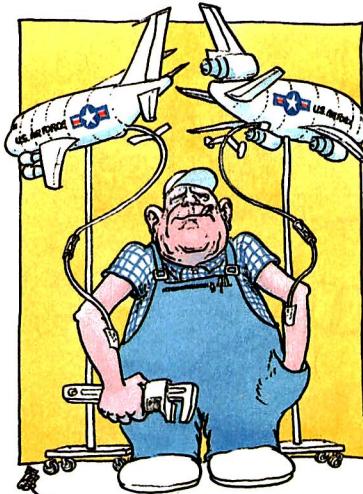
qu'en matière de vols habités, la NASA puisse faire à nouveau jeu égal avec l'Union soviétique.

**L'IDS ou "Guerre des étoiles".** Les déboires qu'a connus Ronald Reagan face au Congrès à propos de ce projet IDS (Initiative de défense stratégique) ont défrayé la chronique washingtonienne depuis trois ans. Ce programme phare de l'administration Reagan, qui devait radicalement modifier les rapports Est-Ouest et accroître l'avance technologique américaine, est devenu la cible favorite d'un Congrès à la recherche d'économies budgétaires et de moins en moins convaincu par les objectifs affichés pour l'IDS. L'administration a en effet perdu sans appel la bataille d'experts qui a duré plus de trois ans après le lancement de ce programme : déployer un système même rudimentaire d'armes spatiales anti-missiles — lasers ou autres armes à énergie dirigée — est un objectif hors d'atteinte d'ici la fin de ce siècle ; et les nombreuses percées technologiques qui restent à accomplir dans ce domaine ne permettent pas pour l'instant de prévoir de façon réaliste un horizon pour une telle réalisation.

**Le bombardier stratégique B1-B** connaît de son côté de multiples difficultés. Fabriqué à 100 exemplaires par la firme Rockwell, il est l'avion le plus cher et le plus compliqué jamais construit. Grâce à ses radars ultra-perfectionnés, il est capable de suivre, à 70 mètres du sol, le relief et les mouvements de terrain à une vitesse proche de celle du son. Mais ce mastodonte bourré d'électronique a révélé son tendon d'Achille en juin 86, lorsque l'un des deux premiers prototypes s'est écrasé dans le Colorado, après avoir traversé un vol d'oiseaux sauvages qui ont endommagé deux de ses réacteurs. Au fil des mois, la mise au point de son système électronique de guidage, de contrôle et de contre-mesures défensives se révèle beaucoup plus difficile que prévu.

Les coûts de développement du B1-B ont crû de façon vertigineuse. En juillet 88, le comité chargé des questions de défense à la Chambre des représentants estimait à 8 milliards de dollars les crédits supplémentaires nécessaires pour rendre le cerveau électronique du B1-B opérationnel.

Cette évolution est commune à la plupart des grands programmes technologiques civils ou militaires. Le bombardier *Stealth*, l'avion hypersonique, la station orbitale ou l'IDS, sont des programmes de développement technologique dont les budgets se situent entre 30 et 100 milliards de dollars, des chiffres qui, mis bout à bout, conduisent à des sommes considérables.



La prochaine administration, qui se mettra en place à l'issue des élections du 8 novembre, sera donc contrainte de faire des choix, ne serait-ce que pour des raisons strictement budgétaires. Etablir des priorités est en outre une condition nécessaire pour mettre fin à la période actuelle d'immobilisme et d'incertitudes. Le flou qui règne actuellement sur le devenir de certains programmes et sur les enveloppes budgétaires qui seront demain disponibles est, en effet, particulièrement démobilisateur.

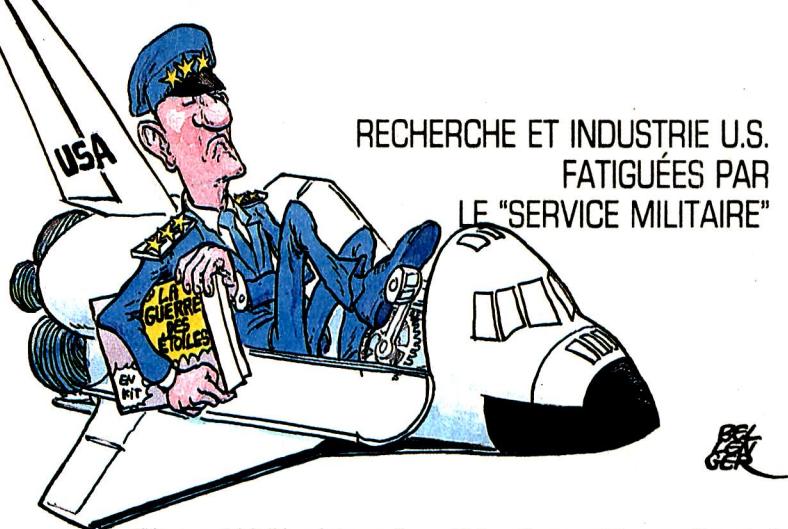
L'Amérique n'a jamais été aussi efficace dans le domaine technologique que lorsqu'elle avait un défi à relever. Souvenons-nous du projet Manhattan qui conduisit à réaliser la bombe atomique en 4 ans, et le programme Apollo, qui permit à l'homme de fouler le sol de la Lune 8 ans après son lancement. Mais nous vivons une période de transition dans laquelle la perception que l'opinion publique américaine peut avoir des effets technologiques du futur est en train de changer. Ronald Reagan a pu lancer l'IDS ainsi qu'un certain nombre d'autres programmes technologiques militaires au début des années 80, parce que ces projets constituaient des réponses possibles — sinon plausibles — à une préoccupation du moment : le regain des tensions entre l'Est et l'Ouest et la nécessité pour les Etats-Unis de retrouver un discours de fermeté vis-à-vis de l'Union soviétique.

Aujourd'hui les temps ont changé et la menace d'un conflit Est-Ouest n'a probablement jamais été aussi éloignée depuis 1945. Cette évolution devrait avoir une profonde incidence sur les programmes technologiques du futur : non seulement la légitimité dont avait bénéficié Ronald Reagan pour accélérer le développement des technologies militaires au début des années 80 a désormais disparu, mais en plus le Congrès risque de se tourner de plus en plus vers les programmes militaires pour réaliser les économies nécessaires à la mise en "uvre d'autres objectifs.

Dans ce contexte on peut prévoir une priorité nouvelle donnée à des programmes technologiques civils, notamment dans le domaine spatial, et cela pour plusieurs raisons.

- La première, c'est que la NASA semble avoir réussi, le 29 septembre dernier, à exorciser le passé, en ramenant sur terre à l'issue d'une mission sans faille, la navette *Discovery* et son équipage. C'était là la première condition pour pouvoir afficher des ambitions nouvelles.

## RECHERCHE ET INDUSTRIE U.S. FATIGUÉES PAR LE "SERVICE MILITAIRE"



Un "Discovery" fait-il le printemps ? Ou bien n'est-ce qu'un de ces vols magnifiques de la technologie américaine, comme la légende assure qu'en font les cygnes mourants ? En bref, l'Amérique est-elle vraiment f..., comme tant de rapports (américains compris) l'assurent ? Un expert français dresse un diagnostic sévère, mais non fatal.

Jean-Claude Derian est bien placé pour analyser la question. Physicien, ancien chargé de la recherche et de la technologie au cabinet du Premier ministre, puis chef de la mission scientifique de l'ambassade de France aux Etats-Unis, il a une connaissance encyclopédique du milieu scientifique, militaire et industriel de la haute technologie américaine. Avant d'écrire *La Grande Panne*, il a parcouru trois ans les Etats américains, enquêté auprès de toutes ces entreprises qui comptent, mais aussi auprès de l'administration fédérale, des lobbyistes (représentants de groupements d'intérêts auprès des élus) de Washington, de la NASA, du Pentagone.

Le résultat est exceptionnel, même s'il est parfois un peu ardu. Tout le monde n'est pas en mesure, en effet, de juger de l'évolution des capitaux à risques (*venture capital*), de la baisse du taux d'imposition des plus-values en capital des entreprises, de l'état de l'industrie des microprocesseurs 16 bits, 32 bits de mémoire RAM passant de 1 à 4, puis à 16 et 256 kilobits, des diodes Gunn, des transistors MOS, des circuits intégrés à la demande.

- La seconde tient à l'avance prise par l'URSS pendant les 32 mois de la grande "panne" technologique américaine. Combler ce retard est indispensable. Il y va de l'honneur de l'Amérique.
- La troisième résulte de l'interdépendance étroite des programmes technologiques militaires et spatiaux, qui concernent la même clientèle industrielle.

compare au confort du marché militaire, où les firmes bénéficient d'une exclusivité et affrontent des interlocuteurs peu regardants à la dépense. La condition unique du marché militaire est le respect des spécifications techniques, aussi ardues soient-elles.

Tout est-il vraiment aussi noir dans la liaison inévitable industrie-Pentagone aux Etats-Unis ? Certes non : c'est la Défense qui a financé et ouvert le marché des semi-conducteurs et des circuits intégrés, des calculateurs et des ordinateurs au monde civil. Marché toutefois rigoureux, car, explique Derian (avec une maîtrise imparable de son sujet), les entreprises doivent y faire un choix : le civil ou le militaire. Pas de milieu entre eux deux. Quand IBM, Burroughs, Control Data, Sperry "divorcent" pour une raison ou l'autre d'avec le Secrétariat d'Etat à la Défense, ils passent un quart d'heure difficile ; non seulement il leur faut affronter les périls de la concurrence, mais encore modifier leur structure de financement en matière de recherche. Celle-ci, en effet, n'est plus payée par "la princesse", et il faut alors tripler les investissements de fonds propres ou les fonds civils. Entrent alors en scène ces partenariats épineux que sont les banques et les capitaux à risques.

On le savait déjà, c'est l'Etat américain qui, dans un premier temps, a favorisé la naissance de l'aéronautique civile, en en finançant la recherche ; cela s'est souvent fait de façon indirecte, en prétendant réclamer des innovations pour la Défense qui sont ensuite passées dans le secteur commercial. Ainsi des moteurs ou des cellules d'avions : le Boeing 707 fut la copie du KC135, avion de ravitaillement de l'USAF. Mais ce transfert de technologie, du militaire au commercial, ne va pas sans inconvenients. Les civils doivent souvent essuyer les plâtres des militaires : la coordination technique, la détection d'erreurs, les études de coût, la rentabilité des équipes de recherche ne sont pas les points forts des galonnés américains. Et la situation se complique du fait que les grands avionneurs ont souvent financé par le passé les avions civils du futur avec des cré-

Compte tenu du poids économique (et électoral !) considérable de ces industries dans un grand nombre d'Etats du sud et de l'ouest des Etats-Unis, une décroissance significative des programmes technologiques et industriels militaires n'est envisageable que si elle est au moins pour partie compensée par d'autres commandes publiques aux mêmes industriels.

dits militaires. En ce sens, l'industrie aéronautique américaine (qui crie si fort contre l'Airbus, "indûment" financé par les Etats européens), est aujourd'hui encore — mais pour combien de temps ? — portée à bout de bras par l'Etat américain. Ce qui est paradoxal pour une administration libérale !

Deux cultures industrielles distinctes existent donc aux Etats-Unis : l'une protégée par le parapluie militaire, l'autre qui doit constamment se battre à ses risques et périls.

Mais ce n'est pas seulement dans l'aéronautique qu'il y a protectionnisme : Bell, spécialiste des communications, avait un monopole sur les réseaux téléphoniques interurbains et locaux ; l'industrie pharmaceutique est également protégée, puisqu'elle n'a pas de consommateurs directs à satisfaire, mais des prescripteurs qui ne choisissent (théoriquement) un produit médicamenteux qu'en fonction de ses caractéristiques techniques (et pas en fonction de son prix).

Cette distinction entre protectionnisme et concurrence permet de jager la capacité de résistance de l'industrie américaine sur le marché international : faible ! Il y a, certes, des entreprises qui ont su créer et occuper des niches technologiques permanentes, à l'abri de la concurrence directe, mais ces niches deviennent de plus en plus rares, lorsque le secteur industriel concerné atteint sa maturité.

De plus, pour l'Amérique, le "High-tech" est cruellement décevant. La "Guerre des étoiles", par exemple, ne tient pas ses promesses. Malgré des progrès formidables dans les systèmes de détection, la création d'armes lasers à rayons X, de lasers chimiques à faisceaux de particules, malgré l'ampleur de la recherche dans les VHSC (Very High Speed Integrated Circuits) nécessaire à la réalisation des ordinateurs géants qui permettraient, dans l'espace, de réagir en temps réel, le passage du rêve à la réalité s'avère insurmontable. Les querelles entre l'Union of Concerned Scientists et le SDIO (Strategic Defense Initiative Organisation) font rage sur la faisabilité des systèmes. Les démissions de responsables (dont celle retentissante

d'Abrahamson, général en chef du SDIO), réfèlent bien la crise.

Plus grave encore, la suprématie technologique américaine tout entière est contestée secteur par secteur par la France, l'Allemagne, le Japon. Eastern Airlines achète des Airbus, Intelsat décide d'utiliser le lanceur Ariane et l'université de Houston choisit un super ordinateur NEC japonais au lieu d'un Cray, bien trop cher.

Pour relever ce défi, l'Amérique a lancé tout de même des programmes de recherche au sein du DARPA (Division des recherches appliquées et des projets avancés du ministère de la Défense). Ils n'ont pas jusqu'ici démontré leur efficacité en termes de produits de recherche, et surtout, selon Derian, drainent vers l'armée une ressource essentielle et contingente qui commence à faire défaut aux entreprises : la matière grise. Bientôt, disent en substance les critiques de cette politique, les Américains devront choisir entre le beurre et les canons, ou entre les ordinateurs domestiques et les missiles.

Bref, ce qui est kaki n'est pas sain et ce qui est sain devient kaki...

L'Amérique peut-elle poursuivre, par exemple, sa politique de sous-traitance à-tout-va des composants des machines américaines par des entreprises taiwanaises ou coréennes ? Derian n'est pas optimiste ; à long terme, cette politique détruit la structure manufacturière des entreprises, qui se vident littéralement de leur substance. Si on ne sait plus fabriquer, en somme, on ne peut plus se maintenir dans la course à la recherche. Car le berceau de l'innovation des entreprises, c'est d'abord et avant tout leur site de production, c'est lui qui réclame des améliorations, qu'exécutent ensuite des centres de recherche et de développement. 99 % des idées originales aboutissant à des produits nouveaux viennent, en effet, soit du consommateur, soit du secteur fabrication de l'entreprise.

Dure analyse, donc. Mais il n'est pas plus avisé de vendre les plumes de l'aigle avant de l'avoir tué que de vendre à l'avance la peau de l'ours célèbre. Le Dr Derian n'a pas perdu confiance... Une crise n'est pas une défaite.

Jean-Michel Bader

- La quatrième raison résulte de la nouvelle attitude de l'URSS qui, perestroïka oblige, est très demandeuse d'une coopération avec les Etats-Unis dans le domaine spatial. Celle-ci pourrait être envisagée dans des délais relativement rapprochés, sous la forme d'une mission automatique commune vers Mars, mais son véritable objectif pourrait être beau-

coup plus ambitieux : un vol habité vers la planète rouge au début du siècle prochain.

Les années Reagan resteront probablement singulières dans l'histoire du développement technologique américain. Jamais il n'y eut à la Maison Blanche supporter plus convaincu, plus inconditionnel du progrès technique. En même temps, jamais il n'y eut vision plus dogmatique du rôle de l'Etat : en dehors de son soutien légitime à la recherche fondamentale, l'effort de développement des nouvelles technologies ne peut être pris en charge par l'administration fédérale que s'il concourt à des objectifs d'intérêt collectif, qui se ramènent, pour l'essentiel, à la défense nationale. D'où ce foisonnement de grands programmes technologiques militaires, et un véritable arrosage tous azimuts de l'ensemble du système scientifique et technique américain par Pentagone interposé.

Si, globalement, une telle profusion a eu un effet d'entraînement indéniable sur la recherche américaine, nombreux sont ceux qui doutent de son efficacité, au moment où les firmes américaines de haute technologie sont en difficulté face à la concurrence japonaise ou européenne. Alors que les menaces de conflit Est-

Ouest qui avaient servi de pivot à la politique Reaganienne s'estompent, la nécessité nouvelle de renforcer la compétitivité de l'industrie américaine devra tôt ou tard être intégrée de façon explicite dans les priorités du développement technologique américain.

Jean-Claude Derian

# BILLET GRATUIT POUR LA HAUTE TECHNOLOGIE FRANÇAISE



*Jean-Loup Chrétien est le dernier passager gratuit sur la station MIR. Son billet aurait coûté 5 625 kg d'or mais, pour la médecine, son dossier vaut encore plus cher !*

**E**n compagnie de deux cosmonautes soviétiques, Alexandre Volkov et Sergueï Krikalev, le Français Jean-Loup Chrétien va s'envoler, le 21 novembre pour 30 jours dans l'espace à bord de la station orbitale MIR. Passager gratuit, il sera loin d'être un figurant. Dans le cadre de la mission Aragatz, il aiguiseera là-haut la pointe de la technologie biomédicale française.

Anatoly Grigoriev, directeur de l'Institut de médecine spatiale de Moscou, avec qui les spécialistes français ont négocié les expérimentations, nous a précisé qu'elles visent toutes à déterminer la sensibilité des cosmonautes aux facteurs spatiaux. Pendant les 2 à 3 premiers jours là-haut, l'organisme subit de profondes perturbations métaboliques (déminéralisation osseuse, affaiblissement du système immunitaire), cardiovasculaires (modification du débit sanguin, variation de la répartition de la masse sanguine dans l'organisme) et neurosensorielles (perte de la vision périphérique, illusions d'optique, mal de l'espace). En général, l'adaptation dure 5 à 6 jours, selon les tempéraments. En ce qui concerne Chrétien, son séjour d'une semaine en juin 1982 a été trop court pour que l'on puisse connaître sa propre réponse physiologique au stress de l'espace. D'où, l'intérêt de ce vol de 30 jours « suite naturelle du premier dont les données ont servi aux vols soviétiques de longue durée... Par rapport au premier vol, dit A. Grigoriev, la méthodologie complexe et le haut niveau technologique des expérimentations françaises devraient permettre d'obtenir des données exclusives. »

Le matériel nécessaire (600 kg pour un volume de 1,9 m<sup>3</sup>) a été amené dans la station orbitale à bord du vaisseau cargo automatique Progress 38, parti de Baïkonour le 10 septembre dernier. Les expériences biomédicales dont Chrétien a la charge sont au nombre de 7 :

**Echographie.** Conçue par le laboratoire biomédical du Dr Pourcelot de la Faculté de médecine de Tours, elle porte sur l'adaptation du système cardio-vasculaire pendant le vol.

**Minilab.** C'est l'une des plus délicates. Elle consiste en prises de sang et

PAR JEAN-RENÉ GERMAIN



Jean-Loup Chrétien

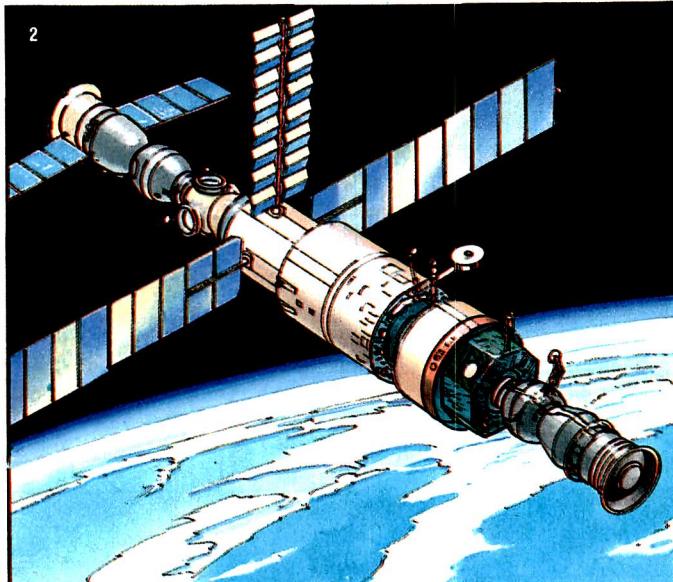
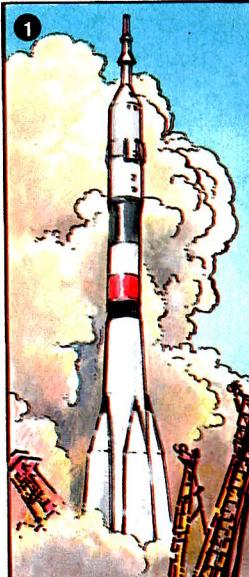
analyses d'urine à trois phases du vol, de manière à approfondir les mécanismes de la régulation hormonale et hydro-minérale en apesanteur. C'est la première fois que des prises de sang seront faites dans l'espace. Craignant, entre autres, les risques d'infection, les cosmonautes s'étaient, jusqu'à présent, toujours refusé à en effectuer eux-mêmes, malgré les pressions des scientifiques. Cette fois-ci, un médecin, le Dr Valery Poliakov sera à bord de MIR, ce qui a apaisé les craintes de Chrétien. Le sang sera centrifugé, puis congelé afin d'être ramené sur Terre. Cette série d'expériences est suivie

par le laboratoire de Cl. Gharib, de la Faculté de médecine de Lyon.

**Physalie.** Cette série, conçue par le Laboratoire de physiologie neurosensorielle (LPN) d'A. Berthoz du CNRS, vise à suivre les mouvements oculaires sur des cibles mouvantes, et vérifier la maîtrise de gestes déterminés. On pourra ainsi approfondir les découvertes, faites lors du vol précédent de Chrétien, qui démontrent l'importance de la vision dans l'adaptation posturale à l'apesanteur. Pendant les premières phases du vol, les cosmonautes souffrent de troubles de la vision, illusions d'op-



lors de son entraînement, à la Cité des étoiles, en vue de son deuxième départ pour l'espace.



1. Le 10 septembre, le vaisseau cargo Progress 38 contenant 600 kg de matériel nécessaire à la mission française s'envole de Baïkonour. 2. Le 12, il s'arrime à l'arrière du module d'astrophysique Kvant, lui-même fixé à la station orbitale Mir déjà occupée par Vladimir Titov, Moussa Manarov et le médecin Valery Poliakov. Ce dernier est arrivé quelques semaines auparavant dans le vaisseau Soyouz-TM6 arrimé, lui, sur le sas de sortie de Mir. 3. Le 10 octobre, sur ordre de la Terre, Progress 38 se détache de la station pour se consumer dans les hautes couches de l'atmosphère, ...

tique (impression de voir bouger le tableau de commande, par exemple) ou impossibilité d'accomplir certains gestes simples, qui modifient leur comportement, du moins pendant les 3 à 5 premiers jours. Ils doivent en plus s'adapter, ce qui s'accompagne de sueurs ou de nausées pénibles et imprévisibles. On espère donc découvrir les facteurs déterminant l'adaptation individuelle à l'espace.

**Vimalin.** Un minimanche du même type que ceux des Airbus A 320 sera utilisé dans des expériences conçues par l'équipe de la navette spatiale européenne Hermès et le LPN du CNRS pour évaluer les capacités de pilotage des cosmonautes quand ils regardent l'écran vidéo utilisé dans l'expérience Echographie.

**Circé.** L'une des grandes inconnues du vol, ce sont les risques radiologiques. À l'altitude de 310 km, donc sous la protection des ceintures de radiation de Van Allen, les cosmonautes ne reçoivent que 10 à 20 millirads par jour, ce qui est considéré comme négligeable. Mais, il en sera autrement dans un voyage interplanétaire de longue durée, hors de la protection de ce bouclier magnétique. Il devient donc indispensable d'évaluer les doses absorbées par les cosmonautes. Jusqu'à présent les dosimètres embarqués permettaient seulement de connaître la dose globale accumulée pendant le vol, ou certaines phases de la mission. Les nouveaux dosimètres mis au point par l'équipe de N. Parmentier, du CEA, permettront, eux, d'évaluer les doses absorbées heure par heure.

Ces 5 expériences seront complétées par deux autres réalisées au sol :

**Immunologie homme.** L'équipe du Dr Schaffar, de

l'INSERM à la Faculté de Nîmes, étudiera les échantillons sanguins pris avant et après le vol pour connaître les modifications du système immunitaire. Pendant les 2 ou 3 premiers mois du vol, en effet, on enregistre une chute globale des globules blancs, qui reste mal comprise.

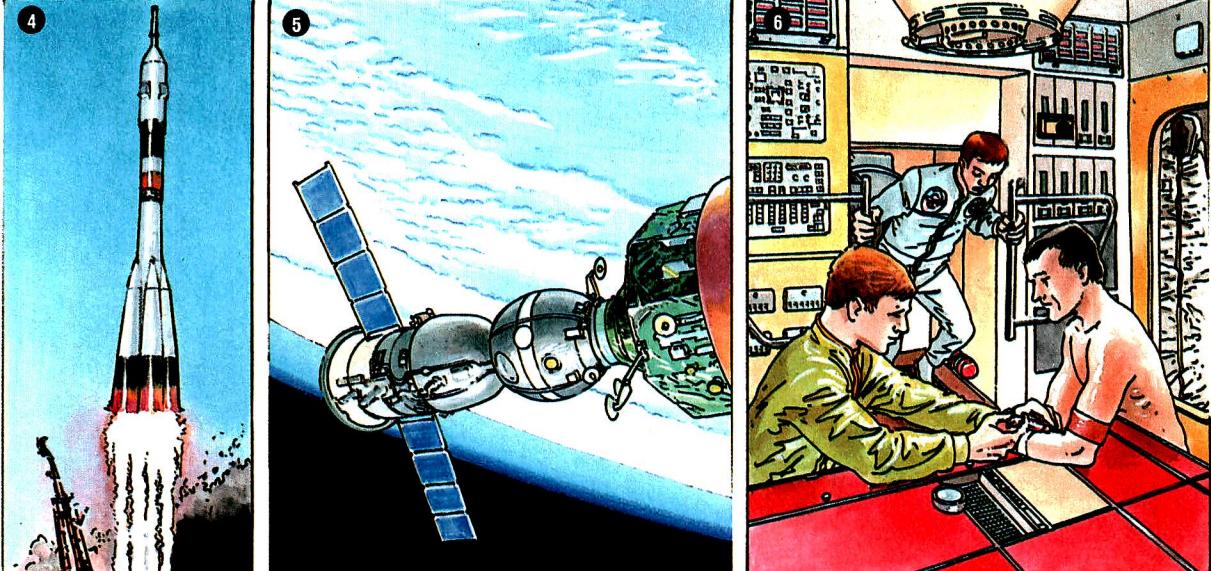
**Densitométrie osseuse périphérique.** Cette expérimentation conçue par le Pr C. Alexandre, du Laboratoire de biologie du tissu osseux de l'Université de Saint-Etienne, utilise une source radioactive pour révéler les différences de porosité de la masse osseuse pendant un vol de longue durée. S'il n'y avait pas eu Tchernobyl, elle aurait dû avoir lieu pendant le vol. Mais, après l'accident, les Soviétiques ont préféré ne pas embarquer de sources radioactives et ont demandé aux Français de réaliser leurs mesures seulement avant et après le vol.

A ces expériences seront associées 4 expériences technologiques, toutes des "premières" :

**Amadeus.** Le cosmonaute français déployera une maquette de générateur solaire équipée, pour en vérifier le fonctionnement.

**Ercos.** Lors de sa sortie dans l'espace, Chrétien fixera à l'extérieur de la station MIR une petite cassette contenant un échantillonage de différents types de mémoires RAM, MOS, C-MOS, etc... afin d'étudier l'effet des ions lourds provenant de l'espace. Expérience utile, car plus d'une fois les techniciens ont été victimes de pannes électroniques inexplicables. D'où l'idée que les ions lourds produits par les supernovae ou le rayonnement cosmique pourraient bien détériorer les mémoires, puces et autres circuits électroniques.

**Eva.** Comme dans l'expérimentation précédente,



... libérant ainsi un port d'amarrage. 4. Le 21 novembre, Jean-Loup Chrétien, Alexandre Volkov et Serguéi Krikalev s'envoient du cosmodrome de Baïkonour à bord de Soyouz-TM7. 5. Deux jours après, le vaisseau s'arrime à l'emplacement laissé libre par Progress-38. 6. La phase d'accrommodation passée, le nouvel équipage commence les expérimentations biomédicales. Parmi elles, la série de prises de sang destinées à mesurer les modifications du système immunitaire est une grande première.

des échantillons de matériaux et de revêtements seront exposés au vide spatial afin d'en déterminer le comportement. Les données récuesillies serviront au programme Hermès.

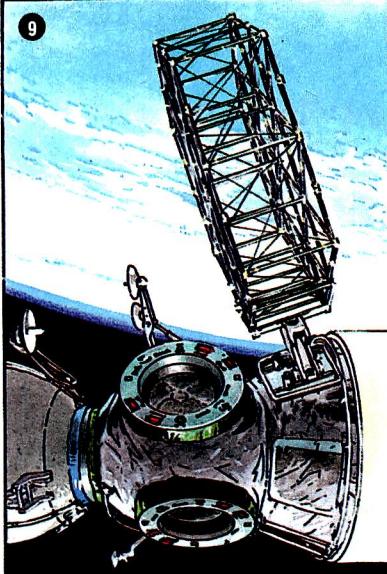
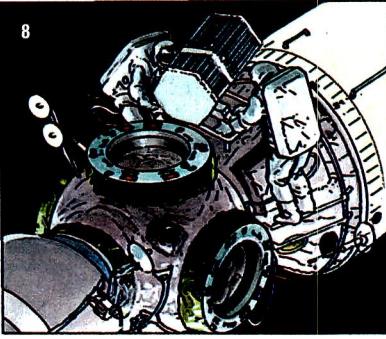
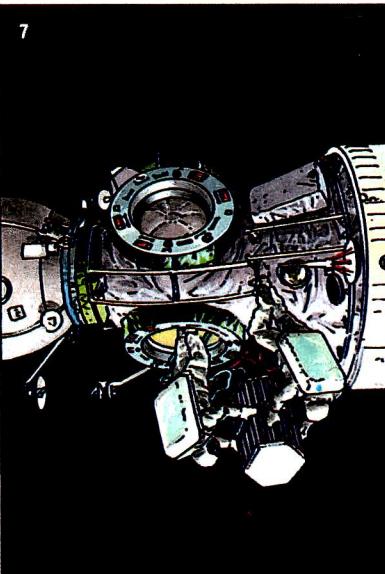
**Era.** C'est le "clou" de la mission Aragatz. Au cours d'une sortie dans l'espace, le 9 décembre entre 11 et 16 h (heure de Paris) et alors que MIR effectuera 3 tours de la Terre, Chrétien et Volkov fixeront, à l'extérieur du bloc de liaison de la station, une structure réalisée par l'Aérospatiale, constituée de tubes en fibre de carbone repliés en "fagot". Celle-ci sera ensuite déployée par télécommande pour atteindre un diamètre de 3,8 m. D'autres expériences, réalisées au cours du déploiement, en analyseront le comportement et les modes de vibrations, à l'aide d'accéléromètres. On devrait ainsi vérifier, dans les conditions réelles de l'apesanteur, le comportement mécanique de ce type de structures treillis déployables qui doivent équiper la future station orbitale européenne Columbus.

Ainsi dit, c'est vite dit ! Mais Jean-Loup Chrétien et Michel Tognini, sa doublure, ont dû subir à Zviodznigorodok (la Cité des Etoiles) l'entraînement réservé aux cosmonautes qui sortent dans l'espace. Ils se sont ainsi familiarisés avec le scaphandre lourd de sortie (150 kg) et ses différents systèmes, et ont travaillé, non sans peine, en piscine autour d'une structure MIR, pour répéter les moindres gestes de la sortie. Pendant que Chrétien fera sa sortie, Tognini, en liaison avec le centre de contrôle du vol (Tsoup, en russe) à Kalinine, dans les faubourgs de Moscou, sera encore dans la piscine de Zviodznigorodok où il réalisera les mêmes gestes que son ainé dans l'espace.

Sur le mois que Chrétien passera à bord de la station MIR, 115 heures sont prévues pour les expérimentations. Le Français n'aura droit qu'à une journée de repos par semaine, alors que ses collègues soviétiques disposeront de deux jours, en accord avec la législation soviétique du travail !

Si donc tout se passe bien, Chrétien retournera sur Terre à bord du vaisseau Soyouz TM6 avec une cinquantaine de kilos de conteneurs en compagnie de Vladimir Titov et Moussa Manarov, actuellement dans la station MIR, et qui y auront passé respectivement 365 et 363 jours. Si l'un de ces deux vétérans subissait une défaillance à cause de son long séjour dans l'espace, Chrétien devra agir comme s'il était commandant de bord. Là encore, formation technique et familiarisation avec les systèmes du Soyouz et de MIR beaucoup plus complètes que lors de sa première mission, alors qu'il n'était considéré que comme passager.

Anatoli Grigoriev nous a confié que Poliakov, Krikalev et Volkov resteront au moins 6 mois encore dans l'espace au cours desquels ils pourraient continuer à faire fonctionner les expériences françaises. A leur retour, les Soviétiques envisagent une pause dans les vols de longue durée pour au moins 5 ans, la station ne recevant plus que de 2 ou 3 cosmonautes se relayant. Les scientifiques veulent prendre leur temps pour dépouiller, analyser et interpréter toutes les données avant d'envisager le vol vers Mars. Ce n'est d'ailleurs pas un hasard si l'un des cosmonautes actuels est médecin. Les Soviétiques estiment que son expérience du vol spatial lui donne l'avantage pour interpréter toutes les données recueillies. Dans l'état actuel des connaissances



7. Le 9 décembre, Jean-Loup Chrétien aidé d'Alexandre Volkov, sort dans l'espace avec la structure Era repliée en fagot. Durée maximum prévue pour la sortie : 5 heures. 8. Les deux cosmonautes fixent la structure sur le dessus du module d'arrimage de Mir. Pendant ce temps, Michel Tognini dans la piscine de l'hydro-laboratoire de la Cité des étoiles, effectue les mêmes gestes. 9. Era est déployée. Elle fait 3,8 m de diamètre et préfigure les structures qui seront utilisées pour la construction des grandes stations orbitales. 10. C'est la première fois que la station Mir, d'un...

sances et de l'art, rien ne s'oppose aux vols d'une durée de 18 mois. Au delà, c'est l'aventure. Si l'on vise Mars, donc un voyage de 18 à 30 mois, il reste beaucoup à faire.

Le programme franco-soviétique ne prévoit pas encore de nouvelles missions humaines (le CNES propose actuellement des missions scientifiques dont certaines nécessitent la participation de l'homme) et Chrétien est sans doute le dernier passager non payant des engins soviétiques. Prétendant évident au prochain vol spatial franco-soviétique, Michel Tognini sera le premier cosmonaute français qui volera à titre "payant".

Toutes les organisations soviétiques sont en train de passer sous le régime du "khozrastchiot", c'est-à-dire de l'autonomie financière. S'il n'y est pas encore, le secteur spatial y passera. L'organisme Glavkosmos, créé il y a trois ans, indépendant d'Interkosmos et nouvel interlocuteur du CNES, mène, en effet, une politique commerciale agressive : il propose ses services (lancements, expérimentations) à l'étranger. A tout bout de champ, les officiels soviétiques de l'espace font les comptes et énoncent des coûts. Cet été, le général K. Kerimov, président de la Commission d'Etat responsable de l'astronautique

que, a annoncé à l'agence de presse Novosti, que les lanceurs servant à mettre les vaisseaux spatiaux et satellites en orbite coûtaient entre 2 et 3 millions de roubles (1 rouble vaut 10 F, environ), soit à titre de comparaison une bonne dizaine de fois moins que les fusées équivalentes européennes ou américaines. Le vaisseau piloté coûte 7 à 8 millions de roubles, sans parler des frais d'opérations (poursuite, trajectographie, récupération) s'élevant à 10 millions de roubles. Alexandre Dounaev, président du Glavkosmos, estimait que l'envoi d'un cosmonaute pendant 8 à 10 jours revenait à 7 millions de roubles or. Plus récemment encore, Stepan Bogodaj, directeur des relations internationales du Glavkosmos, corrigeait les chiffres de Dounaev et portait le prix de la mission humaine de 10 jours à 10 à 15 millions de roubles, selon sa complexité. Il aurait fallu donc

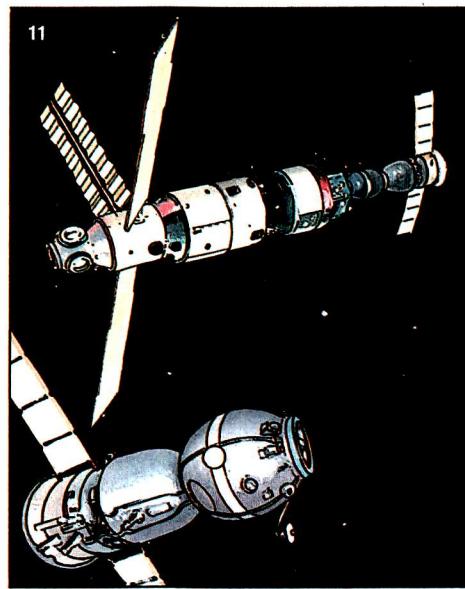
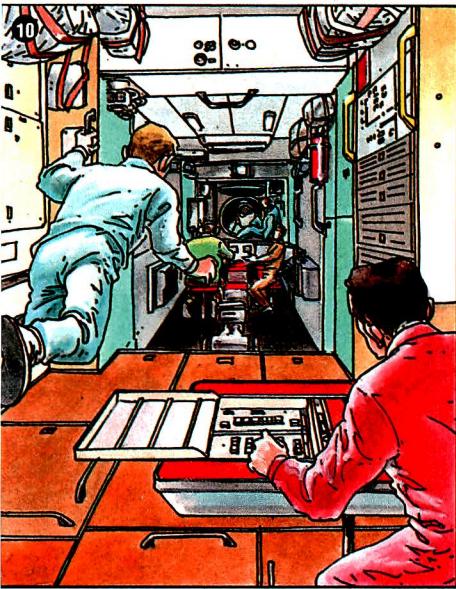
## "TCHELNOK" EN ORBITE À LA FIN DE L'ANNÉE

Enfin, la voilà. L'agence TASS vient de diffuser la photographie de la navette spatiale soviétique. Les Russes pourraient l'appeler *tchelnok* (navette en russe), mais ils préfèrent l'appeler *shuttle*, comme tout le monde ! Son lancement était initialement prévu fin avril mais, nous a-t-on dit à Moscou, des retards dans la mise au point des sous-systèmes et des questions de compatibilité de logiciels, font qu'elle devrait effectuer le premier d'une série de vols automatiques avant la fin de

l'année.

Après un débat entre V. Chatalov, directeur du Centre d'entraînement des cosmonautes favorables à des essais pilotés, et V. Goubanov, le constructeur principal du système *Energia* préférant des essais automatiques, la Commission d'Etat pour l'astronautique a donc tranché en faveur de ces derniers.

La navette soviétique présente beaucoup de similitudes avec sa consœur américaine — la forme de la



... volume habitable de 100 m<sup>3</sup> accueille pendant une durée aussi longue 6 personnes. 11. Le 21 décembre, mission terminée pour Jean-Loup Chrétien, Moussa Manarov et Vladimir Titov qui prennent place dans le Soyouz-TM6 pour retourner sur Terre. Krikalev et Volkov restent dans Mir avec le médecin Poliakov. 12. Après avoir effectué une révolution autour de la Terre, le Soyouz-TM6 effectue sa descente dans l'atmosphère pour se poser dans le Kazakhstan où l'attend le service de récupération.

débourser 45 millions de roubles si on avait dû payer le billet de Chrétien — à titre de comparaison, disons que la mission Aragatz a coûté au CNES 250 millions de F. Un lancement de Proton coûte 25 millions de dollars (actuellement 1 dollar vaut 6,4 F) ; un lancement de vaisseau cargo Progress, 10 à 15 millions de roubles et le lancement d'un vaisseau piloté Soyouz, de 2 à 3 millions de roubles. Quant au gros module de transport du type de celui actuellement arrimé à la station orbitale Saliout 7, son coût est de 12 millions de roubles.

La volonté effrénée de "faire de l'argent", pousse le même Glavkosmos à proposer des publicités sur les fusées ou sur les combinaisons et casques de cosmonautes ! Un publicitaire français de Lyon, Mr Pierrot, a d'ailleurs obtenu des Soviétiques l'exclusivité des droits de parrainage pour le vol de

Chrétien. Ces derniers s'élèvent à 8 millions de dollars : la pose d'un logo sur la fusée coûte 60 000 dollars le m<sup>2</sup>, et 5 000 dollars sur la combinaison ou le casque d'un cosmonaute. Si l'on dispose de 300 dollars par jour et par gramme, on peut introduire un produit d'une masse maximum de 100 g dans la capsule et le montrer lors des retransmissions télévisées qui durent 3 minutes environ chaque jour, etc...

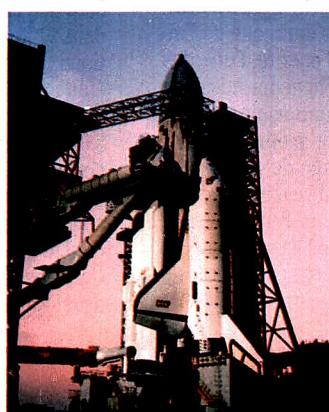
Il n'est donc pas besoin d'être grand clerc pour annoncer que nous serons tôt ou tard obligés de payer notre quote part au Glavkosmos. En attendant sa première mission spatiale, Tognini, successeur naturel de Chrétien, retournera dans le sud-ouest de la France avec sa jeune (et charmante) épouse soviétique Elena, un professeur de culture physique qu'il a connu à la Cité des Etoiles.

Jean-René Germain

voiture, la dérive, les volets, les hublots supérieurs du cockpit. Comme la navette américaine également, le *tchelnek* soviétique ne dispose pas de système propre de propulsion. On distingue parfaitement dans le prolongement de la cellule, sous la dérive, le bloc des moteurs d'attitude et de stabilisation. Si tout se passe bien, elle devrait revenir sur Terre en vol plané sur l'une des pistes spécialement aménagées pour elle à Baïkonour dans le Kazakhstan.

Elle sera lancée sur orbite basse par la fusée Energia dont ce sera le deuxième essai en vol. Durant l'été, son

constructeur principal nous a indiqué que ce lanceur d'une masse de 2 400 tonnes dispose d'un corps central de



8 m de diamètre doté de 4 moteurs hydrogène/oxygène liquides de 200 tonnes de poussée chacun (dans le vide). Les 4 accélérateurs accolés au corps central sont chacun alimentés par un moteur RD 107 à 4 chambres, brûlant du kérósène et de l'oxygène liquide et développant 806 tonnes de poussée. Au décollage, *Energia* développe 3 500 tonnes. Elle peut placer 100 tonnes en orbite terrestre basse — la masse de *tchelnek* —, 18 tonnes en orbite géostationnaire (avec un troisième étage), 32 tonnes vers la Lune ou 27 tonnes vers Mars.

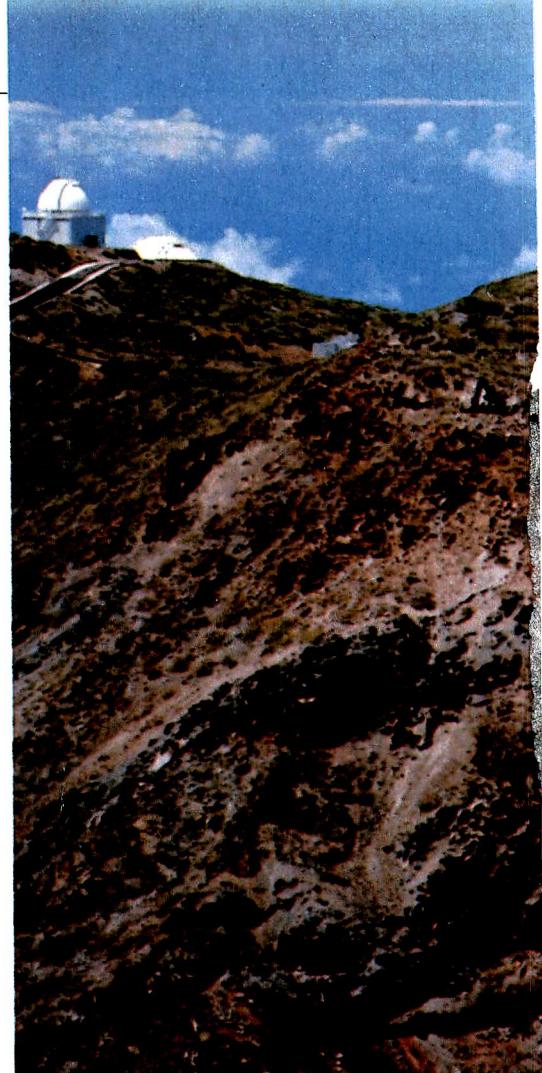
# LE GRAND D'ESPAGNE

*L'Espagne vient de mettre en service un télescope de 4,2 mètres, le troisième au monde par sa taille. Réalisation rendue possible par une coopération européenne.*

**D**e nos jours, implanter un observatoire professionnel équipé de télescopes puissants (plus de 4 mètres) devient une tâche difficile, qui prend des allures de gageure. Il faut en effet trouver un site exempt de pollution atmosphérique, à l'écart de toutes lumières parasites, bénéficiant d'un climat sec et ayant un maximum de nuits claires par an. Pratiquement, tous les pays d'Europe sont exclus d'office, face à un pareil cahier des charges. Il reste quelques endroits lointains qui répondent encore à tous ces critères, dont Hawaï, le Chili ou l'Australie. Mais l'éloignement de ces observatoires augmente les difficultés d'installation et de maintenance, ainsi que les frais de mission pour les astronomes qui doivent y travailler.

Il y a pourtant encore un site qui, en Europe, convient parfaitement. Il s'agit des îles Canaries, territoire espagnol au large de la côte africaine, à quelques degrés du tropique du Cancer, mieux connues pour leur attrait touristique que pour les qualités astronomiques de leur ciel. La découverte "astronomique" des îles Canaries n'est pourtant pas récente. En fait, dès 1856, l'astronome Charles Piazzi Smyth convainquit l'Amirauté britannique de l'intérêt d'établir un observatoire à Tenerife, l'une des sept îles de l'archipel canarien. Plusieurs missions se succédèrent et l'on vit même une équipe, parmi laquelle le Français Mascart, venir y étudier la comète de Halley, lors de son passage de 1910.

Lorsque, en 1959, un grand nombre d'astronomes de plusieurs pays se retrouvent à Tenerife pour observer une éclipse totale de Soleil, la nécessité de créer un observatoire permanent est enfin admise. Le ministère espagnol de l'Education nationale



A 2 400 m d'altitude, au bord d'un cratère volcanique,

fonde alors l'Observatoire astronomique de Teide, sous le contrôle direct de l'université de La Laguna, ville universitaire de Tenerife. Avec, il faut bien le dire, des moyens de fortune, commence alors une étude systématique de ce lieu et des autres îles de l'archipel, pour décider des développements futurs. Les résultats furent probants sur deux sites, Izana à Tenerife et Roques de Los Muchachos à La Palma, 80 % des nuits étaient bonnes pour l'observation et, dans 91 % des cas, la turbulence zénithale (perturbations des images dues à l'agitation atmosphérique) était inférieure à 0,25 seconde d'arc alors que dans la majorité des cas, elle atteint 1 s ; de jour, c'est plus de 3 000 heures d'ensoleillement annuel. Enfin, les deux endroits situés à environ 2 400 m d'altitude se trouvent non seulement à l'abri des pollutions lumineuses des zones touristiques, mais au-dessus de la couche nuageuse moyenne. Le climat serein des îles Canaries avait gagné la partie et allait permettre un développement rapide de l'Observatoire.



l'observatoire de Roques de Los Muchachos avec (à droite) la coupole du *William Herschell*, le télescope de 4,2 m.

Les îles Canaries étaient appelées au siècle dernier "îles Fortunées", en raison de leur climat de printemps éternel. Malgré ce surnom, l'astronomie canarienne, et même espagnole, manquait cruellement de moyens financiers pour développer un observatoire important. Dès lors, les Espagnols allaient se tourner vers la coopération internationale, en proposant un protocole d'accord reposant sur les points suivants :

L'Espagne fournit :

- le "ciel canarien" ;
- le terrain nécessaire à l'installation des instruments ;
- l'infrastructure (routes d'accès, électricité, téléphone, logements...) ;
- les services techniques.

Elle reçoit en échange :

- 20 % du temps d'observation des télescopes étrangers ;
- une aide à la formation de ses astrophysiciens.

Les pays intéressés fournissent :

- le ou les télescopes nécessaires et les installations annexes.

Ils reçoivent en échange :

- le droit d'utiliser le terrain alloué et les services généraux ;
- 5 % du temps d'observation des autres télescopes pour des programmes en coopération.

Ce système allait remarquablement fonctionner et la Grande-Bretagne, l'Allemagne fédérale, le Danemark et la Suède signaient rapidement cet accord.

Voici comment l'Institut d'astrophysique des Canaries (IAC), créé en 1975, est actuellement organisé. L'Institut proprement dit est installé à Tenerife dans la ville de La Laguna. Il regroupe les services généraux (administration, bibliothèque, centre de calculs), les services technique, mécanique, optique, électronique, et les astronomes permanents. Au total, près de 130 personnes, dont une trentaine de scientifiques, auxquels il faut ajouter les étu-

dians en astrophysique, puisque l'IAC a dans ses attributions celle de l'enseignement de l'astronomie. De l'Institut dépendent les deux observatoires canariens.

Celui d'Izana sur Tenerife, situé à proximité du pic de Teide (3 718 m), il occupe une superficie de 50 ha, à 2 400 m. Il est orienté essentiellement vers l'observation du Soleil. Une demi-douzaine de techniciens se charge de la maintenance journalière. Voici ses principaux instruments.

Diamètre (en cm)	Type ou fonction	Pays
20	Observation du Soleil	Espagne
30	Photopolarimètre	France
25	Photographie systématique du Soleil	Espagne
40	Télescope solaire à vide	Allemagne
45	Télescope solaire à vide	Allemagne
50	Usage général	Belgique
60	Télescope solaire	Allemagne
6 × 20	Photopolarimètre	Espagne
150	Télescope infrarouge	Espagne et Grande-Bretagne

Celui de Roques de Los Muchachos, à 2 400 m, au bord d'un cratère volcanique, sur l'île de La Palma, est plus important, avec une superficie de 150 ha et un site qui le destine surtout aux observations nocturnes. C'est lui qui a reçu les instruments les plus puissants dont voici les principaux.

Diamètre (en cm)	Type ou fonction	Pays
15	Etude de la position des étoiles	Danemark
60	Observation des étoiles	Suède
60	Observation du Soleil	Suède
100	Astrométrie	Grande-Bretagne
250	Usage général	Grande-Bretagne
250	Usage général	Suède, Norvège, Finlande et Danemark
420	Usage général	Grande-Bretagne

Une hôtellerie et des services techniques permettent aux astronomes des séjours de longue durée.

Les télescopes sont habituellement désignés par le diamètre de leur miroir. On parle ainsi du 3,60 m d'Hawaï ou du 5 m du mont Palomar. A Roques de Los Muchachos, on a eu l'idée de leur donner le nom d'un astronome célèbre. Après tout, l'idée n'est pas mauvaise et allège un peu le jargon astronomique. Les deux plus grands étant britanniques, rien d'étonnant si l'un s'appelle *Isaac Newton* et l'autre *William Herschell*. *Isaac Newton* est un télescope de 2,5 m de diamètre. Il est du type Cassegrain, avec un foyer primaire résultant ouvert à f/15, soit une distance focale de 37,5 m. En fait, ce télescope n'a pas été construit spécialement pour les Canaries ; il s'agit d'une récupération ! A l'origine, il était installé en Angleterre à l'observatoire de Greenwich, ou plus exactement à son annexe de Hertsmereux. Mais nos voisins britanniques souffrent, tout comme nous, de la pollution lumineuse et, ces dernières années, l'utilisation de ce télescope était de-

venue impossible. Forts des accords passés avec l'Espagne, les Anglais décidèrent donc de le déménager plutôt que de le laisser inutilisé. Projet louable, parfaitement mené à bien, puisque depuis 1984, *Isaac Newton* scrute le ciel limpide des Canaries au lieu des fumées londoniennes !

Au passage, il a subi un lifting complet, afin de le doter des derniers perfectionnements dont jouissent tous les grands télescopes modernes. Désormais, c'est un ordinateur qui assure et contrôle le pointage et l'entraînement de la mouture équatoriale à fourche du télescope. Si la photographie directe au foyer est toujours possible, il faut bien dire qu'elle n'est plus guère utilisée ; plus performante, une caméra de type DTC (haute-définition) capte l'image et l'envoie directement au pupitre de contrôle, où d'autres ordinateurs en assurent le traitement en fonction des besoins de l'utilisateur. Des instruments annexes sont également installés et utilisables à volonté, comme un spectrographe DTC, deux interféromètres et des photomètres. L'image de l'astronome observant des nuits entières derrière l'oculaire du télescope fait désormais partie du passé. De nos jours, c'est en salle climatisée, derrière une batterie d'écrans et de pupitres d'ordinateur, que l'observation se réalise.

*William Herschell* est le dernier né des télescopes canariens. Il reçut sa première lumière stellaire à l'été 1987 et devint véritablement opérationnel cette année. C'est un télescope de 4,20 m de diamètre, qui prend ainsi la troisième place mondiale derrière le 6 m soviétique de Zelentchouk et le 5 m du mont Palomar. Son rapport d'ouverture de f/11 lui donne une focale de 46,2 m.

Première surprise, le télescope n'est pas monté sur la traditionnelle mouture équatoriale qui, rappelons-le, compense la rotation terrestre par l'inclinaison de ses axes. La mouture est de type azimutale, comme la plus petite lunette d'amateur. Mais, ici, c'est un puissant ordinateur qui assure la compensation de la rotation terrestre en agissant simultanément sur l'axe de hauteur et celui d'azimut. La plupart des télescopes de nouvelle génération utilisent d'ailleurs ce système, qui offre l'avantage d'éviter les énormes porte-à-faux mécaniques des équatoriaux. N'oublions pas qu'à lui seul, le miroir de 4,2 m en verre céramique pèse 16 tonnes.

Deux combinaisons optiques sont possibles : l'une, de type Cassegrain, où l'image, après réflexion sur un miroir secondaire, se forme derrière le miroir principal ; l'autre, de type Naysmith, où, grâce à un miroir plan supplémentaire, l'image sort par l'un des axes de hauteur du télescope. Le foyer Cassegrain est employé soit pour la photographie directe, soit pour l'utilisation d'appareillages légers (100 à 150 kilos environ). La combinaison Naysmith, par contre, offre l'avantage, avec une mouture azimutale, d'être à hauteur constante par rapport

au sol, ne se déplaçant qu'en azimut. Ainsi, l'un des foyers Naysmith est équipé d'une plate-forme "à l'air libre", pouvant recevoir tout type d'instrumentation lourde, plusieurs centaines de kilos ; l'autre est carrément équipé d'une salle climatisée, avec sas d'accès, pour les expériences délicates. Ce n'est pas l'un des aspects les moins surprenants que de voir cette chambre de 3 m sur 2 et de 1,8 m de haut se déplacer avec le télescope. L'observateur éventuel est tranquillement installé à l'intérieur derrière les cadrons de ses appareils. Bien entendu, toute une batterie de spectrographes DTC, d'interféromètres "dernier cri" Taurus MK II et de caméras DTC complète l'instrument.

Comme pour le *Newton*, tout se passe en salle de contrôle climatisée. L'image, au lieu d'être observée au travers d'un oculaire, est ici regardée sur un écran de contrôle couleur. Un ensemble d'ordinateurs permet à l'astronome de surveiller à tout moment, en temps réel, l'expérience en cours. Il faut dire que la volonté qui a présidé à la réalisation du *William Herschell* fut d'offrir à l'observateur un télescope véritablement à son service. Ainsi, il n'est pas nécessaire, dans la plupart des cas, d'attendre plusieurs jours pour avoir le bilan des observations. Au contraire, les données recueillies sont traitées immédiatement, et les résultats affichés au fur et à mesure, au vu desquels l'astronome peut donc

éventuellement infléchir ses mesures aussitôt.

L'avenir de ce télescope semble brillant. D'autres perfectionnements sont en cours de réalisation, notamment, une instrumentation permettant de travailler dans l'infrarouge. Autre projet en cours de réalisation sous le sigle de GHRILL (*Ground-based High Resolution Imaging Laboratory*) : un système pour obtenir, dans des conditions météorologiques normales, une très haute résolution d'image ; on avance le chiffre de 0,02 seconde d'arc, soit 40 fois mieux que les résultats actuels ! A noter que l'instrumentation GHRILL sera installée dans la salle climatisée attachée au foyer Naysmith.

Roques de Los Muchachos est un observatoire qui fera parler de lui et de plus en plus dans les années à venir. D'ores et déjà la demande de temps de télescope est très forte et la saturation n'est pas loin. Des astronomes de tous les pays du monde sont demandeurs et la quasi-totalité des programmes de recherche ont des implications cosmologiques. Face à cette demande et aux résultats déjà obtenus, les équipes espagnoles, anglaises et hollandaises forment de grands projets. Si, un temps, un télescope de 18 m européen fut envisagé, puis abandonné en raison du VLT (*Very Large Telescope*), on travaille très sérieusement, en ce moment, sur un télescope de 8 m, directement inspiré du *William Herschell*.

La France, qui participa jadis à l'étude du site, semblait s'être curieusement désintéressée des Canaries. Cette lacune vient d'être comblée avec la signature d'un accord de coopération en juin dernier. C'est le projet THEMIS, qui prévoit la construction d'un télescope solaire de 90 cm, à tube sous vide (*voir encadré ci-contre*). Sa mise en fonctionnement est envisagée pour 1991. Mais d'ici là, gageons que, grâce à la porte ouverte par cet accord, de nombreux astronomes français demanderont du temps d'observation sur les télescopes actuels. Après tout, l'Observatoire européen du Chili ne peut pas satisfaire tous les besoins, et les Canaries c'est moins loin et "ça marche aussi bien" !

Yves Delaye

## UN PETIT MIROIR POUR COMPRENDRE POURQUOI LE SOLEIL EST PLUS CHAUD DEHORS QUE DEDANS

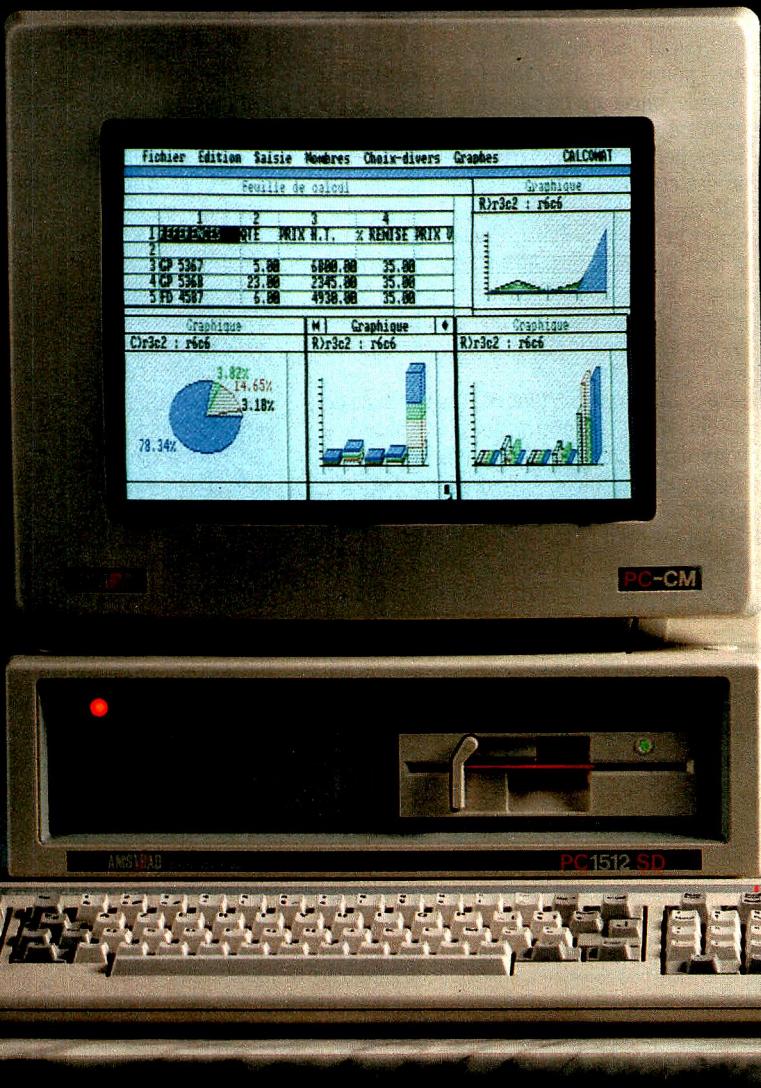
Le soleil recèle encore bien des mystères : alors que la température de sa surface visible (la photosphère) n'est que de 6 000 K, celle de sa couenne remonte brusquement pour atteindre plusieurs millions de degrés. On a longtemps pensé que les ondes acoustiques provenant du cœur de notre étoile expliquaient ce formidable transfert d'énergie de la photosphère à la couronne. Mais, réflexion faite, ces ondes ne peuvent pas transporter suffisamment d'énergie ; les astrophysiciens se sont donc tournés vers les champs magnétiques. Or, l'agitation atmosphérique empêche les meilleurs télescopes d'observer le champ magnétique solaire de manière satisfaisante. Tout le problème consiste à trouver une "astuce" permettant d'obtenir la résolution nécessaire de quelques dixièmes de seconde d'arc en éliminant les effets de l'agitation atmosphérique sur les images finales de la surface solaire. Pour y parvenir, Jean Rayrole, astronome à l'observatoire de Meudon, a conçu le télescope

Themis (0,9 m de diamètre, 1,75 m de focale) qui sera opérationnel à l'observatoire espagnol des Canaries dès 1991.

En gros, l'astuce consiste à faire réfléchir les rayons lumineux du Soleil sur un petit miroir oscillant à la vitesse de 100 Hz, avant de les diriger vers les capteurs DTC (dispositif à transfert de charge), disposés au foyer du télescope. Petit miroir qui servira à corriger le brouillage atmosphérique en stabilisant l'image.

En effet, chaque image de la surface solaire est d'abord comparée à l'image précédente (mémorisée), ce qui permet de déceler les infimes modifications dues à l'agitation atmosphérique. Puis le miroir mobile est actionné pour compenser ces distorsions, avant que l'image ne soit enregistrée définitivement. Ces deux cents comparaisons ainsi effectuées chaque seconde permettent une grande synchronisation entre les vibrations du miroir et l'agitation atmosphérique.

Laurent Schneiter



- + **TRAITEMENT DE TEXTE  
EVOLUTION SUNSET.**
- + **GESTION DE FICHIERS  
SUPERBASE.**
- + **TABLEUR GRAPHIQUE  
CALCOMAT.**
- + **25 APPLICATIONS  
VERTICALES  
PROFESSIONNELLES  
DÉVELOPPEES.**

Quand vous achetez un micro, vous vous retrouvez souvent tout nu. C'est-à-dire, sans le nécessaire pour pouvoir l'utiliser.

Le PC 1512 Amstrad, lui, est fourni complet, avec 512 Ko de mémoire, son écran graphique haute résolution, sa mémoire de stockage (1 disquette ou 2 disquettes), son clavier azerty, sa souris, ses interfaces série et parallèle, l'intégrateur GEM, le Basic 2, GEM Paint, les deux

systèmes d'exploitation MSDOS 3.0 et DOSPlus, sa documentation française ainsi qu'avec un ensemble logiciel professionnel, l'Intégrale PC +, qui comprend

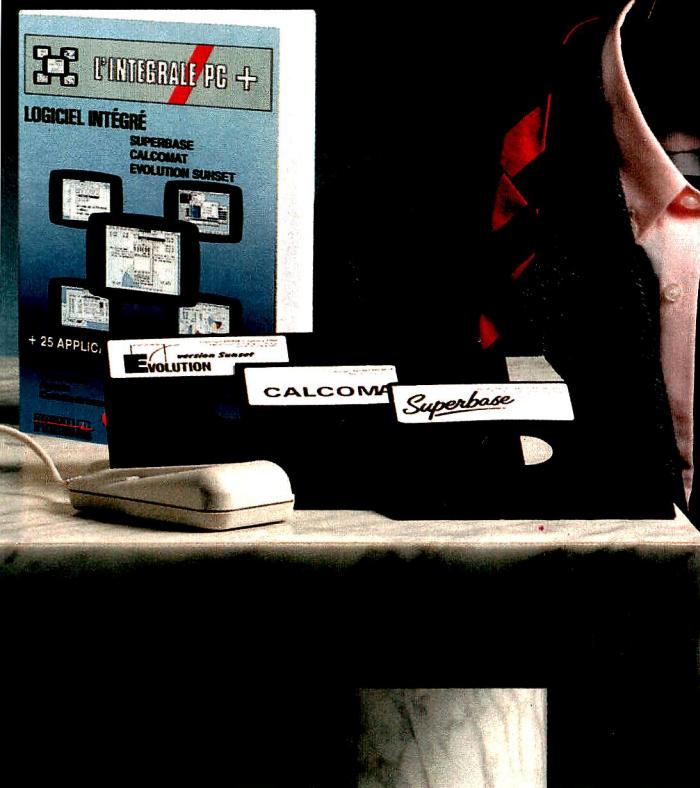
- Evolution Sunset, traitement de texte puissant et convivial sur PC,
- Superbase, l'extraordinaire base de données relationnelle et graphique,
- Calcomat, l'excellent tableur graphique,
- 25 applications verticales professionnelles développées.

# Amstrad PC 1512 \*\* complet

A PARTIR DE

# 4490 F HT\*

tout habillé !



Tous ces logiciels sont intégrés sous GEM, ce qui leur permet de communiquer ensemble et d'exploiter toutes les ressources de la souris et des menus déroulants.

\* Amstrad PC 1512 : l'offre PC compatible à partir de 4 490 F HT toute habillée (soit 5 326 F TTC), version simple disquette, écran monochrome.

\*\* Modèle présenté : PC 1512, SD Couleurs : 6 290 F HT / 7 460 F TTC (prix publics généralement consultés).

# AMSTRAD

La Qualité. L'innovation en plus

Je désire recevoir une documentation sur le PC 1512 AMSTRAD

Nom \_\_\_\_\_

Société \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Tél. \_\_\_\_\_

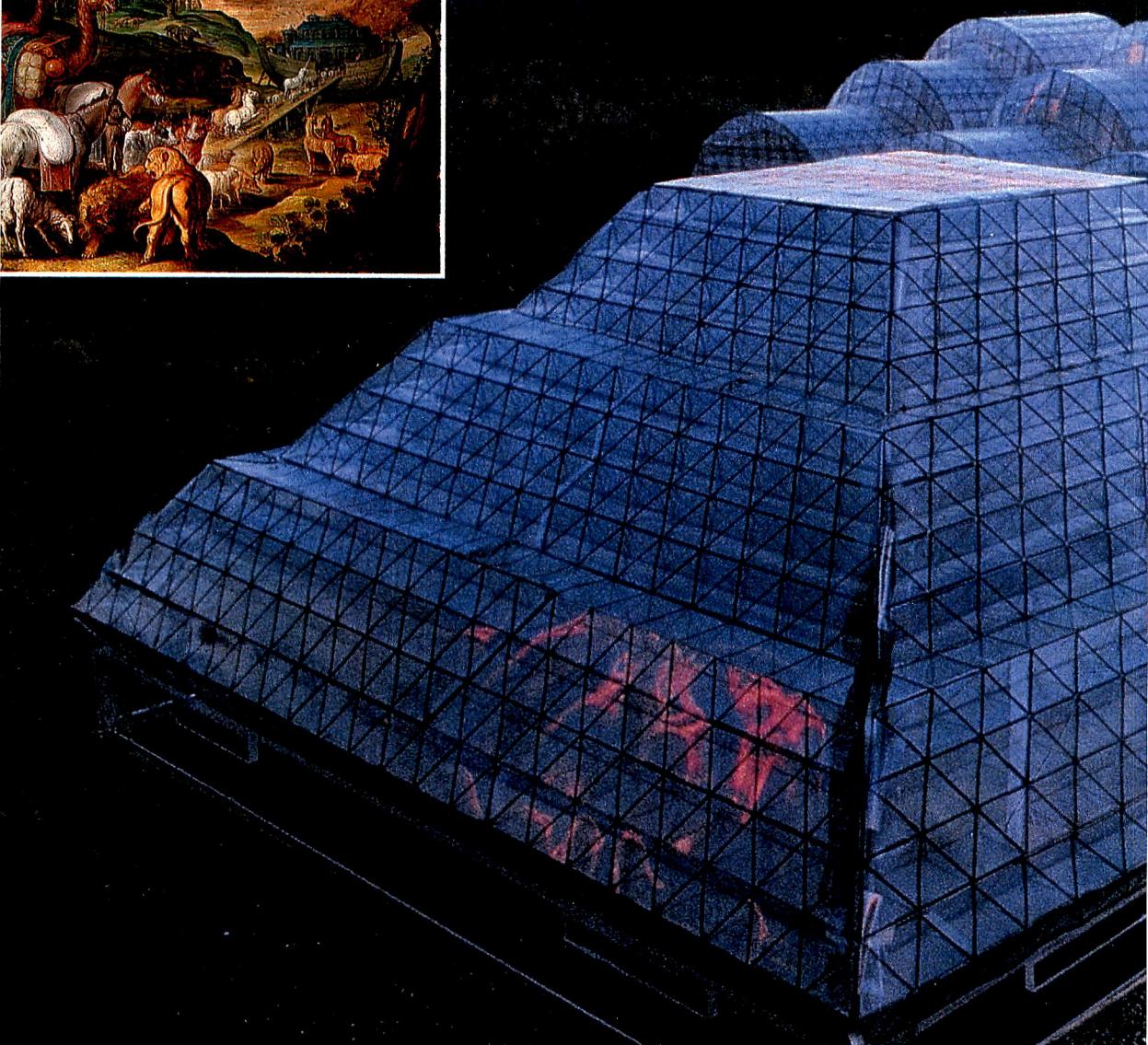
Code Postal \_\_\_\_\_ Ville \_\_\_\_\_

Renvoyez ce coupon à : Amstrad France  
B.P. 12 - 92312 Sèvres Cedex.  
Ligne consommateurs : 46.26.08.83  
Tapez 3615 Code AMSTRAD  
88.2.S et V 26-10



# BIOSPHERE II, PLANÈTE DE

*Noé avait embarqué sur son arche des paires d'animaux. Edward Bass, milliardaire américain, embarque, lui, pour deux ans, des climats entiers, un océan, un*



# POCHE

désert, une forêt, une savane et 2 300 espèces vivantes, dont 8 hommes et femmes. Objet de cette folle entreprise : mieux comprendre la Terre, et préparer la colonisation des planètes.



**S**onor, 50 km de Tucson, Arizona : une carcasse tubulaire en acier se détache sur le profil beige des montagnes Santa Catalina. Des équipes spécialisées y enchaissent les premières des quelque 6 000 plaques de verre qui en constitueront la paroi. Serre géante, Crystal Palace, disco futuriste ? A deux pas de là, les laboratoires, serres et pépinières d'un grand complexe scientifique suggèrent que non ; on construit là un modèle d'essai d'une station unique en son genre. C'est un globe terrestre en réduction. Modèle d'essai aussi pour les stations lunaires, martiennes ou autres.

En décembre 1989, en effet, huit humains et 2 300 espèces végétales et animales seront enfermés pour deux ans sous cette cloche, modèle réduit de la biosphère terrestre. Pas de contacts avec l'extérieur, autarcie complète. Nom de l'expérience : Biosphère II, en l'honneur du vieux modèle, "Biosphère I", la Terre elle-même. Objectif : la mise à l'essai dans 550 000 m<sup>3</sup> et sur une surface de 9 000 m<sup>2</sup> d'un écosystème viable où toute matière serait recyclée, avec l'énergie solaire comme unique apport extérieur.

Dit en ces termes, c'est un peu banal évidemment, en cette époque où tout adolescent a vu jusqu'à la nausée des "engins" interplanétaires filer à travers les galaxies et les trous noirs comme des "gros cubes" à travers les ruelles d'une banlieue qui dort trop tôt. Plus, de "vraies" stations spatiales, habitées de gens en combinaisons argentées qui volent le long de couloirs courbes, autour de serres où poussent des salades-orchidées... Ce pourrait être, en effet, le prototype d'une station spatiale. Comme les Soviétiques en préparent, les Américains s'y mettent aussi.

Mais Biosphère II, c'est d'abord un modèle d'étude écologique. La preuve en est que c'est un férus d'écologie, le milliardaire Edward Bass, de la (vraie) dynastie des Bass, qui paie les frais. La gestion de l'entreprise est confiée à Space Biosphere Ventures, lesquelles dirigent le projet avec l'assistance technique de l'Institut international d'éco-techniques, qui s'occupe de recherches en environnement. La conquête spatiale n'est pas mentionnée.

Depuis près de 4 ans, ce qui en fera cinq en 1990, plus de 200 chercheurs en sciences de la vie, ingénieurs, techniciens et architectes planchent sur cette maquette sans précédent. Lorsque la machine vivante s'y mettra en marche, les échanges naturels qui se produiront entre l'atmosphère, l'eau, le sol et les êtres vivants de cette még-serre se-

ront soigneusement observés, quantifiés, analysés.

Que vont découvrir nos huit Biosphériens dans leur univers vitré lorsque, la dernière sauterelle embarquée, le dernier arbrisseau planté, la porte se refermera sur eux, les coupant complètement du monde pendant 24 mois ? Leur regard sera sûrement attiré vers le point culminant de Biosphère II, une modeste montagne de 16 m, recouverte d'une forêt tropicale humide. De là part un cours d'eau, qui dévalera en cascades au milieu des arbres exotiques pour arroser une savane située en haut d'une (petite) falaise rocheuse surplombant un mini-océan, d'une profondeur maximale de 15 m. Le cours d'eau serpentera ensuite à travers un marais d'eau douce, puis un marais saumâtre avant d'aller mourir dans l'océan et son lagon... Un massif broussailleux joindra la savane et un désert planté de cactus.

Le lagon, lui, abritera un authentique récif corallien battu par des vagues artificielles, qui rabattront sur lui les particules nutritives en suspension dans l'eau de mer... C'est du paysagisme à l'échelle globale !

Et la nourriture ? Prenez le couloir (30 m de long) qui relie ce condensé géographique à l'aile consacrée à l'agriculture intensive. Vous arrivez dans un jardin potager de 2 000 m<sup>2</sup>, où les Biosphériens cultiveront les 139 variétés de légumes et de fruits qui constitueront leur ordinaire. Céréales, tomates, asperges, choux-raves, laitues, pommes de terre, mais aussi soja, sorgho, riz, tournesols, haricots, pois et même fraises ! Ces plantes ont été sélectionnées par le Laboratoire de recherche environnementale (ou ERL) de l'université d'Arizona, à partir de 3 000 variétés, en fonction de leur pouvoir nourrissant et de leur productivité. Ce qui ne sera pas mangé sur le champ sera séché ou mis en conserve, et stocké dans des celliers.

On croit percevoir des échos de l'étonnant discours du capitaine Nemo, expliquant au professeur Aronnax, dans *20 000 Lieues sous les mers*, les moyens de vivre en circuit fermé... Le régime sera-t-il végétarien ? Non pas : il y aura du poisson, principale source de protéines envisagée. L'espèce retenue

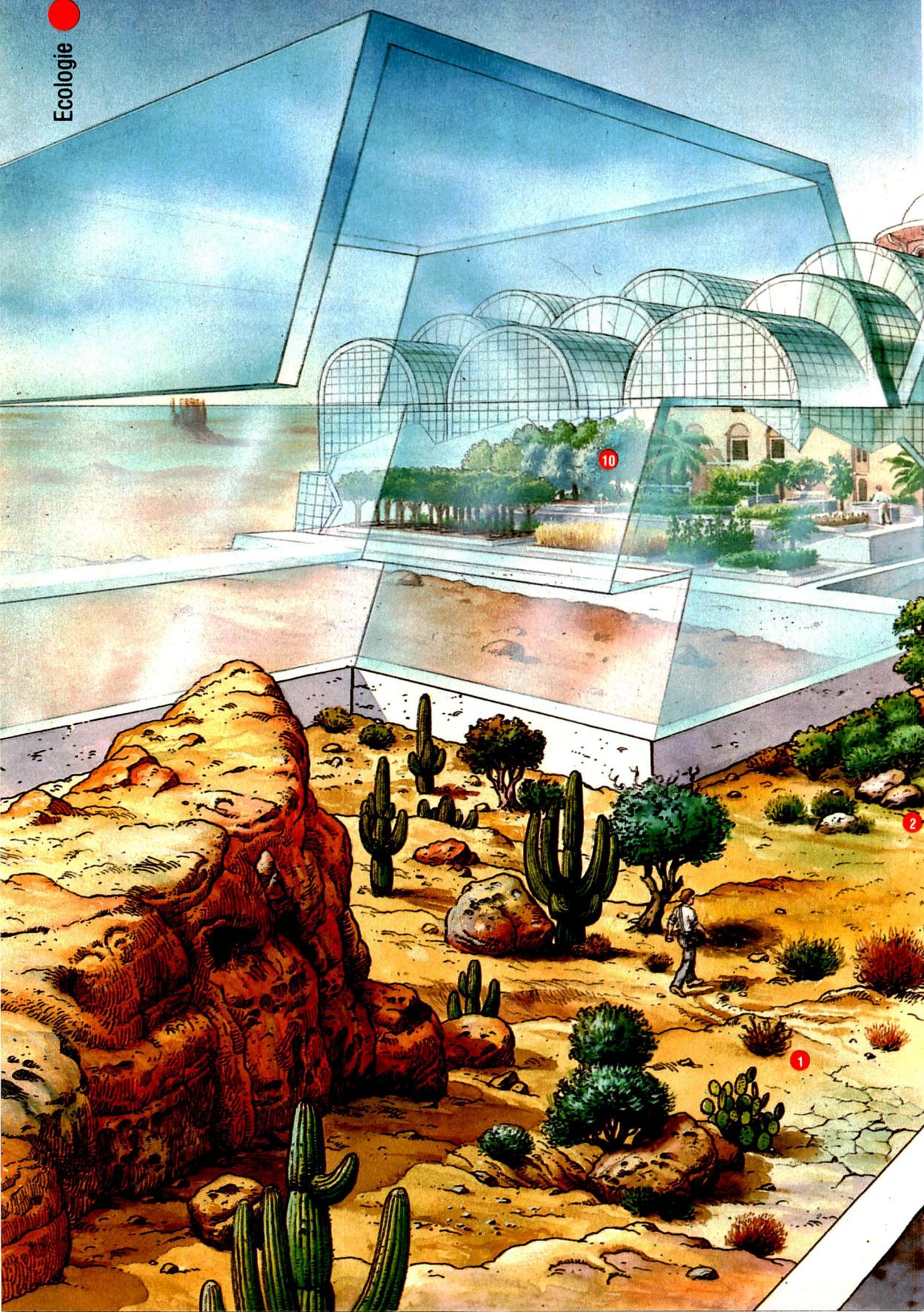
(suite du texte page 44)



## Des poissons d'eau douce au menu

En plus des 139 variétés de légumes cultivés et d'une mini basse-cour, les "Biosphériens" se nourriront de poissons : ils feront leur ordinaire de tilapias, d'eau douce et végétariens, qui leur assureront un apport en protéines (à g.). Les eaux usées des viviers seront utilisées pour irriguer le potager, nourrir les plantes aquatiques (à d.) puis, filtrées, retourneront aux poissons.



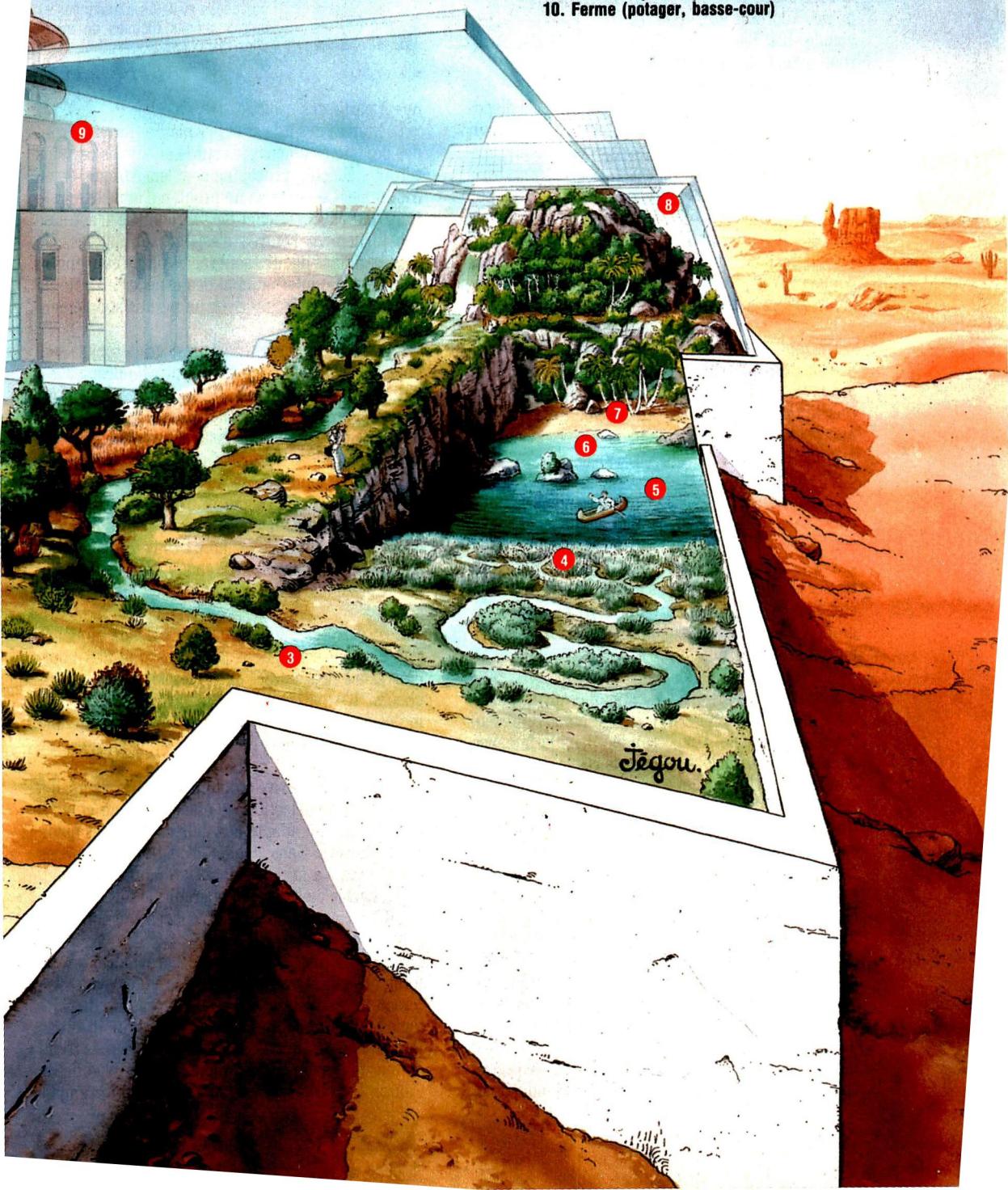


## BIOSPHERE II : LA TERRE EN RÉDUCTION

Superficie : 9 000 m<sup>2</sup>

Volume : 550 000 m<sup>3</sup>

1. Désert
2. Savane
3. Marais d'eau douce
4. Marais d'eau saumâtre
5. Océan profond (-15 m)
6. Océan peu profond
7. Lagon
8. Forêt tropicale sur la montagne culminant à 16 m
9. Habitation pour 8 personnes
10. Ferme (potager, basse-cour)



nue est le tilapia, un poisson d'eau douce, végétarien lui, qui garnira les viviers de Biosphère II. Des centaines de tilapias, en provenance de lacs africains, attendent déjà sur place, dans de grands bassins.

Un élevage de chèvres et de poules fournira lait, œufs et viande. Les Biosphériens auront quand même bien plus d'espace que les passagers du *Nautilus* : pour leurs quartiers généraux, ils disposeront d'une tour de quatre étages coiffée d'un dôme, avec appartements privés, bibliothèque, atelier de plomberie et gymnase.

La réalisation de ce vertigineux projet passe par une foule de choix à faire, et pose des problèmes délicats. Il faut, en effet, refaire en quelques dizaines de mois ce qui a mis des centaines de millions d'années à se constituer, un véritable système vivant, avec ses interpellétrations innombrables, ses cycles en réseaux, ses équilibres météorologiques...

Exemples de problèmes : faut-il importer des tonnes de terre d'Amérique du Sud, plutôt que d'en prélever sur place ? Faut-il alors la stériliser pour tuer la microflore locale, et l'ensemencer avec des microbes amazoniens ? Sur quels critères sélectionner les animaux qui vont vivre dans l'arche ? Pas question d'introduire des éléphants dans la savane, mais par quoi les remplacer ? Quel animal de taille plus "raisonnable" occupe une niche écologique semblable ? Faut-il peupler les écosystèmes d'un grand nombre d'espèces animales et végétales et laisser la sélection naturelle agir pour parvenir à un état stable, ou faut-il introduire, au contraire, un groupe d'espèces en équilibre, sans concurrence entre elles, pour minimiser les extinctions ?

600 espèces animales, singes, grenouilles, salamandres, reptiles, rongeurs... peupleront la partie terrestre de Biosphère II, chacune étant représentée par un couple d'élus, comme dans la fameuse Arche. Quel sera le taux d'extinction dans cette configuration ?

L'institut d'écotechniques a confié le soin de trouver les réponses à quelques-uns des meilleurs spécialistes américains. Chaque écosystème est un cas particulier.

**La forêt tropicale.** Ghillean Prance du New York Botanical Garden, qui a en charge sa conception, a fixé sa hauteur à 12 m. Conséquence, il a dû renoncer aux noyers du Brésil, qui dépassent 50 m de haut, et s'est rabattu sur les bananiers, les cacaoyers, les papayiers, les goyaviers et les corossoliers, dont les fruits sont comestibles. Les Biosphériens pourront produire leur café. La culture du tabac leur a été refusée, mais l'un des candidats se propose d'y substituer un autre stimulant, la téquila, obte-



## Des coccinelles insecticides

Hors de question, dans le fragile écosystème de Biosphère II, d'utiliser des insecticides. Les "Biosphériens" auront pour alliés des prédateurs naturels : coccinelles mangeuses de pucerons, scarabées avaleurs d'araignées et autres guêpes tueuses de mouches blanches...

nue à partir des cactus !

La plupart des arbres et des plantes proviendront des pépinières aménagées sur le site, mais certains seront collectés prochainement en Afrique et en Amazonie. Ce qui pose un problème annexe, car le Département américain de l'agriculture n'autorise pas facilement l'entrée d'espèces étrangères. De plus, certaines plantes sont régies par la convention pour le trafic international des espèces en voie de disparition ; il leur faut donc un permis supplémentaire.

Les microbes endogènes qui dégraderont la matière organique tombée au sol proviendront aussi d'Amazonie, le chercheur ayant finalement choisi d'ensemencer une terre stérilisée. La plupart des animaux qui peupleront cette mini-forêt tropicale appartiendront à des formes naines, exigüité oblige. Les espèces animales seront choisies en fonction de certains rôles, comme la dispersion des végétaux, par exemple. Des agoutis, rongeurs d'Amérique latine de la taille d'un gros cobaye, essaieront les graines, tandis que des chauves-souris frugivores et des colibris rempliront la fonction de pollinisation.

Ces derniers, appelés aussi oiseaux-mouches (certains ne sont guère plus gros que des bourdons), ont déjà donné du fil à retordre aux chercheurs. L'expérience montre qu'il ne fallait pas moins de 3 200 fleurs pour assurer à un seul couple sa ration quotidienne de nectar... Mais l'histoire ne s'arrête pas là.

Quand on est arrivé à obtenir assez de fleurs, il a fallu, en plus, sélectionner une variété de colibris dont le bec soit adapté aux calices de celles qu'on avait choisies. Sans oublier d'écartier les espèces dont le mâle a la particularité de monter en chandelle dans le ciel, durant la parade ; le toit n'y résisterait pas. Des centaines d'espèces ont ainsi été passées en revue.

**L'océan** ne pose pas autant de problèmes que la forêt, mais il est quand même rude à concevoir. Son "créateur" est Walter Adey, du Laboratoire des systèmes marins, appartenant au célèbre Smithsonian Institute. Il faudra pas moins de 350 citernes d'eau de mer puisée au dernier moment dans le golfe de Californie et transportée par camions pour remplir

les 7 000 m<sup>3</sup> de la fosse océanique. Une bagatelle de 7 millions de litres d'eau ! La barrière de corail, elle, a déjà été découpée sur le plateau continental de Floride ; elle sera immergée dans le lagon, sur du sable provenant d'Hawaï, sous l'œil, sans doute intéressé, de plus de 150 espèces différentes de poissons.

Adey et son équipe ont également la charge des milieux marécageux : une véritable mangrove avec ses palétuviers et des Everglades (parc national de Floride) en miniature. A la différence des biosystèmes terrestres reconstitués espèce par espèce, ceux-ci seront prélevés intégralement puis déposés dans l'arche. Adey a dénombré 100 à 300 individus, animaux et végétaux confondus, dans quelques dizaines de m<sup>2</sup> de marais. Pas question de les récolter un à un. Le biologiste va donc prélever en bloc vase et occupants dans des marais. Il a déjà collecté l'année dernière les échantillons des Everglades. Il déracinera bientôt des blocs de mangrove, dans d'autres marécages de Floride. « Nous prélevons tout, même des êtres indésirables comme les moustiques, dit Adey.

Nous ferons toutefois une exception pour les douves du foie, mais pas pour les herbes aquatiques coupantes (*saw grass*), considérées par certains comme trop envahissantes et trop tranchantes,

mais sans lesquelles il ne saurait y avoir de mini-Everglades. »

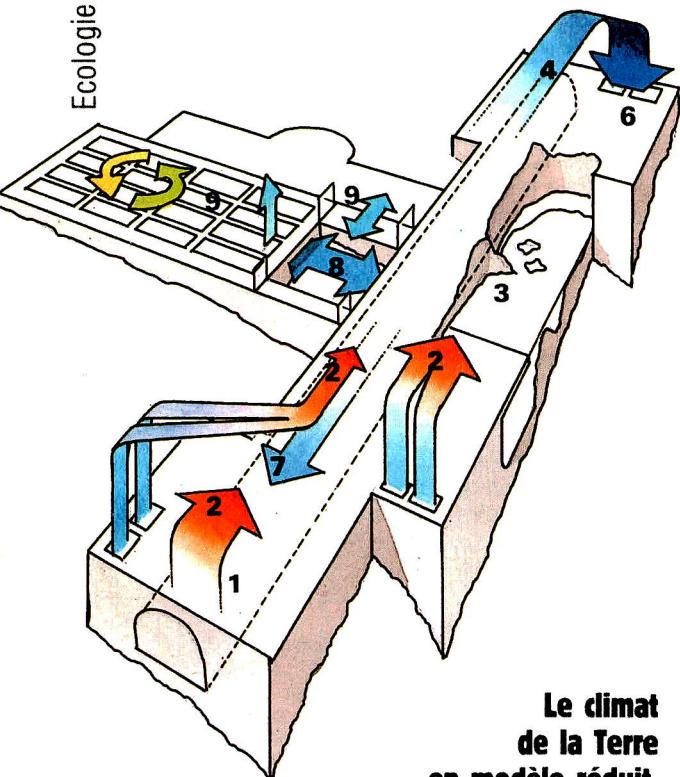
**Le désert**, c'est un botaniste de l'US Geological Survey's Ecohydrology Project de Tucson, Tony Burgess, qui va l'installer dans Biosphère II. Comme ce n'est pas le sable qui manque autour du site, il suffirait apparemment d'une pelleteuse. Pas si simple, car il faut aussi reconstituer le climat d'un véritable désert, avec ses variations quotidiennes et saisonnières, qui s'étendent de -0° C à 60° C. Il a finalement été décidé de recréer les conditions des déserts maritimes, avec des variations de température modérées et un taux d'humidité atmosphérique important, comme dans la basse Californie, au nord du Mexique. Des cactus de cette région poussent déjà dans les pépinières.

Pour se faire une idée de la phénoménale portée de l'entreprise, disons qu'il sera nécessaire de filtrer la lumière solaire pour réduire l'effet de serre. Des

### Le paradis des légumes

Des procédés de culture intensive permettent de quintupler la production de pommes de terre par unité de surface. Les salades croissent sur des plans inclinés et l'on développe la culture hydroponique des courgettes et des tomates, dont les longues racines plongent dans des bacs où elles se gorgent d'un cocktail nutritif.





### Le climat de la Terre en modèle réduit.

Réchauffé par son contact avec le sable (1), l'air de la partie désertique s'élève en raison de sa densité réduite (2), puis se déplace au-dessus de l'océan (3), dont il accentue l'évaporation. Il arrive au-dessus de la forêt tropicale (4) chargé de vapeur d'eau, qui se condense en pluie au contact d'une tour de refroidissement (5 [page de dr](#)). Redevenu dense, l'air redescend vers le sol. Là, il est aspiré (6) par le système de ventilation qui lui fait faire le trajet en sens inverse par un tunnel souterrain (7) pour le recracher à fleur de désert. Une partie de l'air du tunnel est engagée dans un échange (8) avec les zones agricole et d'habitation, où il participe aux échanges de l'évapotranspiration-photosynthèse végétale et de la respiration humaine et animale (9).

écrans, commandés manuellement ou par ordinateur, garniront les panneaux de verre. De mai à septembre, ils devront impérativement rester fermés la majeure partie de la journée.

**La savane**, elle, est du ressort de l'écologiste Peter Warshall. Celui-ci a été contraint, plus que ses collègues, de trouver des substituts aux occupants habituels, qui sont encombrants. Par exemple, il a observé que, dans la nature, les termites tondent la végétation aussi bien que des antilopes, tout en exigeant un territoire nettement moins étendu. Seulement ils présentent un inconvénient de taille : les premiers termites choisis avaient un redoutable appétit pour les joints des vitres ! Warshall a donc dû choisir une espèce indifférente à la saveur des matériaux de construction !

**L'agriculture**, elle, dépend du directeur de l'ERL, Carl Hodges, qui installera le jardin potager. 35 chercheurs testent des méthodes de culture intensive, font pousser des laitues sur des plans inclinés, empilent des échafaudages sur lesquels poussent des pommes de terre (quintuplant ainsi la production de tubercules par unité de surface) ou mettent au point la culture hydroponique des courgettes et des tomates. Avec ses écheveaux de racines dont les extrémités plongent dans un bac, et où la terre est remplacée par une solution nutritive, ce n'est pas un potager ordinaire, certes.

On atteint presque au délire créateur quand on songe que les techniciens que voilà se sont aussi mis en tête d'amorcer et de contrôler les grands cycles naturels. Et pourtant, sur ce territoire un milliard de fois plus petit que la surface terrestre, les données sont différentes.

**L'atmosphère**, autarcie oblige, n'est pas renouvelée, mais entièrement recyclée. L'air réchauffé au-dessus du désert s'élève en raison de sa faible densité : il se déplace au-dessus de l'océan, en accentue l'évaporation et se charge en vapeur d'eau. Devenu très humide, il se refroidira au contact des serpentins d'eau de la tour de condensation surplombant la forêt tropicale. Cette masse d'air refroidi entraînera des précipitations en pluie brumeuse, et des condensations en rosée. L'air redevenu dense perdra de l'altitude et descendra jusqu'au sol. Des ventilateurs le feront alors circuler en sens inverse dans un tunnel souterrain qui traverse le bâtiment dans toute sa longueur, pour le recracher par des ouvertures à fleur de désert. Avant d'être remis en circulation dans Biosphère II, il passera au travers de filtres biologiques constitués par des tamis de terre dont les bactéries oxyderont les gaz nocifs comme le méthane, le monoxyde de carbone ou l'éthylène, pour rejeter du gaz carbonique et de l'eau...

Comment éviter les effets désagréables de la dilatation de l'air et de sa contraction sous l'action de la température ? Un diaphragme en caoutchouc surmonté d'un disque métallique d'environ 5 m de diamètre connecté à un conduit, absorbera l'excédent d'air. Ce poumon artificiel réglera ainsi la pression atmosphérique.

La composition de l'air devrait rester stable si les échanges gazeux entre végétaux et animaux s'équilibrent. L'atmosphère de Biosphère II contiendra du gaz carbonique, exhalé par les êtres vivants et que les plantes chlorophylliennes capteront avant de rejeter de l'oxygène en contrepartie, lors de la photosynthèse. Celui-ci sera à son tour, respiré par tous les êtres vivants.

Que les plantes rejettent plus ou moins d'oxygène qu'il n'en est consommé, et le bel équilibre est rompu. Dans ce monde clos, le pouvoir tampon de la nature est très réduit, et la marge de manœuvre

offerte aux chercheurs est mince.

**Les déchets humains** seront transformés en compost, et seront stérilisés à la vapeur avant d'être utilisés comme engrais.

**L'eau usée** des bassins de tilapias tombera en cascade dans un tambour en rotation couvert de bactéries, où elle fera l'objet d'une nitritation suivie d'une nitrification. Des *Nitrosomonas* convertiront l'ammoniaque des excréments de poissons en nitrates transformés à leur tour en nitrates par une deuxième sorte de bactéries, les *Nitrobacter*. L'azote est alors, sous cette forme, directement assimilable par les plantes. Cette eau alimentera le potager. Elle passera ensuite à travers un filtre de roches broyées avant de finir dans les bassins des tilapias, "équipés" de plantes aquatiques comme les azollas et les jacinthes d'eau. Ces végétaux épurateurs peuvent, en effet, éviter l'eutrophisation de l'eau, c'est-à-dire sa trop forte concentration en matière organique, et ils peuvent aussi nourrir les poissons.

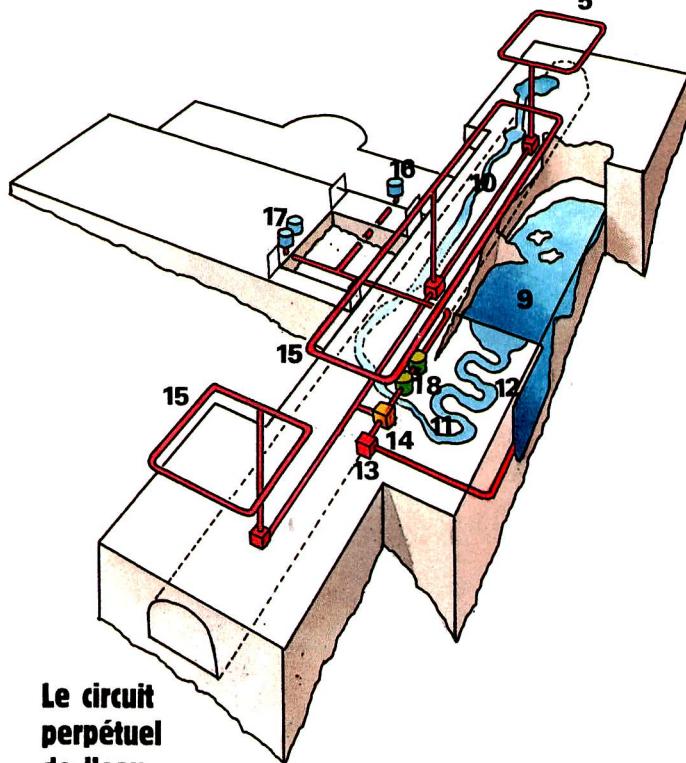
Le cycle de l'eau étant sérieusement raccourci par rapport au cycle naturel, toute pollution aquatique prendrait des proportions dramatiques. L'emploi des pesticides est donc rigoureusement interdit. Dans un tel confinement, en effet, ce que vous vaporisez un jour se retrouve 48 heures plus tard dans votre verre.

**Pour lutter contre les animaux nuisibles**, les Biosphériens seront donc obligés d'user de méthodes biologiques. Ils auront la possibilité de cultiver certains champignons sécrétant une substance tuant les nématodes, et d'utiliser des coccinelles pour supprimer les pucerons, des scarabées contre les araignées, ou encore des guêpes contre les mouches blanches. La sélection des insectes, qui prend là toute son importance, a été confiée à Scott Miller, un entomologiste du Bishop Museum de Hawaï.

**Reste la dimension psychologique** ; et l'ennui, en effet ? Sa place devrait être réduite, elle aussi, car Biosphère II exigera de ses habitants humains au moins 4 heures d'entretien par jour. Quand les colons auront fini de s'occuper de leur jardin potager, d'élaguer la forêt tropicale, de surveiller le récif corallien que sa petite taille rend fragile, quand ils auront vérifié qu'une espèce d'algue ne se développe pas aux dépens des autres, quand ils auront fini leur désherbage, cueilli les légumes, pêché, écaillé et nettoyé les poissons, plumé la volaille, trait les chèvres, préparé les repas et fait la vaisselle, quand ils auront fait leurs "devoirs", car il faudra tenir un journal de bord, ils aspireront, eux aussi, au repos du septième jour !

Ils pratiqueront occasionnellement la chasse, pour recréer la pression d'une prédation face à certaines espèces, comme les lapins, qui ne manqueront pas de se multiplier. Ils pourront aussi pêcher dans l'océan, lorsqu'ils seront lassés des filets de tilapias. Ils pourront faire du canoë...

En cas d'extinction d'une espèce végétale, les Biosphériens la replanteront ou la remplaceront par



### Le circuit perpétuel de l'eau.

La pluie tombée sur la forêt tropicale (5), dévale en cascades (10) une pente qui s'adoucit jusqu'au "niveau de la mer". Après un certain nombre de méandres d'eau douce d'abord (11), saumâtre ensuite (12), elle retourne à l'océan (3). Pour les divers usages de Biosphère II, elle est prélevée dans l'océan ou dans la "rivière" par une pompe (13), puis dirigée vers une unité de dessalinisation (14). A partir de là, l'eau destinée aux circuits de régulation de la température et de l'hygrométrie ambiantes sera forcée dans les canalisations concernées (15) ; et celle qui sera consommée par les habitants (16) ou utilisée à des fins agricoles (17) passera d'abord dans une unité de traitement (18) qui en contrôlera le pH, la teneur en sels minéraux, en bactéries, etc.

une espèce voisine. Ils disposeront en effet d'une banque de cellules, où seront stockés des méristèmes congelés, embryons des végétaux qui peuplent la serre géante. Dans leur laboratoire de culture tissulaire, ils modifieront l'équilibre hormonal et chimique des cellules indifférenciées du méristème, pour amorcer la croissance de nouvelles plantes.

Il ne faut pas croire que ce seront des profanes qui vont ainsi jouer les Robinson ; les Biosphériens devront aussi contrôler l'évolution de leur mini-Terre. Ils suivront tous les jours la qualité de l'air et de l'eau, afin d'en détecter rapidement la moindre altération. 5 000 capteurs leur fourniront des données physico-chimiques sur l'environnement. De quoi les occuper... De toute façon, leur isolement total prévoit quand même quelques "lucarnes" : ils recevront

*la Sélection de*



## SILVER FORMULA : un produit révolutionnaire

**A**u Moyen-Age, l'inventeur de ce procédé "magique" aurait été brûlé pour sorcellerie.

La mise au point de la **SILVER FORMULA** aura nécessité 16 années de recherche acharnée dans un laboratoire de Grande-Bretagne, patrie de l'argenterie. Jusqu'à présent pour réagencer un objet n'existant qu'un moyen très coûteux : l'électro-plaquage qui ne pouvait être exécuté que par un spécialiste. Aujourd'hui vous pourrez le faire vous-même, chez vous, pour un coût extraordinaire faible.

**LA SILVER FORMULA** contient de l'argent pur et utilise le phénomène de plaquage moléculaire à froid qui permet de tout réagencer soi-même avec la plus grande facilité. En quelques secondes, vos bibelots et couverts retrouveront leur plus bel état. Ce procédé est tellement révolutionnaire qu'il vous permettra même d'argenter des métaux tels que cuivre, bronze, laiton, nickel... Flacon de 150 ml.

Code 001177 **SILVER FORMULA**

195 F. TTC

## LE VALET REPASSEUR toujours prêt à vous servir

**I**n'est plus nécessaire d'être membre de la Famille Royale pour être servi par ses valets.

Pendant votre sommeil, le **VALET REPASSEUR** supprime grâce à son panneau chauffant recouvert de tissus, les faux plis de vos vêtements, pantalons, jupes, etc... que vous lui confiez.

Équipé d'un minutier précis de 0 à 60 minutes pour remettre en forme votre tenue. Très stylé, il complète ce service par un cintre et un porte cravate.

- Finition noyer
- lampe témoin de fonctionnement
- Alimentation : 220 V.
- Garantie : 1 AN.

Code 001407  
**VALET REPASSEUR**  
845 F. TTC



*la Sélection de*



## le NITE TRACKER : Un fulgurant faisceau lumineux

**U**tilisé par la Marine américaine et l'Armée israélienne, le NITE TRACKER est une lampe torche d'une fantastique présence lumineuse (450.000 candélas).

Grâce à son ampoule halogène et à son faisceau de 130 mm de diamètre, sa portée est de 3000 m.

Etanche, le NITE TRACKER flotte, lumière vers le haut, pour faciliter le repérage en mer.

Caractéristiques : • Alimentation : 12 volts • Livré avec prise allume-cigarette et câble d'alimentation de 2 mètres • Mise en marche et arrêt par gachette permettant le blocage allumée. A mettre absolument dans le coffre de votre voiture pour votre sécurité. Il est fabriqué aux USA.

Garantie : 1 AN

Code 001052 NITE TRACKER

295 F. TTC



Code 001052 NITE TRACKER

295 F. TTC



## LE TESTEUR d'ALARME

**D**e la taille d'un paquet de cigarettes, cet appareil très discret est le plus petit et le plus fiable des TESTEURS D'ALARME-RADAR.

Il permet une détection jusqu'à 1.400 m.

Adapté à toutes les fréquences, il vous permet de vérifier le bon fonctionnement de tous les systèmes d'alarme.

- Equipé d'un avertisseur sonore et d'une série d'iodes lumineux qui évalue la distance entre votre véhicule et le radar.
- Installation immédiate sur la prise allume-cigarette de votre voiture

• Attention il est bien sûr interdit en France d'utiliser cet appareil sur les routes et autoroutes pour dépister les radars de la police routière.

Dimensions : 17 x 11 x 3 cm

• Garantie : 1 AN.

Code 000953 TESTEUR D'ALARME RADAR

1.950 F. TTC

*Bon de Commande*

à retourner à : **SEDAO**  
37-39 rue des Grands Champs - 75020 PARIS

Nom

Prénom

N° Rue

C.P. Ville

Téléphone

Qté	Code	DESIGNATION	Montant
1	0 0 1 1 7 7	SILVER FORMULA	195 F. TTC
1	0 0 1 4 0 7	VALET REPASSEUR	845 F. TTC
1	0 0 1 0 5 2	NITE TRACKER	295 F. TTC
1	0 0 0 9 5 3	TESTEUR D'ALARME	1.950 F. TTC
		Participation aux frais de colisage	+ 19 F
	PU76KC06		<b>TOTAL TTC</b>

LIVRAISON GRATUITE : • Délai de livraison 15 jours maximum • Facture fournie pour toute commande • Garantie et service après-vente privilégié sous le contrôle de SEDAO • "France métropolitaine uniquement"

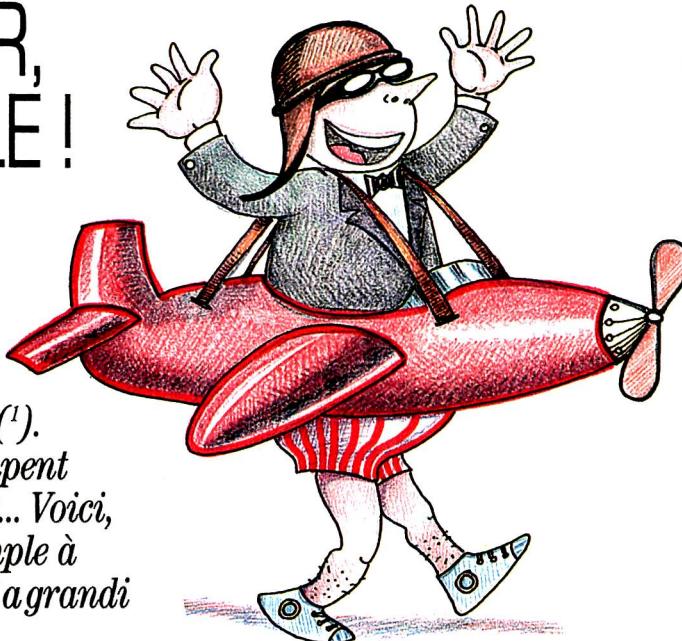
Que je règle :  **COMPTANT** par chèque bancaire/postal à l'ordre de **SEDAO**

par carte bleue n° Date de validité :

**CREDIT GRATUIT** pour toute commande supérieure à 500 F, je joins 200 F à la commande et je m'engage à payer le solde en 3 mensualités égales

# BARON NOIR, PIGEON VOLE !

*C'est forcément vrai, "puisque tout le monde y croit" : l'eau a une mémoire, ce sont les extraterrestres qui ont construit Saqqarah<sup>(1)</sup>. Les horoscopes ne se trompent pas, l'homéopathie guérit... Voici, à toutes fins utiles, l'exemple à méditer d'une rumeur qui a grandi et qui était née de rien !*



**P**aris, 29 juillet 1988, 0 h 30 : alertés par un ronflement de moteur dans le ciel, des habitants des quartiers sud alertent la Sécurité civile. Le mystérieux avion serait au-dessus de la tour Eiffel, non, des ponts de la Seine. Les radars, eux, ne détectent qu'un appareil régulier de la Postale. Mais le survol de Paris étant interdit à moins de 2 000 m, la Direction générale de l'Aviation civile enquête (sur quoi, puisque les radars n'ont rien vu ?). Le lendemain, on assure que l'avion a récidivé.

**3 août** : le serpent de mer ayant été intoxiqué par les déchets, les OVNI étant en réparation et les marronniers vraiment hors de mode, il faut bien remplir l'espace, l'imprimé, s'entend. En attendant qu'une vedette de télévision accouche d'une douzaine de lapins, par exemple. La presse s'empare d'un nouveau héros, le Baron noir. Selon *Le Quotidien de Paris*, ce serait un chirurgien-dentiste mécontent de son garagiste.

**8 août** : nouveau survol de Paris. Le ministère de la Défense « resserre son dispositif de surveillance » et la Préfecture de Police installe des guetteurs munis de jumelles sur une dizaine de points hauts de la capitale.

Comme en Quatorze. La Direction générale de l'Aviation civile, elle, n'est toujours pas certaine qu'il y ait bien un avion...

**11 août** : il est au-dessus de Jussieu ! Un hélicoptère de l'aviation légère de l'Armée de terre (Alat) prend l'intrus en chasse et celui-ci s'échappe vers les pistes d'Orly.

Pour éviter un accident, l'hélicoptère abandonne la poursuite, mais prévient la tour de contrôle, qui met un Airbus en descente. L'avion mystérieux remet les gaz et redécolle, mais le radar l'aurait accroché et suivi jusqu'à l'aéroport de Lognes, où il aurait perdu sa trace. L'avion ne s'y est pas posé, car cet aéroport est surveillé depuis le début de l'affaire par la police.

**13 août** : l'alarme grandit. Le Baron noir ne se prépareraît-il pas à lâcher une bombe sur l'Elysée ? Le ministre de l'Intérieur, apparemment irrité, car les humoristes se sont mêlés de l'affaire, communique son dispositif « Vipère » : 300 policiers se relaieront sur les points hauts de la capitale pour guetter l'intrus à l'aide de jumelles à amplification de brillance.

Les sentinelles seront appuyées par l'armée : des hélicoptères de l'Alat le prendront en chasse et on promet que la répression sera très sévère.

*La 5 l'a filmé !* Mais c'était un hélicoptère près de la tour Montparnasse... *Le Figaro* est précis : « ils » sont plusieurs, un ULM, un monomoteur et un Cessna 400, et *France-Soir* dit que c'est une grosse maquette téléguidée. Un journal de l'opposition dénonce : « Le ciel de Paris, vraie passoire. » *Le Parisien* a mis la main sur « son » Baron noir. Le public s'échauffe et les rieurs rient jaune. C'est peut-être un agent de Kadhafi...

Chacun y va de son hypothèse : ornithologue, opération de guerre psychologique, coup tordu de la DGSE pour discréditer Pierre Joxe, nouveau « coup » d'Albert Maltret, le pilote qui s'était posé sur

C'EST  
LE NOUVEAU...



les Champs-Elysées l'autre année, et tout le monde oublie que, l'été, les Parisiens dorment les fenêtres ouvertes et entendent n'importe quoi.

**24 août** : le Baron a quitté Paris. Il est à Munich depuis deux semaines. Voilà pourquoi... Mais Lyon en a un aussi, puis d'autres villes du Midi.

**6 septembre** : bilan du ministère de l'Intérieur. Il n'y aurait pas plus de Baron noir que de beurre en branches.

La presse a pourtant cité 12 survols. Le ministère en "reconnait" 5. En tout cas, le dispositif "Vipère" est levé.

L'affaire pose quand même quelques questions techniques. Ainsi, dans la nuit du 11 au 12 août, des pilotes de l'Alat auraient vu un avion tous feux éteints.

Mais le lendemain, quand ils ont vu un hélicoptère du Samu tous feux allumés, plan de vol en règle, ils l'ont consciencieusement suivi... Mais il est vrai qu'on ne compte plus, depuis 80 ans, les "appareils mystérieux" repérés par l'Armée, de terre ou de l'air, de France et d'ailleurs, qui ne sont que la planète Vénus. Cette pauvre Vénus a été maintes fois criblée de balles par des chasseurs dans les quarante dernières années.

Emotion : le Baron apparaît sur TF1. Masqué. Il donne des précisions sur ses vols, que n'importe lequel des 45 000 pilotes privés français, ayant étudié le dossier de presse, pourrait aussi bien donner. Ancien pilote de chasse, il voulait se venger de l'armée, dont il garde un souvenir amer. Bizarre, Maltret disait à peu près la même chose. Ancien

pilote de l'Armée, il avait reçu d'alléchantes propositions pour survoler Paris chaque nuit et faire ainsi "tomber" Pierre Joxe.

Mais Maltret nie être le Baron. Le 13 octobre, le même Maltret est pris en flagrant délit : il vient de survoler une nouvelle fois, en plein jour, les Champs-Elysés ; les policiers le cueillent à son atterrissage à l'aérodrome de St-Cyr-l'Ecole. Du coup l'affaire repart de plus belle, Baron noir ou pas Baron noir ?

Maltret nie encore. En fait, la réponse est secondaire. Quoi qu'il en soit, un mythe a pris forme. Le 28 juillet, on a voulu voir quelque chose, alors on l'a vu. La rumeur a commencé de rien, puis elle s'est nourrie d'elle-même. A l'instar des fous qui rient plus fort quand ils sont nombreux, on a cru vraiment au Baron quand tout Paris s'est mis à y croire.

Il y a une dizaine d'années, nous en avons fait l'expérience : nous avons lancé la rumeur d'un "triangle" mystérieux dans les Bouches-du-Rhône. Le courrier a afflué, pour confirmer la rumeur et nous remercier d'avoir enfin signalé cette "anomalie".

Ce qui invite à rappeler cette règle scientifique bien simple : le nombre de témoignages ne change rien à la valeur de ceux-ci. **Dominique Caudron**

(1) Ainsi que le démontre J.-P. Adam dans son dernier ouvrage : *Le passé recomposé* (Seuil) dont nous parlerons dans notre prochain numéro.

# LE POISON DES MORTS-VIVANTS

*On croyait que c'était une fable destinée à faire peur, mais la thèse d'ethnologie et de toxicologie d'un jeune savant américain semble leur conférer soudain la réalité : les zombies pourraient exister. Ce seraient des poisons qui feraient d'eux ces morts-vivants popularisés par le cinéma fantastique. Tout le monde n'est cependant pas d'accord ; pour certains spécialistes, la folie et la superstition suffiraient à expliquer les zombis.*



Narcisse Clairvius est entré à l'état de cadavre dans l'histoire scientifique, au titre de "premier mort-vivant vérifié" ; et il en est ressorti vivant. Au printemps 1962, âgé de 40 ans, il est admis au service des urgences de l'hôpital Albert Schweitzer, que les Américains avaient fait construire à Port-au-Prince, Haïti. Il souffre, en effet, de fièvre élevée, de malaise général, de douleurs, et crache du sang. Le 2 mai, deux médecins, dont l'un est américain, constatent son décès. La famille arrive. Le corps est mis en chambre froide. Le 3 mai suivant, Narcisse est inhumé dans le cimetière de son village.

Dix-huit ans plus tard, un homme aborde sa soeur, Angélina ; il dit qu'il est Clairvius, réduit à l'état de zombi, c'est-à-dire de mort-vivant selon la mythologie du vaudou. La famille le reconnaît, mais

le rejette. Son état exige hospitalisation.

Comment cet homme dont le certificat de décès a été signé par deux médecins et qui a été bel et bien enterré peut-il être vivant dix-huit ans plus tard ? Narcisse l'explique.

Il a eu de nombreuses disputes avec ses frères à propos de la propriété de terrains. Ses frères ont recouru à un sorcier ou *bokor* pour lui régler son compte. Il se souvient d'avoir entendu ce qui se disait pendant son enterrement. Il a entendu la terre tomber sur son cercueil. Il ne pouvait pas bouger, mais ne se sentait pas angoissé : il se sentait flotter au-dessus de sa tombe. Dès qu'il a été sorti du "trou", car il en a été sorti par mains d'homme, il a été battu, puis envoyé comme esclave dans le nord du pays, où il a travaillé avec d'autres zombis. Une révolte a éclaté, le chef des zombis a été tué et les esclaves se sont égaillés dans la nature. Clairvius,



**Les cérémonies rituelles vaudous** sont l'occasion pour certains participants d'entrer en transes (ci-dessus). Un état toutefois sans comparaison avec celui des zombis, ces "morts-vivants" dont Davis (ci-contre) semble avoir percé certains secrets.

lui, a erré dans l'île. Puis un jour, il a entendu à une radio que son frère, celui qui l'avait vendu au *bokor*, était mort ; alors il est revenu au pays.

Signalons à ce propos que l'électro-encéphalogramme et l'électrocardiogramme permettent aujourd'hui d'établir des certificats de décès sans laisser de place au doute (*voir encadré p.56*). Une mésaventure telle que celle-ci a donc bien peu de chances de se répéter de ce côté-ci de l'ethnologie...

Cette affaire extraordinaire, qui prouve donc que les morts-vivants des légendes haïtiennes sont une réalité, a été "déterrée" par un ethnobotaniste américain, Wade Davis, qui l'a publiée dans un livre, *The Serpent in the rainbow* ("Le serpent dans l'arc-en-ciel"), dont on vient de tirer, évidemment, un film. Pour la petite histoire, Davis n'est pas content du film, et l'on devine aisément que ce dernier doit être assez grand-guignolesque.

A l'origine, Davis fait ce que font de très nombreux botanistes dans le monde, dont plusieurs sont délégués par de grands laboratoires pharmaceutiques : il va étudier sur place des plantes auxquelles les traditions prêtent des vertus pharmacologiques. Davis, lui, étudie certaines plantes du point de vue de l'ethnologie, pour savoir comment les habitants locaux les utilisent et quelles sont les croyances qui s'y attachent. De retour au Etats-Unis, il établit les caractéristiques, les propriétés et les molécules actives en laboratoire. C'est d'ailleurs de cette manière qu'on a découvert bien des molécules qui sont couramment utilisées en médecine classique. La première pilule anticonceptionnelle a été réalisée à partir d'une substance isolée en 1941 par l'Américain Russell Marker dans une racine de plante mexicaine, *Lithospermum ruderale*, que les femmes de ce pays utilisaient depuis des siècles, et

la réserpine, hypotenseur bien connu, a été tirée d'une plante, la *Rauwolfia serpentina*, que la médecine védique de l'Inde et les sorciers d'Amérique latine connaissaient depuis longtemps. Mais on s'est aperçu que la réserpine, par exemple, modifie aussi le psychisme, et il n'était pas étonnant qu'un pionnier de la chimiothérapie des maladies mentales, Nathan Kline, se soit intéressé aux secrets des organisateurs du vaudou haïtien, qui semblaient modifier le psychisme des gens. Et qu'il ait envoyé sur place le jeune Wade Davis pour élucider le secret de certaines infusions et de certaines pousses qui déclenchaient, disait-on, des transes.

Car il s'agit bien de vaudou. Alfred Métraux, ethnologue célèbre et spécialisé dans la question, dit dans l'avant-propos de son livre *Le vaudou haïtien* que ce mot à lui seul évoque habituellement des « morts mystérieuses, rites secrets ou saturnales célébrés par des nègres ivres de sang, de stupre et de Dieu ». Si le vaudou a tendu, ces dernières années, à passer dans les curiosités folkloriques, il n'en fut pas toujours ainsi de cet « ensemble de croyances et de rites d'origine africaine — étroitement mêlés à des pratiques catholiques », comme le définit encore Métraux.

On ne peut en effet approcher le vaudou sans sa référence historique. Au cours des XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles, les bateaux négriers se sont multipliés vers Haïti, transportant, avec les hommes, les traditions de leurs différents pays d'origine. Toutefois les ethnies prédominantes venaient du Dahomey et de Guinée (qui, pour les vaudouistes, reste le paradis où se retrouvent les âmes après la mort). La langue fon des habitants du Dahomey a fourni les mots essentiels du culte vaudou. Son nom même vient du mot fon *vodù*, qui signifie Dieu, esprit et image de l'esprit. La racine *hù* qui, en fon signifie aussi divinité, se retrouve dans le mot qui désigne le prêtre vaudou : *houn-gan*, celui qui désigne le temple : *humfo* et celui qui désigne les servantes du temple : les *hounsi*. Les rites haïtiens actuels, bien que très marqués, donc, par les traditions prédominantes, sont originaux par rapport à leurs ancêtres africains : ils résultent tout de même d'un brassage d'ethnies et sont plus ou moins teintés d'apports catholiques ; le Bon Dieu, Jésus, la Vierge ne sont pas confondus avec les dieux ou esprits vaudous, mais ils sont souvent

présents dans les temples, souvent cités dans les chants rituels...

Enfin et surtout, l'expérience de l'esclavage a profondément marqué les comportements, et par là, la structure même des rites haïtiens. A la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle existait un important maquis d'esclaves ayant fui les plantations, les "marrons", qui vivaient dans les bois et se faisaient ravitailler par les camarades restés en esclavage. Ce maquis s'est constitué en société secrète, fortement structurée, dont l'arme redoutable, sévissant contre les Blancs, leur bétail ou les camarades noirs désobéissants, était le poison. Leur moyen d'action était l'infiltration clandestine des camarades apparemment soumis dans les plantations, et même dans les villes. Cette organisation a permis la grande révolte menée par Toussaint-Louverture, qui aboutit à la prise du pouvoir par les Noirs. Haïti est un pays noir, mais même s'il n'y a plus à lutter contre les Blancs oppresseurs, les habitudes de clandestinité, la conscience de l'existence et la force du poison sont demeurées.

Les croyances vaudouistes sont assez confuses pour notre esprit occidental : si "Dieu" est invoqué dans les chants, ce sont les *loas*, omniprésents et tout-puissants qui sont l'objet de la croyance et du culte. Ils sont nombreux et l'inventaire en serait fastidieux. A côté des *loas* "classiques", chaque temple peut avoir les siens propres ; les âmes des morts, dans certains cas

(mal définis) deviennent *loas*. Les *loas* sont des dieux, ou des esprits, qu'on appelle parfois "mystères".

Certains semblent plus importants que d'autres. Ainsi, un observateur du XVIII<sup>e</sup> siècle, Moreau de St-Méry, écrit que "le Vaudou" (est-ce Dieu ?) est identifié à la couleuvre ; aujourd'hui le *loa* le plus populaire semble être Damballah-wedo, le dieu-serpent. A ce mono-polythéisme se mêlent des croyances animistes : les plantes ont une âme (*nann*) et les docteurs-feuilles (les guérisseurs) savent qu'il faut cueillir les herbes quand elles sont engourdis par le sommeil, pour ne pas effaroucher la *nann* — porteuse du pouvoir du guérisseur. Certains jours sont masculins, d'autres féminins ; il y a des mois bien intentionnés, d'autres qui cherchent à nuire.

Les *loas* se partagent en deux groupes : les bienveillants et les malfaisants. Certains de ces der-



Des extraits d'une plante de la famille des datu-ra maintiendrait le zombi dans un état de dépersonnalisation après sa sortie du tombeau...



...Auparavant, il aurait été plongé dans un état de mort apparente à l'aide d'une poudre contenant de la tetrodotoxine, poison contenu également dans le foie et les ovaires du tétrodon, délice des japonais...

niers, tels les esprits liés à la mort, "Maître Cimetière", "Maître Carrefour", "Baron Samedi" sont terrifiants. On se concilie les premiers, on se défend des seconds par des offrandes, des sacrifices, et les divers rituels pratiqués dans les temples, qui visent essentiellement à communiquer avec les *loas* pour savoir ce qu'ils veulent et leur faire savoir ce qu'on souhaite. Les non-initiés peuvent assister librement au culte et peuvent même être saisis par la contagion frénétique, qui aboutit à une possession.

Les cérémonies du culte consistent en chants aux paroles répétitives, surtout danses, au rythme du tambour, envoûtant et de plus en plus violent, qui se poursuit jusqu'à ce que tel ou tel *loa* possède un ou plusieurs membres de la confrérie. On dit que le possédé est le "cheval" monté sur son *loa*. Si la personne choisie par le *loa* tarde à se laisser "monter", le *houn-gan* appelle l'esprit avec son hochet, et danse devant l'élu en le fixant intensément dans les yeux, et en faisant des gestes semblables à ceux de nos hypnotiseurs.

La transe du possédé ou de la possédée se traduit par des manifestations plus ou moins spectaculaires, qui évoquent à s'y méprendre la grande crise hystérique. Quand cette première phase histrionique touche à sa fin, le *loa* est entré dans le possédé : le possédé, devenu *loa*, va alors dans une chambre chercher les attributs de son esprit, chaque *loa* ayant des attributs qui permettent de le reconnaître : vêtements, chapeaux, écharpes,

épée, pipe, etc mais aussi manière de parler, de se mouvoir, de se comporter. Ainsi, le possédé-*loa* revient dans l'assistance et se montre totalement entré dans le rôle de son esprit. Si, par exemple, il s'agit de Damballah-wedo, le possédé rampe par terre en se tortillant, darde la langue, grimpe au poteau-mitan et dans les poutres du péristyle, et s'exprime en sifflant. S'il s'agit du Loa Ogon, le possédé a un képi à la française, un dolman rouge, il porte une épée, fume un cigare, réclame du rhum, débite des obscénités — si le "cheval" est une femme, elle a une grosse voix d'homme, et pourra se fâcher parce que ses "testicules sont froids" !

C'est pendant ces séances que les *loas* disent leurs vérités aux uns et aux autres, et réclament ce qu'ils veulent ; c'est le

moment aussi de leur poser des questions — comme à Delphes à la pythie — de leur présenter des requêtes. Les *houngans* et *mambos* traduisent les messages parfois difficiles à comprendre. Alors l'au-delà et l'ici-bas se mêlent le plus naturellement du monde, il serait dérisoire d'y chercher une frontière.

... Cette tetrodotoxine proviendrait, à Haïti, du liquide contenu dans les pustules de gros crapauds.



tière. Les assistants apportent leurs offrandes, les prêtres font les sacrifices de boucs, plus souvent de volailles, dont le sang et les plumes peuvent être recueillis dans le mortier, ou mêlés à divers autres ingrédients, car ils servent à confectionner un onguent. Le possédé, les initiés peuvent y goûter, les assistants peuvent en avoir le front frotté.

Après une durée variable, de quelques minutes à quelques heures, le *loa* quitte son "cheval" qui se retrouve épuisé, allongé ou blotti sur le sol, sans aucun souvenir de ce qui lui est arrivé. Cette esquisse très schématique d'une cérémonie vaudoue est éminemment variable, selon la richesse du temple, le nombre des participants, l'inventivité des principaux acteurs, les circonstances, etc. Mais c'est sans importance : l'essentiel réside dans la certitude absolue du contact permanent avec les "mystères". On raconte qu'autrefois un vaudouiste a été tellement sûr de la protection de son talisman qu'il a insisté pour qu'on lui tire une balle en plein cœur. Il a été tué, sans que sa foi fut ébranlée.

La magie, notamment la magie noire, et la sorcellerie ne sont certes pas négligées. Les *bokors*, sont le plus souvent des *houngans* qui "travaillent des deux mains" : une main pour le culte, une pour la sorcellerie. Ils sont donc redoutés, car ils sont maîtres des puissances du mal, les talismans, charmes

siques" : herbes diverses, batraciens, talc, autrefois poudre à canon, sang frais d'animal ; il y a souvent de l'os humain (récupéré au cimetière !) écrasé au mortier. La vertu de ces produits semble, en général, plus psychologique que biologique ; le *houngan* les vend en petite quantité dans des fioles dont la possession suffit, inutile de consommer. Quant aux états de possession par les *loas*, ils se manifestent vraisemblablement sans apport biologique : le pouvoir de suggestion de l'ambiance, du rythme endiable des tambours, l'aide hypnotisante éventuelle des *houngans* suffisent.

Dans le vaudou, les "possédés" ne le sont que quelques heures et ne souffrent pas de séquelles. Les zombis, eux, en souffrent très longtemps, comme on l'a vu dans le cas de Narcisse. Ce sont des défunt que les sorciers tirent de leurs tombes, pour les vendre comme esclaves. Ici, l'action magique s'effectue en trois temps : provocation d'un état apparent de mort, puis ressuscitation et dépersonnalisation du ressuscité.

On en était donc aux légendes quand l'Américain, Lehmann, collaborateur de Kline, cité plus haut, a de ses yeux vu lors d'un voyage en Haïti, une femme d'environ 60 ans, Nataquette Joseph, qui avait été tuée et enterrée en 1966, à la suite de nombreuses disputes, encore à propos de ventes ou limites de

## PEUT-ON ÊTRE ENTERRÉ VIVANT ?

Le cas Narcisse Clairvius évoque le problème des "signes de mort" : comment peut-on affirmer qu'une personne est bien décédée ? Qui n'a entendu une histoire de personne qui se serait dressée dans son cercueil non encore fermé, entouré de cierges et de la famille éploreade ? Ou encore qui se serait levée de la table de la morgue ? Rachmaninoff a écrit un célèbre prélude dans lequel on peut distinguer des coups frappés, de l'intérieur, contre le couvercle du cercueil... A une certaine

époque, l'opinion publique fut bouleversée par un cas où il avait été prouvé que l'enterrement avait été prématuré... et que le décès avait bien eu lieu dans le cercueil. Encore aujourd'hui, certains demandent par testament qu'on leur coupe des artères après leur mort pour s'assurer contre la terreur d'un ultime réveil dans la tombe.

En effet, avant qu'on possédat les appareils actuels (électrocardiographe, électro-encéphalographie) il sem-

ble qu'il était difficile d'affirmer l'absence de respiration et de battements cardiaques, signes de mort ; de plus, jusqu'aux années 50, l'hystérie se présentait sous des formes qui ont maintenant pratiquement disparu (pourquoi ?), et notamment la catalepsie, pouvant se manifester en crises de "mort apparente".

Aujourd'hui la question des prélèvements d'organes pour greffes a actualisé la nécessité de préciser les signes de mort : le "coma dépassé" n'est pas un critère absolu ; on a signalé, il n'y a pas si longtemps, telle personne en

— et surtout les potions ou poudres — qui rendent malade et parfois font mourir. Les "envois de morts", ou "expéditions", permettent au sorcier, dans la mythologie vaudou, bien sûr, d'envoyer dans la tête de la victime l'âme d'un mort (âme devenue zombi). La personne ainsi parasitée va maigrir, avoir des douleurs, cracher du sang et finalement mourir. A moins qu'un *houngan* soit assez puissant pour la délivrer.

La fabrication de potions et de poudres variées fait partie du savoir et des attributs du *houngan* et de la *mambo*, les ingrédients sont assez "clas-

terrains. Lehmann a vu le certificat de décès établi à l'époque par la police locale. Seize ans plus tard, donc, Nataquette avait été retrouvée errant autour de son village... Wade Davis, de son côté, a rencontré lors d'un premier séjour sur l'île, Francina Illeus, dite "Ti Femme", déclarée morte à trente ans, le 23 février 1976. Quelque temps avant sa mort, elle avait souffert de troubles digestifs assez sérieux pour qu'elle fut hospitalisée. Elle fut renvoyée dans sa maison pour y mourir, le certificat étant établi par le magistrat local. Trois ans plus tard, elle était reconnue par sa mère à une cicatrice bien particu-

rière ; elle aussi errait près de son village. Son cercueil fut ouvert : il contenait des pierres.

Dans les années 80, une radio haïtienne mentionnait l'observation d'un groupe d'individus errant sans but, près de la côte nord de l'île. Les paysans de la région les considéraient comme des zombis. Ils furent récupérés par la police, conduits à l'hôpital, soignés (?) puis ramenés dans leurs villages respectifs.

L'intérêt du cas de Narcisse Clairvius est qu'on peut en reconstituer un dossier scientifique complet, comme on l'a vu au début de ces lignes. Il n'y a pas de doute qu'il ait été enterré et laissé sous terre un certain temps. Son état, qui ressemblait tellement à la mort qu'on s'y méprit, ne s'est pas produit spontanément ; il résulte d'une intoxication. Mais quel est le poison assez puissant pour produire un tel effet sans tuer pour de bon la victime ? Car la marge semble étroite entre la "zombification" et la mort authentique.

Par ailleurs, comment le presque-mort peut-il survivre, parfois deux ou trois jours, dans l'atmosphère

"coma dépassé" depuis un temps assez long pour qu'on décide d'interrompre la machinerie de réanimation, et qui a survécu !

Les Américains adoptent les "critères de mort de Harvard" qui sont les suivants :

- coma laissant le sujet sans aucune réponse aux stimulations ;
- arrêt respiratoire ;
- absence de réflexes céphaliques (pupillaire, cornéen, vestibulaire, pharyngien, de déglutition) ;
- absence de réflexes tendineux ;
- électro-encéphalogramme plat ;

privée d'oxygène d'un cercueil enfoui sous terre ? Davis évoque les exploits de yogis entraînés qui peuvent diminuer considérablement leur métabolisme, donc leur besoin en oxygène, pendant des durées parfois très longues. Il pense donc que le poison agit en diminuant sérieusement le métabolisme de la victime, ce qui lui permet de survivre plusieurs jours sur un apport minime d'oxygène. Toutefois, il est possible que l'intoxication par manque d'oxygène participe aussi à la "zombification", en altérant le cerveau, ce qui favorise la passivité.

Dernière question, quand le zombi est tiré de sa

## LES SIGNES DU SYNDROME D'ENDOCTRINEMENT

selon la nomenclature américaine DSM III (Delgado)

- Altération soudaine des hiérarchies de valeurs, y compris abandon des buts de carrière. Changement de comportement soudain et dramatique (des changements plus lents pourraient résulter de maturation).
- Diminution de la souplesse mentale et de l'adaptabilité. La victime répond mécaniquement, substituant des phrases stéréotypées, spécifiques de sa secte, à ce qu'auraient été ses propres réponses.
- Rétrécissement et émousser de l'affection. Sentiments spontanés, affection, amour disparaissent (certaines sectes utilisent le sexe, même
- dans des situations mercantiles, mais sans sentiment). Les victimes sont émotionnellement mornes, sans vie, ou au contraire dans un état d'exaltation histrionique.
- Régression. Les victimes deviennent enfantines, se plaignent dans leur état de dépendance, désirent que les chefs décident tout pour elles.
- Changements physiques, détérioration, perte de poids, expression et regards fuyants.
- Parfois troubles psychopathologiques : dissociation, ruminations, comportement obsessionnel, pensée délirante, hallucinations.

tombe, il faut, pensa Davis, qu'on lui donne un antidote au premier poison, pour le réveiller. Quel est cet antidote ? Davis a acquis la conviction que le sorcier utilise deux poisons.

Davis postula d'abord que le premier poison devait contenir des extraits d'une plante de la famille des Datura. Cette vaste famille, les solanacées, produit des fleurs, des herbes sauvages, des pommes de terre, des tomates, etc. Beaucoup contiennent des substances hallucinogènes et véneneuses, voire mortelles. La belladone, dont on tire l'atropine est une solanacée. Les propriétés de certaines espèces étaient connues au Moyen Age : les sorcières en faisaient un onguent dont elles se badigeonnaient le vagin à l'aide d'un bâton (d'où dériverait le mythe de la sorcière chevauchant son manche à balai...). En Haïti, les initiés parlent à mots couverts de "combre zombi" qui n'est autre que *Datura stramonium*, riche en toxiques,

notamment en atropine. Davis a donc rapporté sa poudre à zombi, achetée dans des conditions assez difficiles, certain d'y trouver de l'atropine. Son schéma était tout prêt : l'antidote devait être la physostigmine, qu'on trouve dans la noix de calabar.

Hélas, il n'y avait pas d'atropine dans la poudre à zombi, et les sorciers n'utilisaient pas la noix de calabar ! Par contre il y avait bien des extraits de datura dans l'antidote, et la poudre à zombi contenait un poison redoutable, la tetrodotoxine. Du coup, Davis prit au sérieux un épisode de la fabrication du poison, dont il avait eu connaissance malgré le

secret dont s'entoure le sorcier : l'utilisation de gros crapauds dont le dos est couvert de pustules venimeuses. Le sorcier laisse ses crapauds pendant 24 heures dans un bocal avec un petit serpent qui les irriterait, si bien que les pustules sécrètereraient largement le liquide venimeux, que le sorcier n'a plus qu'à recueillir. Et ce jus contient de la tétradotoxine !

Celle-ci est un poison bien connu des Japonais, car le poisson (avec deux s) qui constitue un de leurs mets de choix, le *fugu* (un genre de tétrodon) en contient lui aussi des doses mortelles dans le foie et dans les ovaires. C'est donc un art redoutable que pratique le cuisinier japonais chargé d'apprêter le tétrodon : il ne faut pas laisser le moindre morceau de foie dans ses préparations, et ne pas confondre ovaires et testicules qui, eux, sont délicieux, et ne contiennent pas de poison ! Certains assurent qu'une quantité minime de tétradotoxine passe quand même dans le plat et procure une certaine stupeur favorable au plaisir gastronomique. Néanmoins, il y a chaque année plus de cent morts (déclarées) au Japon.

Or, les malaises précédant la mort, observés chez les Japonais, correspondent exactement aux malaises qui précèdent la fausse mort du zombi. La tétradotoxine bloque les mécanismes de décharge des neurotransmetteurs dans le cerveau. La toxicité est fonction de la dose ; la marge au-delà de laquelle le poison devient mortel est très étroite. Un de ses premiers effets est, justement, de diminuer le métabolisme. Jusqu'ici tout colle, sauf que le *datura* n'est en rien l'antidote la tétradotoxine ! C'est au contraire un poison supplémentaire. Et c'est elle qui maintiendrait l'état de dépersonnalisation après la sortie du tombeau.

Comment faire prendre le poison en premier lieu ? De nombreux indices rapportés par les observateurs ont fait penser que ce poison agit à travers la peau. En fait, Davis a trouvé que, dans la préparation toxique, il y a une sorte de "poil à gratter" destiné à créer de minuscules petites excoriations de la peau quand le sujet est en contact avec le mélange. Ainsi, le toxique peut pénétrer directement dans le sang.

Mais cette explication biologique n'a pas satisfait Davis, qui estime que, quelle que soit la toxicité du poison, les conditions psychosociologiques des haïtiens jouent un rôle essentiel. La zombification est une punition, la pire, bien pire que la mort.

Cette punition semble être administrée par des sociétés secrètes, après jugement, lorsque quelqu'un a commis des fautes qui l'ont mis au ban du groupe social. Ti Femme, en fait, était une voleuse et Narcisse aurait fait des détournements au détriment de ses frères... Le zombi, comme sa société, connaissent et redoutent cette loi, mais ils s'y soumettent.

Mais ses collègues n'adhèrent pas à son interprétation. D'abord, les chercheurs auxquels il s'est

adressé pour l'étude chimique et pharmacologique de ses poudres (C.Y. Kao, de l'université de New York ; B. Holmstedt du Karolinska Institute de Stockholm ; Roizin, de l'université de New York, Brooklyn, etc.) affirment que, si ces poudres contiennent bien de la tétradotoxine, la quantité de poison par unité de poids du produit est en revanche beaucoup trop faible pour entraîner le moindre effet. Ils veulent bien croire que les sorciers haïtiens mettent de la tétradotoxine dans leur mortier, mais ce n'est pas celle-ci qui cause le coma du zombi. Par ailleurs, un chercheur de Harvard, John Hartung, qui a injecté la poudre de Davis dans le péritoine de rats et de souris, n'a observé aucun effet de ce traitement.

Mais tout le monde ne s'accorde pas sur ce point, car Roizin, dans des expériences au Columbia Presbyterian Hospital, N.Y., utilisant cette même technique sur des rats et des singes, les a vus tomber dans un état comateux, alors que leurs électro-encéphalogrammes et leurs rythmes cardiaques restaient normaux. Après 24 h, les animaux s'étaient totalement rétablis et ne souffraient pas de séquelles. Mais Roizin refuse de publier ces résultats, dont il a seulement fait part de manière privée à Davis. Officiellement, il dit que rien ne prouve qu'on n'ait pas ajouté quelque chose, juste avant l'expérience, à la poudre rapportée par Davis !

Ces réserves sont sans doute justifiées, mais il faut, en défense de Davis, rappeler que les poudres haïtiennes ont été fabriquées de manière très artisanale. Il n'est pas impossible qu'elles manquent d'homogénéité, et que les échantillons reçus par les différents savants aient été de compositions différentes. De plus, rien ne garantit la stabilité des produits utilisés (bouillie d'insectes, sécrétions de crapauds et serpents, broyats de plantes fraîches, poudre d'os humains récupérés au cimetière...) ; on peut donc imaginer qu'entre le moment où le sorcier a sorti son produit de son mortier, et celui où les savants occidentaux l'ont expérimenté, certaines modifications chimiques ont pu se produire spontanément, dégradant la tétradotoxine.

On peut ajouter que la réserve témoignée à l'égard des travaux de Davis procède de ce qu'ils démontrent la réalité des zombis, auxquels les chercheurs répugnent à croire. Les sceptiques opposent deux autres types d'explications : la suggestion, ou bien la maladie mentale.

Davis, on l'a vu plus haut, est bien d'accord sur la suggestion et l'emprise du mystère. L'endoctrinement des paysans haïtiens constitue une véritable maladie, reconnue et définie par la nomenclature psychiatrique américaine (*voir encadré p. 57*). Mais ses critiques demandent s'il y a bien une différence entre le comportement d'un adolescent occidental "capture" par une secte, et celui d'un zombi. Objection intéressante et qui va loin... Il n'en reste pas moins



# Avec cette cassette gratuite voyez pourquoi vous pourrez parler l'anglais ou l'allemand dans 3 mois

**La méthode réflexe-orale vous apprend à parler une langue étrangère, exactement comme vous avez appris le français.**

Cela paraît étonnant, mais c'est ainsi: même si vous n'en connaissez pas un mot, vous pourrez converser en anglais ou en allemand dans trois mois. Et lorsque nous disons converser, cela veut dire «parler facilement, naturellement». Parler une langue, ce n'est pas traduire du français en anglais ou en allemand, mais transformer immédiatement et sans effort votre pensée dans la langue, exactement comme vous le faites en français.

**Vous parlerez «instinctivement» comme en français.** Beaucoup d'entre nous ont étudié une langue au lycée, pendant des années: ils connaissent beaucoup de choses et pourtant sont incapables de parler. La méthode réflexe-orale a pour but de vous faire parler par «réflexe naturel», exactement comme vous l'avez fait lorsque vous étiez enfant, pour apprendre votre langue maternelle. En associant le texte, le son et l'image, la méthode réflexe-orale grave la langue étrangère dans votre esprit et lorsque vous avez à parler, les phrases se forment toutes seules. Les leçons sont simples, intéressantes et ne demandent pas d'effort. La grammaire n'est pas étudiée «avant», mais seulement lorsqu'on est déjà familiarisé par des exemples.

**Rien à apprendre par cœur.** La méthode réflexe-orale est très progressive: elle commence avec des leçons vraiment faciles (vous le constatez vous-même avec la cassette ou le disque gratuit) et elle vous amène peu à peu à un niveau supérieur. Sans jamais avoir appris quoi que ce soit par cœur, vous arriverez rapidement à comprendre une conversation, la radio ou les journaux

et vous commencerez à penser dans la langue. Tous ceux qui l'ont essayée sont du même avis: la méthode réflexe-orale vous amène à parler dans un temps record. Les résultats sont tels que ceux qui l'ont suivie, semblent avoir séjourné longtemps en Angleterre ou en Allemagne. Pour ceux qui ont des examens oraux, c'est une méthode irremplaçable.

**Dans 2 mois vous serez «débrouillé».** La méthode réflexe-orale a été conçue pour être étudiée chez soi. Vous pouvez apprendre une langue à vos heures de liberté où que vous habitez, quelles que soient vos occupations. En consacrant moins d'une demi-heure par jour à cette étude qui vous passionnera, vous commencerez à vous «débrouiller» dans deux mois et peu de temps après, vous serez capable de converser. Votre accent sera impeccable, car les cassettes (ou les disques) sont enregistrées par des comédiens et speakers ayant une prononciation parfaite. Dans le monde d'aujourd'hui, parler une langue étrangère est un atout essentiel, dans toutes les professions.

## Ce que pensent ceux qui ont étudié avec cette méthode.

*Après un mois d'étude, je suis étonnée d'en être déjà là.*

Mlle C. T..., 75013 Paris.

*Je n'ai rencontré aucune difficulté.*

Didier C..., Tahiti.

*J'ai appris un anglais vivant.*

Mme C..., 91800 Brunoy.

*Je croyais l'allemand difficile. Il n'en est rien avec votre méthode.*

I. H..., 06400 Cannes.

*Il est exact que l'on parle naturellement après quelques mois d'étude vraiment passionnante.*

G. S..., Beringen (Belgique).

**Un atout pour votre avenir.** Rien ne peut vous apporter autant que cette étude passionnante. Si vous ne vous décidez pas, vous en serez au même point dans trois mois ou dans un an. Si vous agissez, vous pourrez parler anglais ou allemand dans trois mois. La première chose à faire est de renvoyer le coupon ci-dessous, mais faites-le tout de suite, car actuellement vous pouvez profiter d'un avantage supplémentaire.

## GRATUITS 1 cassette + 1 leçon + 1 brochure

Bon à retourner à Centre d'Etudes, Service A  
1, avenue Stéphane-Mallarmé, 75017 Paris.

*Envoyez-moi gratuitement et sans engagement votre brochure «Comment apprendre l'anglais ou l'allemand et parler couramment» ainsi que:*

- la cassette d'essai ou  le disque d'essai  
 Anglais                  ou  Allemand

*(Joindre 3 timbres pour frais; pays hors Europe: joindre 5 coupons-réponse.)*

Mon nom: ..... Prénom: .....

(majuscules SVP)

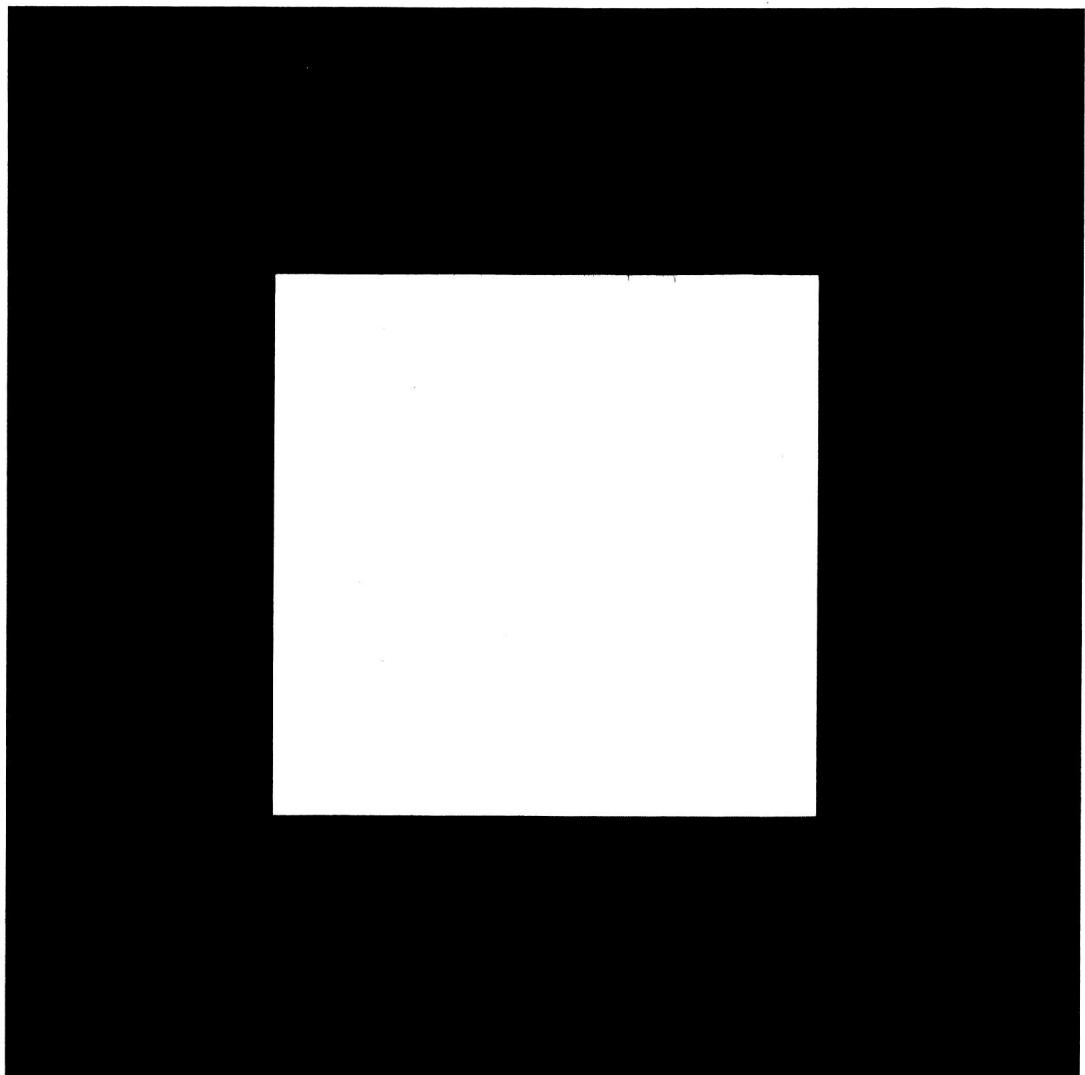
Mon adresse: .....

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



A 15K

# Ça ne tourne pas rond ?



Avec certains carburants, plus vous roulez,  
plus vous encrassez votre moteur.  
Et pleins après pleins, le résultat ne se fait

pas attendre, des dépôts se forment dans  
les carburateurs et les injecteurs, et votre  
moteur ne tourne plus très... très rond.

# Roulez, décrassez.



Avec le Super et le Gazole Double Action MOBIL,  
pour décrasser c'est simple, il suffit de  
rouler. Pleins après pleins, les carburants

MOBIL réduisent l'enrassement de votre moteur  
et limitent la formation de dépôts. Plus  
vous roulez, plus votre moteur tourne rond.

**Mobil**<sup>®</sup>

## super et gazole double-action.

# LA MACHINE À DÉTECTER LES DOPÉS

*Avec le drame olympique des athlètes tricheurs, le public découvre enfin une réalité connue de tous les toxicologues : il suffirait d'appliquer des méthodes modernes de détection pour en finir avec le dopage. Aucun athlète ne peut passer entre les mailles de ce filet.*



PAR JEAN-MICHEL BADER

**Ben Johnson**, partie émergée d'un immense iceberg de "dope" olympique : si, comme tous les officiels et les sportifs le savent pertinemment, on avait testé les 8 000 participants aux jeux de Séoul, c'est sans doute plusieurs milliers de cas positifs qu'il aurait fallu sanctionner.

**L**es contrôles médicaux des Jeux de Moscou, en 1980, n'avaient révélé aucun cas "positif", malgré les 5 923 athlètes participants. Or, une fois la fête olympique terminée, des échantillons d'urine d'athlètes avaient voyagé dans plusieurs capitales européennes disposant de laboratoires de toxicologie et dotés notamment d'une machine d'analyse d'une précision redoutable : le spectromètre de masse. Ce fut le cas, par exemple, du laboratoire du Pr Manfred Donike, à Cologne. Et l'on avait alors découvert avec stupéfaction 40 cas bien positifs.

Le seul transport depuis Moscou ne pouvant raisonnablement rendre compte de cette mutation urinaire, et les tubes voyageant sous scellés, l'explication était plus prosaïque : à Moscou, la commission médicale ne disposait que d'outils d'investigation grossiers, comme les "kits" de radio-immunologie. Il s'agit d'anticorps dirigés contre une substance définie, et qui ont été au préalable rendus radioactifs ; la quantité de radioactivité comptée dans le tube donne alors la présomption de la présence d'une substance illicite.

Pourquoi la "présomption" seulement ? Parce que si la quantité de dopant est trop faible, si donc sa concentration urinaire est minime, aucun anticorps ne peut la détecter. D'autre part, il existe parfois des réactions croisées entre certaines molécules de structure proche et un anticorps. Ainsi les anticorps anti-morphiniques sont incapables de faire la distinction entre des drogues comme la codéine, la

morphine, l'héroïne, l'opium. La méthode n'est pourtant pas si mauvaise : la première utilisation de kits anti-stéroïdes anabolisants aux Jeux d'été de Montréal, en 1980, avait permis de découvrir 8 "positifs" sur 275 échantillons. Mais les mailles du filet restaient, en apparence, très lâches. Ce qui a fait dire aux sportifs, aux entraîneurs, aux journalistes et à toute la galaxie sportive, patrons compris, que les dopeurs auraient toujours une foulée d'avance sur les détecteurs.

C'était compter sans la volonté politique de M. Samaranch, président du Comité international olympique (CIO), de redonner sa puissance à son organisation. Lorsque le CIO est venu à Séoul, et qu'il a fait de sévères recommandations aux équipes sur le dopage et son contrôle, aucune équipe n'a vraiment pris au sérieux les avertissements des organisateurs sur les sanctions qui seraient prises en cas de positivité. L'analyse de nombre de dirigeants, de "gourous" et d'entraîneurs était toujours la même : on sanctionnerait quelques sans-grade mollovalaques arracheurs d'haltères, et voilà tout. A Los Angeles, malgré tout leur matériel, et malgré l'aide des laboratoires d'analyse scientifique de toute la Californie, la moisson n'avait-elle pas été risiblement maigre ?

Cet été, un signe pourtant aurait dû inquiéter les dopeurs : la commission médicale du CIO vient de dépenser 3 millions de dollars pour équiper le laboratoire de contrôle, de recruter 80 personnes (techniciens, laboratins et chimistes analystes confirmés) sous l'autorité du Pr Jong-Sei Park, toxicologue sud-coréen, et d'installer à Séoul 16 spectromètres de masse<sup>(1)</sup>, 5 appareils de chromatographie en phase gazeuse et 4 chromatographes HPLC<sup>(2)</sup> en phase liquide (*voir encadré p. 64*).

Le tout est branché en réseau sur de puissants ordinateurs. Leurs mémoires contiennent les profils spectraux de dizaines de milliers de molécules de référence, et les machines comparent un à un les éléments du spectre des molécules suspectes avec ceux qu'ils ont en mémoire<sup>(3)</sup>.

De quoi détecter, en somme, beaucoup plus que les 4 000 substances et dérivés métaboliques interdits pour les Olympiades.

Mais le matériel n'est rien, seule la volonté des responsables compte. Et elle va se manifester....

Le samedi 24 septembre, après la finale du 100 mètres hommes, l'épreuve-phare des jeux, le vainqueur Ben Johnson mettra deux heures et demie, à grand renfort de bière, pour fournir aux contrôleurs, à la porte 23 du stade olympique, deux timides échantillons d'urine, de 50 et 25 ml ! Les échantillons sont aussitôt cachetés par l'athlète lui-même, codés (avec code-barre) et enfin tirés au sort pour savoir lequel sera analysé en premier. Inutile de dire que les étiquettes ne portent aucun nom. Le n° de dossier 159, et c'est tout. Les deux échantillons

sont ensuite amenés, scellés dans une armoire réfrigérante, par des agents olympiques au laboratoire.

Au Korea Advanced Institute of Science and Technology, situé à Kaist dans la banlieue de Séoul, le cachet du premier échantillon est brisé et l'urine analysée immédiatement. Rappelons encore une fois que le chef du laboratoire et ses assistants ne connaissent que le numéro du sujet, et pas son nom (le dossier complet, avec les numéros de code et le nom de l'athlète, est archivé dans le coffre d'Alexandre de Mérode, directeur de la commission médicale du CIO). Le deuxième échantillon, lui, est gardé intact au frigo, avec son sceau, pour vérification ultérieure en cas de positivité.

Avant l'ouverture des jeux, Ben Johnson, comme quelque 8 000 autres athlètes, avait rempli un formulaire médical indiquant quels médicaments ou composés chimiques il avait pu prendre. Grâce à ces données, l'ordinateur sait, au moment de l'analyse chromatographique et spectrale, à quels profils moléculaires il doit s'attendre. Surprise ! Les trois analyses effectuées entre le samedi 24 et le dimanche 25 septembre par l'équipe du Pr Park sont toutes positives pour le dossier n° 159 : il y a des traces de stanozolol, un stéroïde anabolisant artificiel, dans l'échantillon "A" d'urine, ce qui signifie que cet athlète s'est dopé.

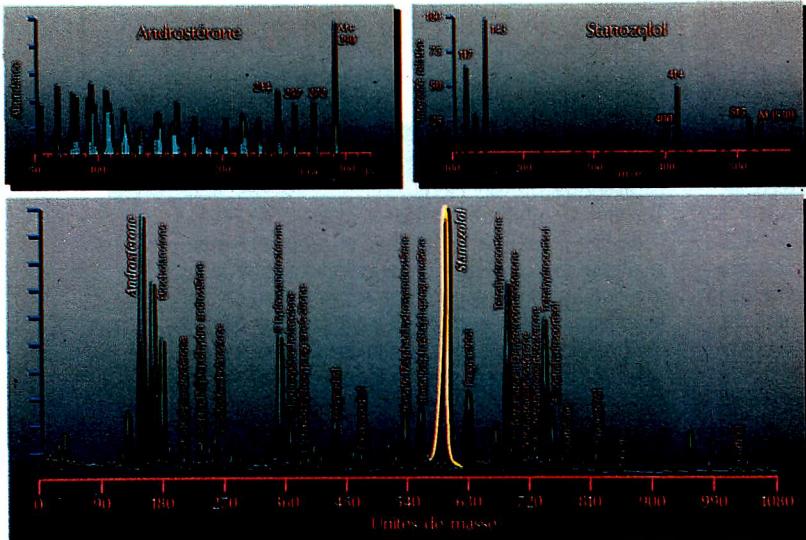
Ce même dimanche, le dossier est remis entre les mains de la commission médicale et la décision d'éliminer le concurrent est prise. Il faut alors dévoiler le nom de cet athlète : Alexandre de Mérode décachète lui-même l'enveloppe du 159, il lit le nom : Ben Johnson. La foudre est tombée sur les Jeux olympiques !

Le lundi matin, dès 8 h 45, la chargée de mission olympique canadienne, Carole Anne Letheren, reçoit une missive de la commission olympique qui convoque une délégation canadienne ce même jour à 10 h pour la contre-expertise. Charlie Francis, entraîneur de Johnson, Carole Letheren et un responsable médical de l'équipe se rendent au laboratoire et, devant eux, l'échantillon B, qui avait été mis en réserve, est sorti du réfrigérateur, décacheté, et... l'analyse démarre. Elle va durer trois heures. Le technicien fait un prélevement de l'urine avec une pipette et opère une première dilution dans un solvant neutre. Puis, il y ajoute une quantité connue d'une substance de référence, qui servira de repère d'analyse pour la détection du stanozolol, puisque l'on sait depuis deux jours que cette molécule interdite est présente dans le premier échantillon. Comme cette substance de référence va suivre l'échantillon dans son cheminement et ses transfor-

(1) Des "grosses bécanes", pas des MSD portatifs (Mass Selective Detectors) beaucoup moins polyvalents.

(2) High Performance Liquid Chromatograph.

(3) Le laboratoire de toxicologie du CERMA, à la Cité de l'air, à Paris, a en mémoire plus de 47 000 substances.



### Voici le "pic" qui a condamné Ben Johnson

L'appareil est constitué d'un chromatographe en phase gazeuse couplé à un spectromètre de masse.

#### Le chromatographe comporte :

- Deux injecteurs. Le premier est un court tube vertical (flèche verticale sur la photo) dans lequel on injecte l'échantillon d'urine préparé (voir l'article). Le second, en dérivation sur le premier, injecte le gaz moteur.
- Une colonne, tuyau capillaire de 50 m de long et 0,22 mm de diamètre enroulé en larges spirales (flèche oblique). La colonne commence au carrefour des deux injecteurs et se termine dans le détecteur qui est enroulé en spires. Dès qu'il est injecté, l'échantillon est vaporisé par la mise en température de l'appareil. La vapeur est poussée dans la colonne par de l'azote ou de l'hélium gazeux injecté à la suite de l'extrait.

Tout au long de la course de cette vapeur dans le capillaire, une substance (la phase) qui tapisse la paroi interne de celui-ci, va freiner plus ou moins les différents constituants du mélange en fonction de leurs caractéristiques physico-chimiques. Résultat : ceux-ci poursuivent leur parcours dans le capillaire, mais bien séparés les uns des autres.

**Le spectromètre de masse** est branché en série à la sortie du capillaire. Chaque constituant, toujours à l'état de vapeur, y est bombardé par un courant d'électrons généré sur son parcours par le spectromètre. Sa molécule complexe est de ce fait explosée en ses sous-constituants ionisés. Cette pluie d'ions est alors soumise à un champ magnétique courbe : pour une valeur donnée de ce champ, seuls les ions d'une masse donnée suivront

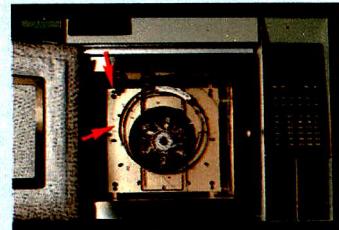
exactement sa trajectoire à courbure fixe qui mène à un détecteur.

En arrivant à la surface du détecteur, les ions y arrachent des électrons, et c'est ce signal électrique que détecte l'appareil. Sur une échelle précise de masses moléculaires, la machine inscrit un pic, dont la hauteur correspond à l'abondance de chaque sous-constituant.

En balayant toute la gamme des champs magnétiques, on arrive ainsi à identifier, les uns après les autres, tous les sous-constitutants de la molécule complexe.

Toutes ces étapes sont exécutées en continu et gérées automatiquement par l'ordinateur, qui affiche la succession des pics à des intervalles et des hauteurs caractéristiques de chaque molécule ou de son dérivé métabolisé. C'est aussi l'ordinateur qui, à partir de ces véritables empreintes digitales, affiche le profil de l'échantillon que l'on a injecté au départ dans l'appareil.

Dans le cas de Ben Johnson, le verdict était sans appel : S-T-A-N-O-Z-O-L-O-L-O-L clignotait à l'écran, pendant que, sur la portion du profil correspondant aux stéroïdes, s'affichait en rouge le pic du produit interdit. La suite est connue.



mations à fins d'analyse, on s'affranchit ainsi du délicat problème de l'étalonnage de l'appareil.

Il faut ici savoir qu'un chromatographe est, en quelque sorte, une piste étroite où l'on injecte des molécules qui sont vaporisées dans un gaz (**voir encadré ci-dessus**). Ce gaz pousse les molécules dans un tube fin et très long, où certaines d'entre elles iront plus vite et d'autre moins vite, en fonction de leurs natures. C'est ainsi qu'on les sépare. Ensuite, on les identifie au spectromètre de masse. Celui-ci casse les molécules et définit leurs constituants par leurs spectres de masse.

Dans un appareil de chromatographie, le vieillissement de la colonne gazeuse, la transformation des supports, le décalage progressif des capteurs est à l'origine de variations des mesures d'un échantillon à l'autre. Mais ici, on dispose d'un étalon interne à l'échantillon, sur lequel on peut caler de

façon fiable la mesure. Mieux même, on pourra effectuer des calculs exacts de quantités du dopant par rapport à cet étalon interne.

Maintenant que l'urine est "préparée", voyons comment se déroule l'analyse.

Le préparateur rajoute à ce mélange un autre mélange enzymatique qui va "faire la toilette" des molécules de toutes sortes que contient l'urine. En effet, le foie et le rein ont pour tâche de rendre solubles dans l'eau ces déchets organiques. Mais la détection de ces conjugués est impossible dans un chromatographe en phase gazeuse, pour la bonne raison qu'ils ne sont pas volatils. Il faut donc les décomposer pour revenir aux substances de base, qui peuvent ensuite être transformées en produits volatils. Ce seront des enzymes qui débarrasseront de leurs radicaux supplémentaires les produits du métabolisme hépatique pour arriver aux substances de base.

Maintenant l'échantillon est prêt pour une première séparation.

Une fois cette opération effectuée (elle dure selon le type d'enzymes utilisées, entre 15 min et deux heures), l'échantillon est passé dans une première mini-colonne de chromatographie : une seringue transparente contient un support solide (en général des résines adaptées à des familles de molécules chimiques particulières) sur lequel on fait couler l'échantillon. Les molécules qui ont une affinité pour ce support se collent sur la résine, alors que les petits ions (sodium, potassium) ou les petites molécules normales (glucose, urée, créatinine) ainsi que l'eau de l'urine sont éliminés.

Ensuite on "lave" la colonne avec un mélange solvant liquide spécial qui décroche une à une les substances de leur support et les remet en solution. Cette deuxième solution est beaucoup plus pure que l'urine de départ.

La dernière tâche de l'opérateur, capitale, est de rendre ces produits volatils. (Nous avons vu que tous les produits moléculaires de l'urine ne le sont pas, mais on peut les rendre volatils en y ajoutant des substances chimiques.) Car c'est ensuite dans un chromatographe en phase gazeuse que ces molécules, pêle-mêle, vont être entraînées, par le gaz vecteur inert (de l'azote ou de l'hélium).

Le supplice de la délégation canadienne n'est pas encore terminé. Pendant que l'équipe de biologistes attend devant l'écran de l'ordinateur, la machine travaille. Après trois heures d'efforts, le résultat s'affiche enfin. Sur

le profil stéroïdien de Ben Johnson, entre 90 et 900 unités de masse, au milieu des pics des hormones naturelles, androstérone, DHA, testostérone, androsténolone, un pic anormal est apparu. Une molécule est là qui n'a rien à y faire.

Pour l'instant, bien entendu, il ne s'agit que d'une suspicion. S'il est certain qu'une molécule artificielle est présente dans les urines de Ben, rien ne permet encore de dire qu'il s'agit d'un dopant interdit. En fait, comme nous le savons, les analystes du laboratoire ont déjà acquis la veille cette certitude grâce aux résultats complets de l'échantillon A et ne font aujourd'hui qu'une vérification de routine (assortie d'une démonstration à l'usage des dirigeants canadiens) sur l'échantillon B.

L'opérateur déplace un simple curseur sur son écran, le place en face du pic suspect sur le graphe,

et cliquette avec la "souris" de l'ordinateur. Aussitôt celui-ci ressort de sa mémoire le spectre de masse de la molécule, puis la formule chimique avec le nombre d'atomes de carbone, d'azote, d'oxygène, etc... et enfin, la machine affiche le nom terrible, redouté : stanozolol.

Imaginez la stupeur et la consternation des dirigeants de l'équipe canadienne ! Pouvaient-ils trouver une parade ? Voici les classiques objections régulièrement opposées au verdict des contrôleurs.

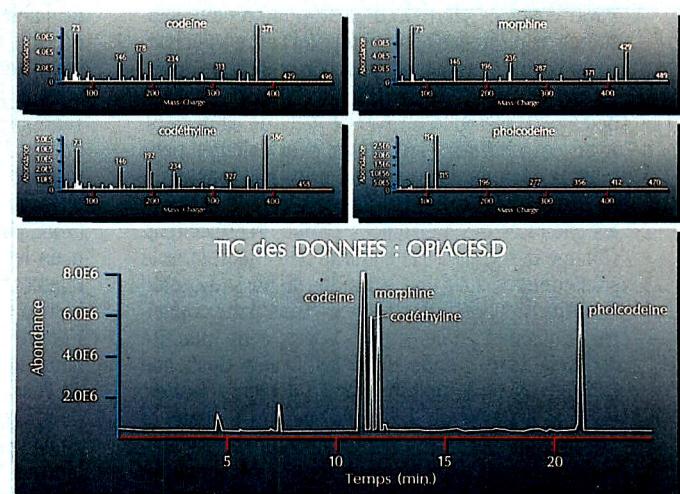
- Comment pouvez-vous affirmer qu'il s'agit de stanozolol ? « D'abord, auraient sans doute répondu les chimistes, parce que le stanozolol est une hormone de synthèse, qui n'existe pas à l'état naturel chez un individu. Il faut se l'être injectée, ou l'avoir avalée pour en retrouver dans les urines. Ensuite, parce qu'aucune autre molécule ne présente un spectre de masse identique ou même proche de celui du stanozolol. » Et pour le leur prouver, ils auraient pu interroger la mémoire de l'ordinateur sur les spectres de masse proches (qui correspondent à des médicaments antihistaminiques, des antibiotiques ou des tranquillisants) ou rechercher avec Charlie Francis ou Carole Letheren, dans l'un des manuels de toxicologie moderne dédiés à cet usage, le profil répertorié du stanozolol, pour le leur faire comparer avec celui de l'écran. Le doute n'est pas possible : c'est bien le même !

- Et si l'on avait trafiqué à son insu, avant le contrôle, la boisson préparée pour lui dans le stade ?

## Une molécule de morphine dans une piscine

C'est ce que peut déceler la machine avec laquelle les contrôleurs reconnaissent et distinguent enfin tous les dangereux opiacés qui leur échap-

paient jusqu'à présent. Ces drogues, reculant le seuil de la douleur, améliorent et prolongent les performances des athlètes qui en absorbent.



## Un fortifiant n'est pas un dopant

Faut-il voir une provocation dans la parution de *300 Médicaments pour se surpasser* (Balland, éd.) juste au moment où l'opinion se désole du dopage sportif ? On a évoqué le danger pour les enfants qui piillereraient la petite pharmacie familiale ; on a même philosophé sur la triste situation d'une société où, pour survivre, on en est réduit à "chercher à se surpasser".

Bref, ce livre s'est attiré les foudres de nombreux censeurs. Or, les médicaments qu'il cite sont des produits auxquels on ne pense pas toujours quand on se sent un peu fatigué et qui appartiennent à ce que la tradition appelait des "fortifiants".

Ils sont divisés en catégories (stimulants cérébraux, respiratoires, sexuels, etc.), et chaque catégorie est présentée par quelques paragraphes d'explications simples et claires, assorties d'éventuelles mise en garde. Le tout inspiré de ce bon sens éclairé du praticien qui sait expliquer ce qu'il fait pour que son patient participe activement au traitement. Beaucoup ne sont délivrés que sur ordonnance : si le patient en fait mauvais usage, c'est que le médecin en a fait une mauvaise prescription !

L'information permet au patient de demander tel produit à son médecin, et d'en discuter l'opportunité. Elle favorise le dialogue, part essentielle de tout acte médical, qui se trouve trop souvent escamoté par timidité (et ignorance) du patient, manque de temps du praticien (de son propre aveu). De plus, ce n'est pas nous qui chercherions à rationner l'information en matière de médecine, biologie, santé.

Reste l'aspect d'incitation à la consommation médicale, retenu contre la divulgation de ces informations. Mais n'a-t-on pas le droit de dire au public : « Si vous avez le sentiment de ne pas fonctionner à votre plein régime, vous pouvez vous stimuler, par exemple, pour affronter une épreuve, un concours, une démarche difficile. » ?

Le livre le dit bien : ces médicaments n'offrent que la possibilité d'un coup de fouet temporaire. De plus, en ce qui touche aux médicaments en vente libre, le pharmacien peut confirmer qu'on a bien choisi le produit, ou renvoyer son client au médecin.

Il n'y a pas lieu enfin de parler de "drogue" à propos de fortifiants. Une substance produit un effet "drogue" quand elle s'attache à des molécules spéciales des cellules nerveuses appelées "récepteurs" ; or, aucun fortifiant proposé dans ce livre ne possède de telles caractéristiques biochimiques... si ce n'est le café, mentionné à titre d'information.

Et qu'y a-t-il de mal à ce qu'une société attende de chacun le meilleur rendement ? Il n'est pas mauvais d'avoir confiance en soi ! Ce sentiment crée un état interne, biologique, de "récompense" et suffit à faire sécréter par notre cerveau des substances spéciales, les endorphines, qui ont une action très bénéfique.

Finalement, on peut se demander si le refus de ce livre ne ressortit pas à la grande peur qu'avaient les "clercs" du moyen âge, de voir leur savoir disséminé dans le public.

Dr Jacqueline Renaud

- Et comment pouvez-vous affirmer que Johnson en a pris depuis longtemps ? « Grâce à l'étude de ses métabolites. Voyez la hauteur du pic de stanozolol et celles, un peu plus loin sur la courbe, de ses différents métabolites de transformation. Il faut plusieurs semaines, voire plusieurs mois pour produire en telle quantité ces métabolites. »

- Mais il existe tellement de variations individuelles ! « Certainement, mais d'une part, on peut être sûr que Johnson n'a pas pris de médicament pouvant emballer ses enzymes de transformation des stéroïdes (ce qui aurait expliqué une si forte concentration du stanozolol), puisque l'on dispose de sa fiche de déclaration médicale. A moins — rassurez-nous — qu'il ait "oublié" de citer d'autres médicaments qu'il aurait pris ? D'autre part, le rapport entre la quantité de stanozolol détectée et celle de ses métabolites est fonction du temps. On pourrait situer assez exactement dans le temps la prise de dopant en faisant un simple calcul. »

Le reste appartient à l'histoire du sport.

On vient de voir comment la prise d'une hormone artificielle par un athlète peut à tout coup être détectée. Mais que se serait-il passé si le sportif en question avait pris une hormone naturelle au lieu d'une artificielle ? Etant donné la

maladresse et l'ignorance de ses conseillers, il est probable qu'il aurait été pris, car désormais, comme on va le voir ici, on détecte aussi les prises interdites d'hormones mâles, même d'origine naturelle comme la testostérone. Beaucoup d'experts pensent que l'admirable championne féminine du 100 mètres Florence Griffith est chargée de cette testostérone : elle présente une masculinisation caractéristique de ses caractères sexuels secondaires (voix, poils, cycle menstruel) et de sa musculature, mais les contrôles pour elle sont restés négatifs. Mieux conseillée que Ben Johnson, Florence a très bien pu se doper d'une manière plus astucieuse. Comme le prescrivent à leurs athlètes les entraîneurs des pays de l'Est, on aurait calculé pour elle, en fonction de son métabolisme hormonal individuel, la quantité de testostérone et le moment idéal de sa prise, pour qu'elle arrive aux Jeux gonflée à bloc sur le plan musculaire, mais qu'elle soit tout de même "propre" au moment du contrôle.

« Impossible, aurait alors sans doute répondu le Pr Park. Voyez ce pic n° X, il correspond à cette substance de référence ajoutée tout à l'heure à l'échantillon par mon assistant, pour servir d'échelon interne. Demandons à l'ordinateur de calculer la surface de ce pic d'échelon interne et de celui du stanozolol. Avec ces chiffres, l'ordinateur peut calculer pour nous la quantité de stanozolol prise par Johnson. » Il existe en effet un rapport entre cette surface et les quantités des substances qu'elles représentent. Comme la surface et la quantité de l'échelon interne sont connues, ainsi que la surface du pic stanozolol, il suffit d'appliquer une règle de trois pour connaître la quantité en question. « Voyez, cette quantité est déjà trop grande dans les urines pour que l'athlète ait pu la métaboliser en quelques heures, entre le moment où il l'aurait bue sur le stade, et l'instant du contrôle. » (Le Stanozolol reste stable dans les urines, dans les conditions de conservation du labo du CIO.)

C'est possible, mais c'est un jeu dangereux, auquel ne peuvent jouer que des endocrinologues "pointus" parfaitement au fait des nouveautés de la recherche en matière de détection. La moindre erreur de dosage ou de chronologie est aujourd'hui impitoyablement détectée. Les contrôleurs ont en effet les moyens de détecter même des injections d'hormones naturelles. Car il existe un équilibre hormonal dans un organisme ; ces injections d'hormones mâles se font le plus souvent en quantités pharmacologiquement efficaces ; et à ces doses la production de testostérone endogène (qui existe chez la femme comme chez l'homme) risque d'être perturbée. Le rapport entre l'hormone et ses métabolites, dans les urines, se modifie donc également, et l'on peut le détecter au spectromètre de masse. C'est pour cela que Ben Johnson aurait quand même sans doute été positif s'il avait eu l'idée de l'hormone mâle naturelle.

Certains voudraient à présent justifier le dopage hormonal par des arguments médicaux. Selon eux ce dopage serait une manière de réparer le déséquilibre hormonal dû à l'entraînement. C'est ne pas voir plus loin que le bout de son nez, quand on connaît les effets nocifs à long terme de ces hormones. Quand le Dr Bruno de Lignières prétend dans *Le Monde* du 29 septembre, que les athlètes de haut niveau ont un effondrement de leur production d'hormones surrénauliennes et testiculaires, il prend le risque d'être immédiatement contredit par les toxicologues. Le Dr Alain Gond, du laboratoire Biomed à Paris, a effectué depuis deux ans le suivi des athlètes de la fédération française d'athlétisme et des champions d'aviron. « Je n'ai jamais observé de cas d'effondrement ou même de diminution sensible des concentrations de testostérone ni avant, ni après une compétition importante, ni même avant la sélection olympique, pourtant "stressante", nous a-t-il affirmé. Ou alors je n'ai eu que des athlètes dopés. »

Alexandre de Mérode a affirmé que la commission médicale étudiait un nouveau système d'analyse toxicologique, qui permettra, entre autres, de détecter les auto-transfusions de sang que se font les athlètes italiens.

Il faut expliquer cette technique : elle consiste à prélever, peu de jours avant la compétition, le sang d'un athlète ayant fait un stage en altitude ; son corps s'est adapté en surproduisant des globules rouges pour compenser la raréfaction en oxygène de l'air qu'il respire. Juste avant la course, le médecin de l'équipe lui réinjecte ces globules rouges conservés au froid, pour améliorer encore sa consomma-

tion d'oxygène. La manœuvre est apparemment indétectable — elle est en tout cas réputée telle chez les athlètes —, car comment retrouver celles de ses cellules qui ont été réinjectedes ? Réponse : avec une autre machine de détection, c'est aujourd'hui possible.

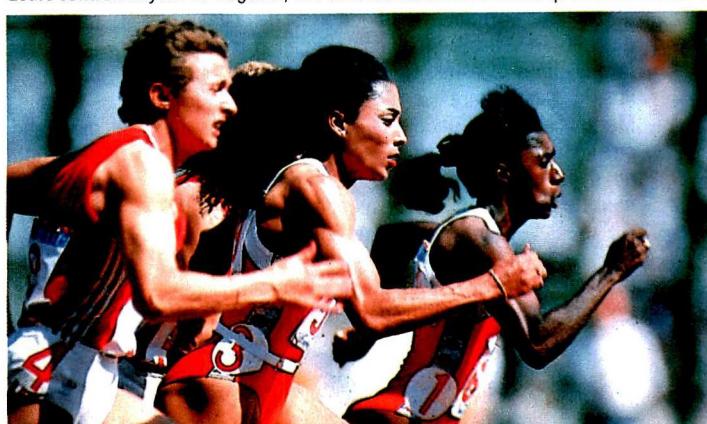
Il s'agirait d'un super-spectromètre de masse, dit à double secteur magnétique, qui est capable de détecter le rapport isotopique des atomes d'une molécule. Autrement dit, c'est un système de détection qui indique la présence des isotopes 12 et 13 du carbone dans une molécule ou un ensemble de molécules. Ainsi l'hémoglobine qui transporte l'oxygène dans les globules rouges prélevés puis auto-transfusés n'aurait pas le même rapport carbone 12/carbone 13 que les globules rouges normaux qui, eux, n'ont jamais quitté l'organisme du sportif. La découverte d'une modification de ce rapport pourrait suffrir aux contrôleurs comme élément de preuve indirecte, d'une auto-transfusion complètement indécelable par les méthodes classiques.

**Et l'anti-dopage de demain ?** Amphétamines, éphédrine, corticoïdes, bêta bloqueurs, stimulants respiratoires ou hormones naturelles se trouvant d'ores et déjà dans le collimateur des contrôleurs, les dopeurs peuvent espérer trouver dans les produits du génie génétique de nouvelles molécules "indécelables" : de l'érythropoïétine recombinante pour augmenter la production de globules rouges, des facteurs de croissance cellulaire pour remplacer les hormones androgéniques, de la transcartine pour libérer des hormones surrénauliennes, du facteur atrial natriurétique pour améliorer les performances du rein (en lieu et place des diurétiques ou du Probénécide décelé chez Pedro Delgado dans le Tour de France), et pourquoi pas des greffes de gènes humains codant pour des hormones, pour des protéines musculaires ou des neurotransmetteurs....

Qu'ils se rassurent : les médecins olympiques y ont pensé avant eux. Et développent actuellement les tests anti-dopage de demain. A suivre....lors des prochains Jeux.

**Jean-Michel Bader**

**Florence Griffith** et ses concurrentes du 100 m olympique présentent des signes de virilisation indiscutables : musculature, pilosité, aspect de la peau, gravité de la voix... Leurs contrôles ayant été négatifs, ont-elles été mieux conseillées que Ben Johnson ?



# LA GRANDE PESTE EXPLIQUÉE

*Si le biologiste suédois Roland Rosquist avait pu remonter le temps jusqu'à l'année 1350, il aurait peut-être pu éviter 50 millions de morts : il vient d'établir que la peste noire qui décima l'Europe était due à deux mutations du virus.*



Quand le bacille était dans la main de Dieu : La peste à Rome, par J.E. Delaunay.

PAR ALEXANDRE DOROZYNSKI

**V**ers 1340, la peste se répandit en Chine. De là, elle suivit les routes des caravanes jusqu'à la Crimée et Constantinople. En 1347, les Tartares, assiégeant le comptoir génois de Caffa, en Crimée, y catapultèrent des cadavres de pestiférés. Les Génois, contaminés, transmirent la maladie à Messine, Gênes et Venise. En quatre ans, la "peste noire" se répandit de Marseille à la Mer du Nord, de l'Angleterre à la Russie ; on estime qu'elle tua plus du quart de la population européenne, dépeuplant parfois des villes entières et entraînant de profonds bouleversements sociaux.

S'il est vrai que la "mort noire" du moyen âge nous est venue de Chine, comment était-elle arrivée là ? Pourquoi a-t-elle pris une soudaine extension ? Pourquoi, sans aucun traitement efficace, a-t-elle

disparu pour ne réapparaître que sporadiquement, jusqu'à la dernière pandémie qui prit naissance en Chine en 1894 et fit 12 millions de victimes, principalement en Inde ?

A ces questions qui ont longtemps intrigué les scientifiques et les historiens, des chercheurs suédois répondent par une hypothèse fondée sur l'étude du bacille de la peste par les méthodes de la microbiologie moderne : deux mutations, atteignant une petite partie du matériel génétique de ce bacille, auraient changé du tout au tout son pouvoir infectieux. Deux mutations, pour 50 millions de morts !

L'agent responsable de la peste a été isolé en 1891 par le biologiste français Alexandre Yersin. C'est un petit bacille de 2 à 3 micro-

mètres (millionièmes de mètre) de long, non mobile, appelé *Yersinia pestis*. La maladie existe à l'état endémique chez des rongeurs sauvages vivant en terrier ; elle est mortelle pour les rats. La contamination de rat à rat se fait par des puces, et c'est à l'occasion de la mort d'un rat près d'une habitation humaine que la puce du rat qui, normalement ne s'attaque pas à l'homme, le pique. La puce de l'homme prend alors la relève pour transmettre la maladie d'homme à homme. La peste se manifeste par une fièvre élevée, oscillante, souvent accompagnée de délire, d'hallucinations et de troubles digestifs intenses. Son signe caractéristique est un bubon, ganglion enflammé, généralement à l'aine ou au creux de l'aisselle, à l'endroit de l'inoculation de la maladie par la puce. Parfois le bubon s'ouvre seul et

le malade guérit, mais la plupart du temps, la victime meurt en quelques jours d'infection généralisée. Il existe une forme pulmonaire, causée par une inhalation massive de bacilles ; sans traitement, elle tue en quelques heures.

La peste, qui a bouleversé l'histoire de l'humanité, n'inquiète plus. L'endémie ne sévit que chez les rongeurs, à l'exclusion de l'Europe, et ces foyers sont surveillés. Dès qu'un cas humain est déclaré, l'Organisation mondiale de la santé met en branle un dispositif de sécurité : isolement et traitement du ou des malades par des antibiotiques, vaccination de la population menacée, désinfection et dératisation. Grâce à ces mesures, la maladie n'est plus un fléau qui menace le monde.

Mais les travaux que viennent de publier les chercheurs suédois indiquent donc que l'épidémie de peste noire qui a ravagé l'Europe ne fut pas seulement le résultat de la transmission fortuite du bacille de rongeurs sauvages au rat, mais des mutations évoquées plus haut.

Roland Rosquist et Mikael Skurnik, du département de microbiologie du Centre de recherches militaires à Umea, et Hans Wolf-Watz, de l'université de la même ville, ont réalisé leurs travaux sur *Yersina pseudotuberculosis*, tellement proche de *Yersinia pestis* qu'il est difficile de les distinguer. Chez le rat, l'infection par *Y. pseudotuberculosis* agit comme un vaccin, induisant l'immunité contre *Y. pestis*. Chez l'homme, *Y. pseudotuberculosis* est beaucoup moins virulente que *Y. pestis*.

La différence entre les deux bactéries réside dans deux protéines de surface, l'une dite Yop-1 (pour *Yersina Outer Protein*), l'autre "invasine", parce qu'elle intervient dans l'invasion des cellules de mammifères par la bactérie. Les chercheurs ont identifié les gènes qui commandent la synthèse de ces protéines, et constaté que des mutations de ces gènes modulent la virulence de la bactérie. Si l'on transfère le gène Yop-1 de *Y. pseudotuberculosis* à *Y. pestis*, cette dernière perd de son pouvoir infectieux. Si, au contraire, *Y. pseudotuberculosis* subit des mutations de ses gènes Yop-1 et invasine, elle devient hypervirulente.

Toutefois cette dernière bactérie possède un gène Yop A muté, qui ne diffère de l'original que par 15 paires de nucléotides. Cette infime mutation du "gène ancestral" a suffi pour que *Y. pestis* ne produise plus cette protéine pour que la bactérie devienne hypervirulente.

De telles mutations se seraient produites au début du XIV<sup>e</sup> siècle. Mais, à la longue, la mort des organismes infectés aurait amenuisé le "réservoir" de la bactérie mutante, menant à la disparition de l'épidémie. La bactérie *Y. pseudotuberculosis*, moins virulente mais invasive, a alors pu se répandre et survivre à l'état endémique. Cette hypothèse s'accorde avec l'idée que l'évolution favorise les

microorganismes pathogènes qui ne sont pas mortels ; ceux qui le sont finissent par une sorte de suicide collectif, car ils tuent les organismes qui leur permettent de se multiplier. Ainsi, la grande épidémie de peste noire au moyen âge aurait été suivie d'une diminution du nombre d'hôtes disponibles pour la bactérie (hôtes humains ou animaux), diminution qui aurait favorisé la survie des souches moins virulentes aux dépens des souches hypervirulentes.

Toutefois, la mutation n'explique pas toute seule l'épidémie. Il faut y avoir des conditions favorables pour que les souches mutantes et hypervirulentes se répandent dans la population humaine et animale. On les connaît mal. On suppose également que certains individus ont été protégés par une immunité naturelle. Point essentiel pour mieux comprendre ce qui rend virus et bactéries plus dangereux à certains moments, polio, grippe, choléra et, bien sûr, Sida.

Dans le même numéro de *Nature* qui publiait les travaux suédois, le Pr Richard E. Lenski, du département d'écologie et de biologie de l'évolution de l'Université de Californie, à Irvine, compare l'épidémie de peste du moyen âge, et celle du Sida. « Comment ce virus est-il devenu si virulent ? » se demande-t-il.

Là aussi, il semble que le virus a muté. On sait maintenant que le premier cas certain de Sida est beaucoup plus ancien que l'épidémie : on l'a enregistré (sans savoir ce que c'était) aux Etats-Unis en 1969. Puis d'autres cas apparurent aux Etats-Unis et à Haïti vers 1975 et l'on compte maintenant entre 5 et 10 millions de séropositifs.

Or, on a bien identifié deux variantes du virus du Sida HIV-1 et HIV-2 ; on essaie d'en définir les propriétés respectives. En septembre 88, Guido van der Groen, de l'Institut de médecine tropicale d'Anvers, a rapporté à une conférence organisée par les Instituts nationaux de la Santé (NIH) des Etats-Unis qu'il y aurait un troisième virus, HIV-3, qu'on n'a encore trouvé que chez deux personnes.

Une autre découverte de l'Institut Pasteur, montre qu'il y aurait une variante non pathogène ou peu pathogène du HIV-1. A première vue, ce virus semblait identique au HIV-1 ; puis on a identifié une mutation qui l'en différencie ; elle empêche l'expression des gènes qui commandent la synthèse de protéines virales, et freine ainsi la multiplication du virus. Est-ce celui-là qui représente l'étape entre l'"ancêtre" peu infectieux et le virus actuel, hypervirulent ?

On l'ignore ; mais Lenski pense qu'il est possible que la forte mortalité des individus atteints du Sida, ainsi que des changements de comportement, pourraient modifier de façon radicale les mécanismes de sélection qui commandent l'avenir de ce virus.

Alexandre Dorozynski

# UNE SOURIS-HOMME POUR COMBATTRE LE SIDA

*Grande première dans le domaine des greffes d'organes. Le patient est une souris ! Des chercheurs américains viennent de lui infliger une triple transplantation d'organes... humains. Le but : construire l'animal de laboratoire idéal pour tester les vaccins contre le SIDA.*

**L**es souris de laboratoire offrent depuis longtemps aux hommes le modèle dont ils ont besoin pour étudier leur propre fonctionnement. Mais ce modèle est loin d'être parfait, notamment pour l'analyse des défenses immunitaires. En effet l'immunité de chaque espèce, voire de chaque individu, a ses caractéristiques personnelles, qui lui permettent de reconnaître ses constituants propres, que les immunologues appellent le "soi" et de les distinguer des substances étrangères, le "non-soi". Les attaques dirigées contre le "non-soi" sont bénéfiques lorsqu'il s'agit de bactéries, de virus ou de parasites divers. Elles posent par contre des problèmes qui compliquent nettement les greffes d'organes.

La nécessité d'un modèle qui permette une analyse approfondie de notre système immunitaire devient très pressante depuis l'explosion de l'épidémie de SIDA. En effet le virus qui est responsable a la terrible propriété de s'installer au cœur même des défenses immunologiques, les réduisant à néant et laissant l'organisme en proie à l'invasion d'une multitude d'agents infectieux, dits opportunistes. Trouver un vaccin efficace, c'est donc apprendre au système immunitaire humain à se débarrasser du virus du SIDA avant que l'inverse ne se produise. Les vaccins classiques, analogues à ceux qui fonctionnent contre d'autres virus comme celui de la rage ou de la poliomyélite semblent, pour l'instant, inefficaces pour combattre le SIDA. Et si les techniques modernes du génie génétique permettent de produire facilement toutes sortes de vaccins, aucun système *in vitro*, c'est-à-dire fonctionnant dans un tube ou une boîte de Petri ne permet de tester leur efficacité réelle. L'utilisation d'un modèle animal est donc une nécessité vitale. Ce qui ne va pas sans problèmes. En effet, les singes, seuls animaux qui

présentent un SIDA lorsqu'ils sont infectés par un virus comparable à celui de l'homme, ne sont presque plus utilisés dans les laboratoires en raison de leur coût et des lois qui les protègent. L'autre alternative est l'expérimentation directe chez des volontaires humains, d'ailleurs en cours en Afrique et aux Etats-Unis. Mais en plus des problèmes éthiques, les expériences chez l'homme sont délicates et très longues à réaliser. L'analyse statistique des résultats ne peut être faite qu'après plusieurs années. On se doit en effet de dire à celui qui vient de recevoir un vaccin dont l'efficacité n'est pas prouvée, qu'il faut prendre toutes les précautions d'usage pour la prévention du SIDA (limiter le nombre de partenaires sexuels, utiliser les préservatifs de façon systématique) ; si le volontaire vacciné respecte formellement ces consignes, le test d'efficacité du vaccin n'a donc jamais lieu.

Au total, le problème majeur de la lutte contre le SIDA se résume en une phrase. Les souris ne sont pas assez humaines et réciproquement, les hommes ne sont pas des souris de laboratoire. Une solution : c'est la souris-homme.

La souris-homme existe, elle vient d'être créée dans deux laboratoires américains, (publications dans *Science* du 23 septembre et *Nature* du 15 septembre) ceux des Pr Weissman et Mosier. Bienvenue à ce nouvel animal dont le nom de baptême est : la SCID-humaine ou hu-SCID. L'idée des scientifiques est la suivante : il s'agit de greffer un système immunitaire humain à une souris. Sur une souris normale, une telle greffe est impossible pour deux raisons que les immunologues et les spécialistes des greffes ont observées depuis longtemps et qui reflètent la lutte de deux systèmes immunitaires mis en présence l'un de l'autre. La première c'est l'attaque portée par les défenses de l'hôte contre la

greffe, ce qui aboutit le plus souvent à la rejeter. La deuxième, c'est l'attaque portée de l'intérieur par les cellules greffées contre l'hôte, ce qui entraîne des troubles multiples qui peuvent aboutir à la mort dans les cas les plus graves. Chez l'homme, pour éviter le rejet d'une greffe d'organe, un niveau élevé de ressemblance entre donneur et receveur est nécessaire pour ce que l'on appelle les groupes tissulaires. Les groupes sanguins sont un exemple simple de groupe tissulaire concernant les globules rouges. Chacun sait qu'il faut en tenir compte lors d'une transfusion sanguine, qui n'est rien d'autre qu'une greffe de globules rouges. La définition détaillée des groupes tissulaires a été réalisée en France et a valu le prix Nobel au Pr Jean Dausset.

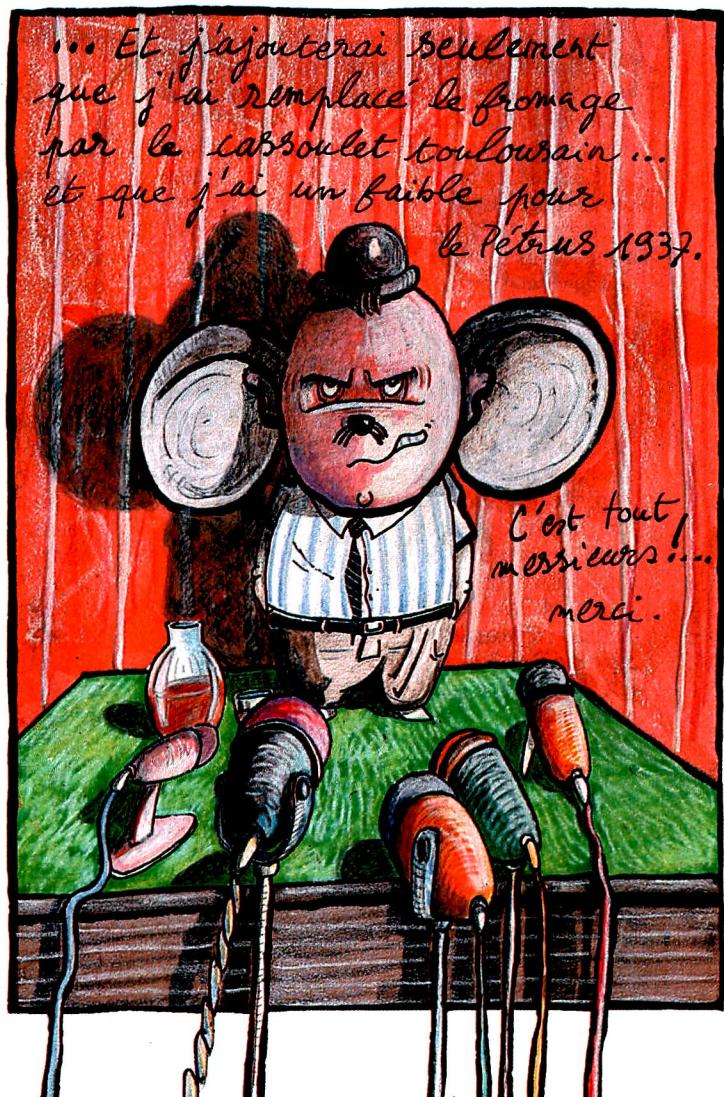
Bien entendu, les groupes de la souris et de l'homme n'ont rien à voir et, pour réussir une greffe, les chercheurs ont dû avoir recours à une lignée de souris dont le système immunitaire ne fonctionne absolument pas. Cette souris s'appelle SCID, nous l'avons dit, abréviation d'immunodéficience combinée sévère. L'Immunodéficience est dite combinée car ces souris ne possèdent ni ce qu'on appelle l'immunité humorale et qui repose sur l'activité des anticorps ou immunoglobulines, ni ce qu'on appelle l'immunité cellulaire et qui repose sur l'activité des cellules guerrières appelées lymphocytes.

L'immunodéficience SCID est congénitale, transmise des parents aux enfants, car elle est la conséquence d'une mutation. Les souris atteintes ont une courte espérance de vie ; la plupart d'entre elles succombent rapidement à des infections de toutes sortes si on ne les maintient pas sous antibiotiques ou dans une atmosphère protégée. Des mutations analogues existent chez l'homme et, de la même façon, les nouveaux-nés atteints doivent être placés sous une bulle.

Les scientifiques pensent que la mutation touche les gènes de la "VDJ recombinase". Ce système permet de synthétiser l'infinité de molécules différentes nécessaires pour arriver à neutraliser l'infinité de substances étrangères susceptibles d'envahir l'organisme. En effet, les gènes ne peuvent contenir l'information correspondant à une infinité de molécules. C'est le système de la VDJ recombinase qui est chargé de l'engendrer, en mélangeant

selon toutes les combinaisons possibles un petit nombre de gènes préexistants. En l'absence de ce système, les défenses immunitaires ne peuvent faire face à la diversité des envahisseurs et sont inefficaces : c'est vraisemblablement ce qui se passe chez les souris SCID, qui s'infectent avec une facilité déconcertante. Mais l'avantage, c'est qu'on peut leur greffer tout aussi facilement n'importe quel tissu étranger, même d'origine humaine.

Le deuxième problème, précédemment évoqué est celui de l'attaque du greffon contre l'hôte. Pour contourner cette difficulté qui devient majeure lorsqu'on désire greffer tout un système de défense immunitaire, l'équipe du Pr Weissman a décidé de greffer à la souris SCID des cellules de fœtus humain. En effet ces dernières n'ont pas encore appris à distinguer le "soi" et le "non-soi". Comme le poussin qui au sortir de l'oeuf voit la fermière et la prend



pour sa mère, les cellules foetales humaines transplantées précocement chez la souris apprendront à tolérer les organes de l'animal dont elles se croiront issues. La solution est parfaite sur le plan théorique. Elle présente quand même un inconvénient relatif : celui d'utiliser des fœtus humains. Même si ces fœtus sont les produits d'avortements légaux et que les mères ont donné leur consentement, les problèmes éthiques soulevés par ce type d'expérimentation sont ardemment discutés et les scientifiques américains craignent la mise en place d'une réglementation draconienne, voire même d'une interdiction, comme le désirent les hommes politiques de l'administration Reagan. Les responsables de la revue *Science* ont d'ailleurs reconnu avoir accéléré la publication des résultats obtenus avec les souris SCID pour influencer les débats en cours sur le problème des fœtus humains. Selon eux, ces expériences sont un excellent exemple de ce qui doit être autorisé : « Une utilisation des fœtus prudente et scientifiquement contrôlée qui permet de s'attaquer à de graves maladies. »

Alors que les travaux menés par le Pr Weissman fournissaient un argument de poids pour la poursuite des expériences sur les fœtus, ceux réalisés en Californie par la deuxième équipe, celle du Pr Mosier constituent involontairement une alternative.

Négligeant les problèmes de l'attaque du greffon contre l'hôte, l'équipe californienne s'est contentée de réinjecter à la souris les globules blancs d'un homme adulte, prélevés lors d'une prise de sang.

Bien entendu, cette solution est moins complète et les recherches doivent se poursuivre pour vérifier la qualité de la reconstruction du système immunitaire ainsi que la gravité de la réaction du greffon contre l'animal receveur. Pour l'instant les chercheurs californiens sont à la fois surpris et intéressés d'observer la tolérance de la greffe, mais aussi la grande fréquence des cancers qui se développent chez les souris ainsi "transfusées". Ce serait une grande surprise que le système immunitaire puisse être transféré de façon fonctionnelle à partir d'une simple prise de sang.

En effet, l'immunité chez les mammifères naît de l'interaction complexe de plusieurs types cellulaires qui résident dans pas moins de 5 organes : le foie, la moelle osseuse, la rate, les ganglions lymphatiques et le thymus. C'est dans le foie chez le fœtus, puis dans la moelle osseuse chez l'adulte que sont produites les cellules immunitaires. Ces cellules vont alors devoir choisir entre deux voies, celle de la lignée B responsable de la synthèse des anticorps, ou bien celle de la lignée T dont les cellules coordonneront l'ensemble des défenses ou attaqueront directement les antigènes envahisseurs. Au sortir du foie ou de la moelle osseuse, les cellules de la lignée T se distinguent en subissant un apprentissage supplémentaire au niveau du thymus.

Cet organe situé dans le thorax, derrière le sternum est très développé chez l'enfant et diminue avec l'âge. Ensuite, l'ensemble des cellules se déplace vers les organes lymphoïdes périphériques que sont les ganglions et la rate où elles attendront la surveillance des substances étrangères pour développer leur attaque en se déversant dans le sang.

La greffe d'un système immunitaire humain complet nécessite donc une greffe simultanée de foie foetal, de thymus, de rate et de ganglions lymphatiques. Ceci a donc été réalisé en injectant tout simplement les cellules foetales dans les vaisseaux sanguins ou dans le rein de la souris SCID.

Première bonne nouvelle, les souris peuvent se passer de bulle et d'antibiotiques et n'attrapent plus d'infections opportunistes. Les avis des deux équipes divergent ensuite quelque peu quant à la suite de l'analyse. Les chercheurs californiens qui ont simplement transfusé les lymphocytes d'une prise de sang ont pu vacciner leurs souris contre le tétonos et obtenir ainsi des immunoglobulines humaines antitétaniques chez les souris mais la plupart ont développé très rapidement un cancer. De son côté, l'équipe de Stanford n'obtient une immunité complète qu'après la triple greffe foetale : foie, thymus, ganglion, et n'observe pas le déclenchement de cancers.

Ces résultats préliminaires ouvrent des perspectives fascinantes et soulèvent un grand nombre de questions. La principale est : que se passera-t-il si on infecte ces souris-hommes avec le virus du SIDA, ce qui est seulement en train d'être réalisé ? Si le virus détruit comme l'on s'y attend l'immunité humaine qui a été greffée et renvoie les souris à leur état antérieur, on disposera enfin d'un système facile à utiliser pour la mise au point des thérapeutiques anti-virales et des vaccins.

Le Dr David Katz qui dirige l'Institut de biologie médicale californien où ont été réalisés ces greffes voit beaucoup plus loin : « Ce type d'expérience va rivaliser avec les greffes de gènes. Il élargit le champ des biotechnologies ». Si on suit l'idée du Dr Katz et qu'on constate l'ampleur de la révolution scientifique provoquée par la possibilité de greffer un gène humain dans une bactérie transformée ainsi en usine biologique, on peut imaginer que la greffe d'un organe humain à une souris, transformée ainsi en mini-laboratoire peut avoir un impact considérable.

Greffera-t-on un jour à une souris SCID des fragments de rein, de poumon ou même de cerveau provenant de fœtus humains ? Ces petites sur-souris et sous-hommes, dociles esclaves de la Science, soulèveront sans doute des problèmes éthiques complexes. Mais une utilisation sage de ces animaux chimériques pourrait bien permettre de détruire le virus du SIDA et de faire faire un bond à nos connaissances.

**Marcel Contig**

# Jusqu'où peut-on reculer les limites de la mémoire ?

## *Curieuse expérience dans un rapide*

Je montai dans le premier compartiment qui me parut vide, sans me douter qu'un compagnon invisible s'y trouvait déjà, dont la conversation passionnante devait me tenir éveillé jusqu'au matin.

Le train s'ébranla lentement. Je regardai les lumières de Stockholm s'éteindre peu à peu, puis je me roulai dans mes couvertures en attendant le sommeil ; j'aperçus alors en face de moi, sur la banquette, un livre laissé par un voyageur.

Je le pris machinalement et j'en parcourus les premières lignes : cinq minutes plus tard, je le lisais avec avidité comme le récit d'un ami qui me révélerait un trésor.

J'y apprenais, en effet, que tout le monde possède de la mémoire, une mémoire suffisante pour réaliser des prouesses fantastiques, mais que rares sont les personnes qui savent se servir de cette merveilleuse faculté. Il y était même expliqué à titre d'exemple, comment l'homme le moins doué peut retenir facilement, après une seule lecture attentive et pour toujours, des notions aussi compliquées que la liste des cent principales villes du monde avec le chiffre de leur population.

Il me parut invraisemblable d'arriver à caser dans ma pauvre tête de 40 ans ces énumérations interminables de chiffres, de dates, de villes et de souverains, qui avaient fait mon désespoir lorsque j'allais à l'école et que ma mémoire était toute fraîche, et je résolus de vérifier si ce que ce livre disait était bien exact.

Je tirai un indicateur de ma valise et je me mis à lire posément, de la manière prescrite, le nom des cent stations de chemin de fer qui séparent Stockholm de Trchörningsjö.

Je constatai qu'il me suffisait d'une seule lecture pour pouvoir réciter cette liste dans l'ordre dans lequel je l'avais lue, puis en sens inverse, c'est-à-dire en commençant par la fin. Je pouvais

même indiquer instantanément la position respective de n'importe quelle ville, par exemple énoncer quelle était la 27<sup>e</sup>, la 84<sup>e</sup> la 36<sup>e</sup>, tant leurs noms s'étaient gravés profondément dans mon cerveau.

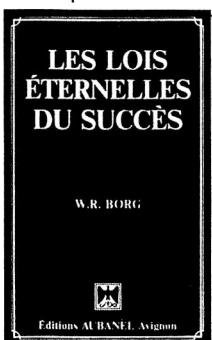
Je demeurai stupéfait d'avoir acquis un pouvoir aussi extraordinaire et je passai le reste de la nuit à tenter de nouvelles expériences, toutes plus compliquées les unes que les autres, sans arriver à trouver la limite de mes forces.

Bien entendu, je ne me bornai pas à ces exercices amusants et, dès le lendemain, j'utilisai d'une façon plus pratique ma connaissance des lois de l'esprit. Je pus ainsi retenir avec une incroyable facilité, mes lectures, les airs de musique que j'entendais, le nom et la physionomie des personnes qui venaient me voir, leur adresse, mes rendez-vous d'affaires, et même apprendre en quatre mois la langue anglaise.

Si j'ai obtenu dans la vie de la fortune et du bonheur en quantité suffisante, c'est à ce livre que je le dois, car il m'a révélé comment fonctionne mon cerveau.

Sans doute désirez-vous acquérir, vous aussi, cette puissance mentale qui est notre meilleur atout pour réussir dans l'existence : priez alors l'éditeur de vous envoyer le petit ouvrage écrit par W.R. Borg "les Lois Eternelles du Succès", en introduction à sa Méthode. Il est adressé à quiconque veut améliorer sa mémoire. Voici l'adresse : Méthode W.R. Borg, chez Aubanel, dpt 058 - 3, place St-Pierre - 84057 Avignon Cedex.

E. Dorlier



### BON GRATUIT

A remplir en **lettres majuscules** en donnant votre adresse permanente et à retourner à : Méthode W.R. Borg, chez Aubanel, dpt 058 - 3, place Saint-Pierre, 84057 Avignon Cedex, France, pour recevoir sans engagement de votre part et sous pli fermé "Les Lois Eternelles du Succès".

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

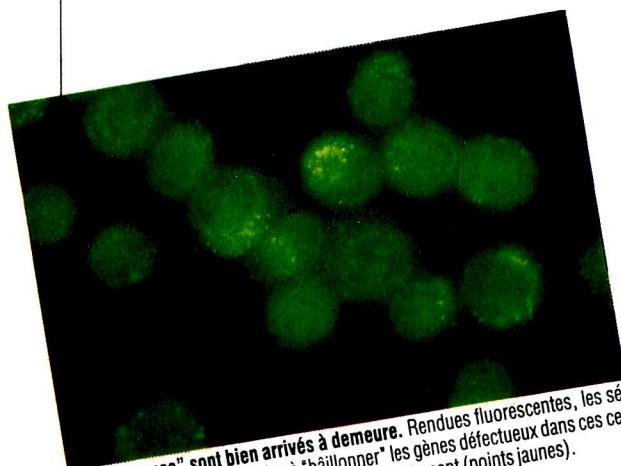
N° \_\_\_\_\_ Rue \_\_\_\_\_

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

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

Aucun démarcheur ne vous rendra visite

# LES MAUVAIS GÈNES ÉTOUFFÉS DANS L'ŒUF



*Les "masques" sont bien arrivés à demeure.* Rendues fluorescentes, les séquences d'anti-ADN destinées à "baillonner" les gènes défectueux dans ces cellules de singe cultivées *in vitro* apparaissent nettement (points jaunes).

*Il peut y avoir dans les cellules des gènes anormaux ou étrangers, responsables de nombreuses maladies. Jusqu'ici, il était impossible de les atteindre pour les neutraliser. Une équipe française vient de mettre au point une technique pour les bloquer à la source.*

**C**ontre des virus ou des cellules malades, cancéreuses par exemple, la médecine actuelle ne connaît qu'une stratégie : l'attaque de front, avec la chimiothérapie, les rayonnements ionisants, la chirurgie. Outils disproportionnés, car la cible réelle n'est pas l'ensemble de la cellule malade ou infectée, mais seuls les sites défectueux de l'ADN cellulaire, ou les acides nucléiques (ADN ou ARN) des virus, cibles extrêmement petites et jusqu'ici inaccessibles.

Une nouvelle stratégie, conçue par des équipes françaises<sup>(1)</sup> vise, elle, justement, le cœur de la machinerie génétique des cellules ou les virus à neutraliser. Comment ? En verrouillant, dans l'ADN, les messages codés des gènes qui commandent la fabrication des protéines nécessaires à l'entretien et à la prolifération des virus et des cellules cancéreuses. Dès lors les premiers ne peuvent plus se reproduire et disparaissent, et les secondes redeviennent normales, car "rectifiées". Un rapide voyage au sein de l'ADN est nécessaire pour percevoir l'intérêt de ces travaux.

Cellule saine, cellule cancéreuse, virus, tous ont besoin de différentes protéines pour leur croissance, leur entretien et leur reproduction. L'ADN, ou acide désoxyribonucléique, est une très longue molécule logée dans le noyau de chaque cellule. Pour mieux imaginer l'ADN, on peut se le représenter comme une très longue échelle torsadée ; chacun

des deux montants étant une succession de nucléotides, constitués de sucres, de phosphates et de bases, ces dernières étant de quatre sortes : adénine, cytosine, guanine, thymine, le plus souvent représentées par leur initiales A, C, G, T (les quatre "lettres" de l'"alphabet génétique"). Chaque barreau de l'échelle relie un nucléotide d'un montant à son vis-à-vis du montant opposé, par appariement de leurs bases. Cet appariement suit toujours le principe de complémentarité des bases : à une base A sur un des montants fait toujours face une base T sur l'autre montant, la même loi étant vraie pour les bases C et G. Ainsi, à une succession de bases telle que G-C-C-T-A-A-G-T-T sur un brin de la double hélice, correspondra, base pour base, la succession C-G-G-A-T-T-C-A-A sur l'autre brin. L'agencement des paires de bases le long de l'ADN est spécifique d'un individu, c'est son patrimoine génétique propre (chez les humains, il est réparti sur 23 paires de longs filaments appelés chromosomes, ce nombre étant spécifique de l'espèce humaine). Il comporte des tronçons plus ou moins longs, les gènes (quelques dizaines de milliers chez l'homme), qui commandent chacun la fabrication d'une protéine donnée.

En résumé, les choses se passent ainsi : dans le noyau de la cellule, l'information portée par un gène donné (morceau d'ADN) est recopiée sur une

sorte de calque, un brin d'ARNmessager (de son nom : acide ribonucléique), qui passe ensuite dans le cytoplasme cellulaire. Là, de petits organites appelés ribosomes prennent connaissance des bases qui se succèdent sur l'ARNm. A chaque groupe de trois bases, ou triplet (trois "lettres", qui font un "mot" du message génétique) correspond un type d'acide aminé. Ainsi, au fur et à mesure qu'un ribosome avance dans sa "lecture", les acides aminés sont accolés les uns à la suite des autres dans l'ordre des triplets de l'ARNm, jusqu'à former la protéine dont le code était porté par le gène de départ. Les ribosomes se succèdent ainsi sur l'ARNm, et la cellule produit plusieurs exemplaires de la protéine.

**D'où vient alors le mal ?** Nous venons de voir que chaque gène renferme le code de fabrication d'une protéine donnée : l'une sera une enzyme digestive, l'autre interviendra dans la transmission de l'influx nerveux, une autre encore sera l'insuline indispensable au métabolisme du sucre, etc. Il est évident que les gènes n'expriment pas tous en permanence les protéines dont ils portent le message. N'entrent en jeu que ceux qui sont nécessaires aux besoins ou aux fonctions cellulaires du moment, besoins ou fonctions qui déclenchent la lecture du gène correspondant. Dans la cellule cancéreuse, une partie des gènes, donc de l'ADN qui les constitue, a été accidentellement altérée, provoquant une prolifération anarchique de cette cellule (parce que la ou les protéines qui régulent la reproduction cellulaire ne sont plus fabriquées correctement par les cellules), ce qui est, comme on sait, très préjudiciable à l'organisme.

Lorsqu'une cellule est infectée par un virus, ce dernier, ne pouvant se reproduire par ses propres moyens, détourne la machinerie cellulaire et lui fait fabriquer ses propres constituants, protéines et acides nucléiques vitaux. Répliqués à plusieurs exemplaires, les virus vont attaquer d'autres cellules, et ainsi de suite.

Deux stratégies sont possibles pour interdire la reproduction des cellules anormales ou des virus : soit empêcher les ribosomes de la cellule de traduire l'information nuisible portée par l'ARNm ; soit, mieux encore, intervenir en amont et empêcher cette information d'être transcrise sur l'ARNm.

**Première stratégie : empêcher les ribosomes de traduire l'information nuisible.** L'astuce consiste à masquer une partie de l'ARNm défectueux pour le rendre illisible. Pour ce faire, il faut d'abord connaître une séquence de bases de l'ARNm défectueux, puis d'en fabriquer une copie complémentaire, ou anti-ARNm. Lorsque cet anti-ARNm est mis en présence de l'ARNm, il y reconnaît la séquence qui lui est complémentaire et s'y accole. Résultat : arrivant à la partie "masquée" de l'ARNm, les ribosomes sont bloqués dans leur "lecture" et ne peuvent assembler la protéine nocive.

(1) Thérèse Montenay-Garestier, Trung Le Doan, Tula Saison, Jiansheng Sun, Jean-Christophe François, Loïc Perrouault, Christian Cezeawale, Nadine Lareau, Masashi Takasugi, Jean-Jacques Toulmé, Claude Hélène, (Laboratoire de biophysique du Muséum national d'histoire naturelle - INSERM U 201-CNRS UA 481, Paris) ; Ulysse Asseline, Marcel Chassignol, Victoria Roig, Nguyen Thanh Thuong (Centre de biophysique moléculaire du CNRS, Orléans).

## COMMENT SUPPRIMER UNE PROTÉINE DÉFECTUEUSE ?

### 1. En aval : bloquer la lecture de sa "notice d'assemblage".

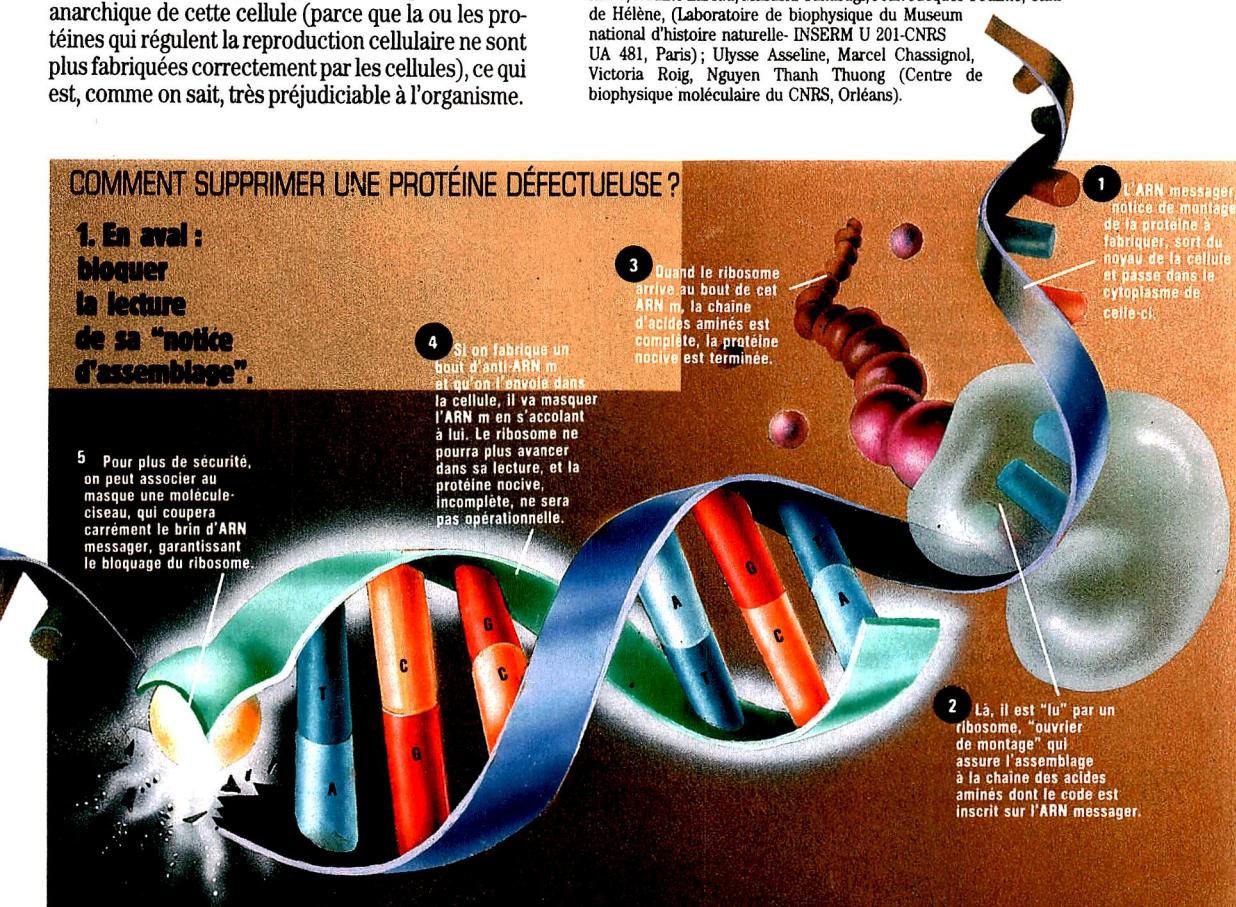
5 Pour plus de sécurité, on peut associer au masque une molécule-ciseau, qui coupera carrément le brin d'ARN messager, garantissant le blocage du ribosome.

4 Si on fabrique un bout d'anti-ARN m et qu'on l'envoie dans la cellule, il va masquer l'ARN m en s'accrochant à lui. Le ribosome ne pourra plus avancer dans sa lecture, et la protéine nocive, incomplète, ne sera pas opérationnelle.

3 Quand le ribosome arrive au bout de cet ARN m, la chaîne d'acides aminés est complète, la protéine nocive est terminée.

2 Là, il est "lu" par un ribosome, "ouvrant de montage" qui assure l'assemblage à la chaîne des acides aminés dont le code est inscrit sur l'ARN messager.

1 L'ARN messager, notice de montage de la protéine à fabriquer, sort du noyau de la cellule et passe dans le cytoplasme de celle-ci.



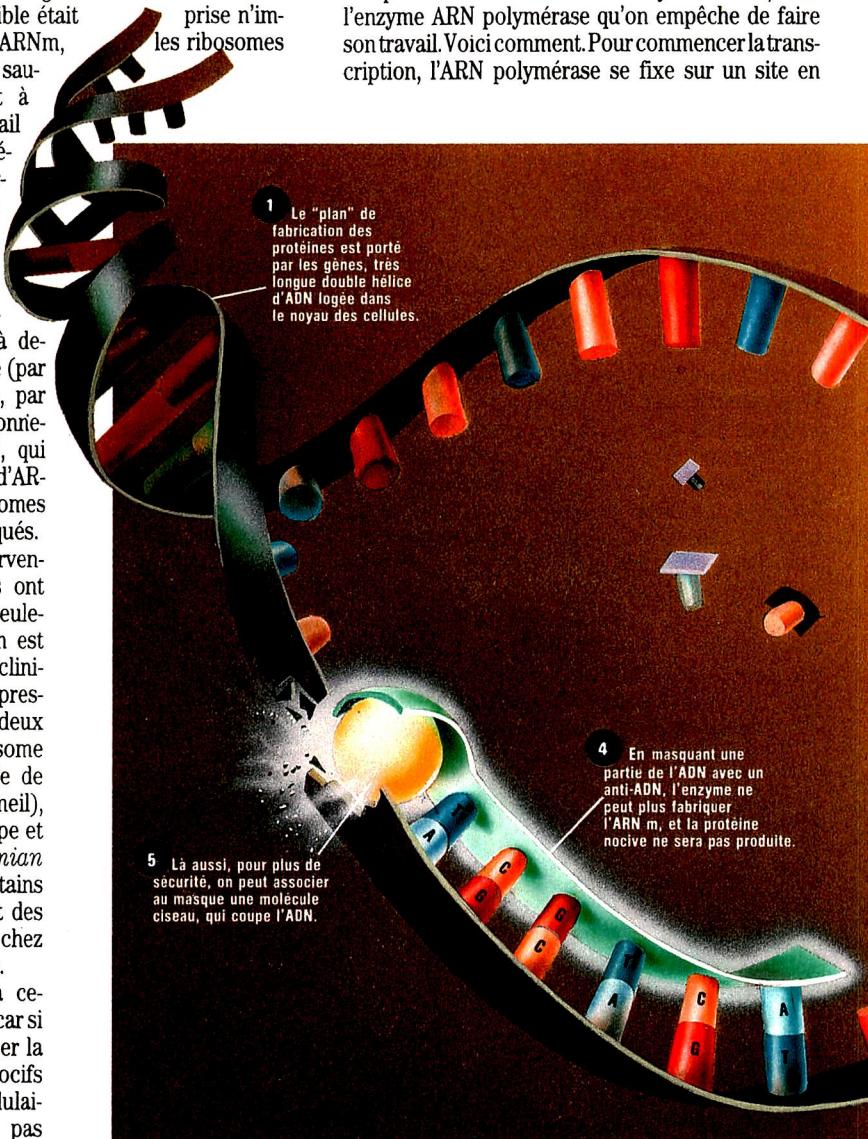
Voilà pour le principe. En fait, les choses sont moins simples. Tout d'abord, il faut bien "viser". En effet, pour plus de sûreté, il vaut mieux fabriquer un anti-ARNm bien précis, celui qui correspond à la séquence du début du gène. Car on a constaté que si la séquence-cible était prise n'importe où sur le brin d'ARNm, parvenaient à faire sauter le "masque" et à poursuivre leur travail aux conséquences néfastes. Mais les chercheurs ont trouvé la parade : ils associent des "ciseaux" biologiques à l'anti-ARNm. Lorsque celui-ci arrive à demeure, on déclenche (par un additif chimique, par exemple) le fonctionnement des "ciseaux", qui coupent le ruban d'ARNm. Là, les ribosomes sont bel et bien bloqués.

Par ce type d'intervention, les chercheurs ont déjà réussi — mais seulement *in vitro*, et on est encore loin du stade clinique — à bloquer l'expression des ARNm de deux espèces de trypanosome (parasite responsable de la maladie du sommeil), du virus A de la grippe et du virus SV 40 (*Simian Virus*), isolé chez certains singes et provoquant des tumeurs malignes chez d'autres mammifères.

Cette technique a cependant ses limites ; car si elle permet de bloquer la lecture des ARNm nocifs par la machinerie cellulaire, elle n'empêche pas qu'ils soient produits au départ. Autrement dit, tout traitement éventuel par des anti-ARNm ne pourrait qu'entrainer des rémissions temporaires mais pas de guérison définitive.

**Seconde stratégie : empêcher les messages des gènes nocifs d'être transcrits en ARNm.** Là aussi on utilise le "masquage" et les "ciseaux" biologiques, mais on intervient à la source du mal : ce sont les gènes défectueux eux-mêmes, c'est-à-dire l'ADN, qui sont "baillonnés" et ne peuvent plus s'exprimer. La maniè-

re de procéder est semblable dans son principe à celle utilisée dans la première stratégie : un anti-ADN est fabriqué, fait d'une séquence de bases complémentaires à l'ADN ; l'anti-ADN reconnaît sur l'ADN les bases complémentaires des siennes et s'y accole. Ici, c'est l'enzyme ARN polymérase qu'on empêche de faire son travail. Voici comment. Pour commencer la transcription, l'ARN polymérase se fixe sur un site en



amont du gène (appelé promoteur) en écartant les deux brins de la double hélice d'ADN sur une longueur d'une douzaine de paires de bases, puis se met à recopier l'un des deux brins en ARNm. En masquant cette séquence d'ADN par un anti-ADN, on bloque cette transcription. Donc, pas d'ARNm, et pas de protéine défectueuse. Là aussi, il faut bien viser cette cible unique et de taille réduite. Partout ailleurs, les deux brins de l'ADN sont bien appariés et n'offrent

guère de prise à un troisième brin, celui de l'anti-ADN.

Partout, sauf, heureusement, à certains endroits. Les chercheurs ont en effet constaté que si l'on fabriquait l'anti-ADN en partant de portions d'ADN comportant de longues séquences de bases exclusivement de type A et G (dites bases puriques) sur un brin ou de type T et C (dites pyrimidiques) sur le brin complémentaire, l'anti-ADN se liait sans pro-

ARNm déjà abordés ou les anti-ARN que nous verrons plus loin. S'ils sont trop courts, la séquence de leurs bases ne sera pas assez spécifique et ils risqueront alors de trouver une séquence complémentaire ailleurs, sur des gènes normaux qu'on n'avait pas l'intention de neutraliser. En revanche, une séquence trop longue aura du mal à pénétrer dans la cellule que l'on veut soigner. En général, le compromis s'établit autour de séquences de 12 à 20 bases.

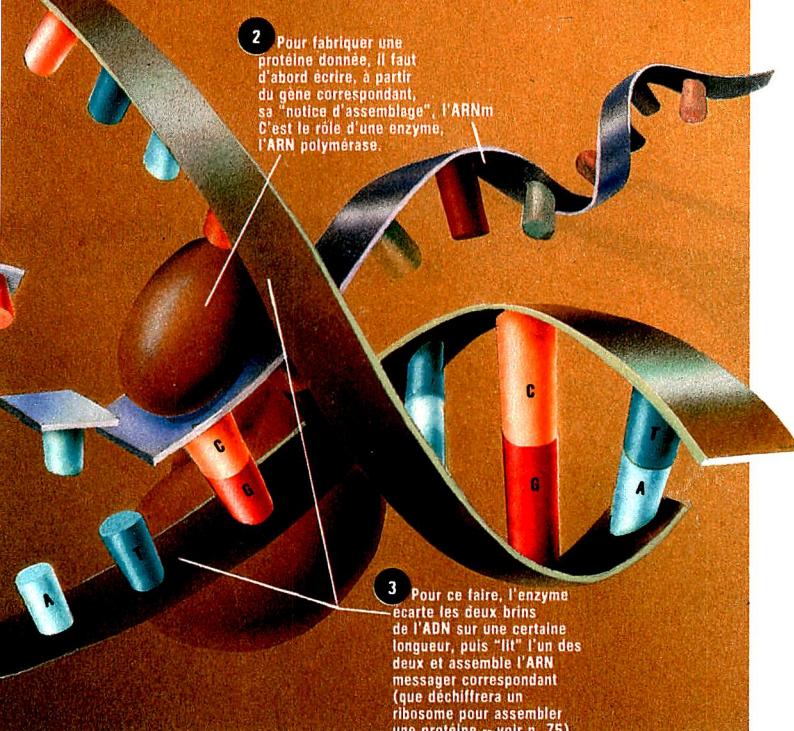
Comme dans la première stratégie, on peut associer des "ciseaux" à l'anti-ADN pour en faire une arme beaucoup plus sûre. Quoi qu'il en soit, si le gène défectueux ne peut plus s'exprimer, les protéines nocives ne sont plus fabriquées et la cellule est guérie.

Pour attaquer des cellules cancéreuses, par exemple, on intervient au niveau des oncogènes, qui sont les gènes responsables de la cancérisation des cellules. Ces gènes ne sont pas naturellement causes de cancer : ils sont devenus "oncogènes" (du grec *onkos*, tumeur) par suite d'un dommage génétique (2), ou d'un dérèglement de leur fonctionnement. Lorsque la protéine responsable de la multiplication anarchique n'est plus fabriquée, les cellules reviennent à leur état normal.

Lorsqu'il s'agit de neutraliser des virus pathogènes, la deuxième stratégie revient à les attaquer eux-mêmes et non à bloquer simplement l'ARNm viral (1<sup>re</sup> stratégie, ci-dessus) qu'ils auront fait fabriquer

## COMMENT SUPPRIMER UNE PROTÉINE DÉFECTUEUSE ?

### 2. A la source : détruire son plan de fabrication.

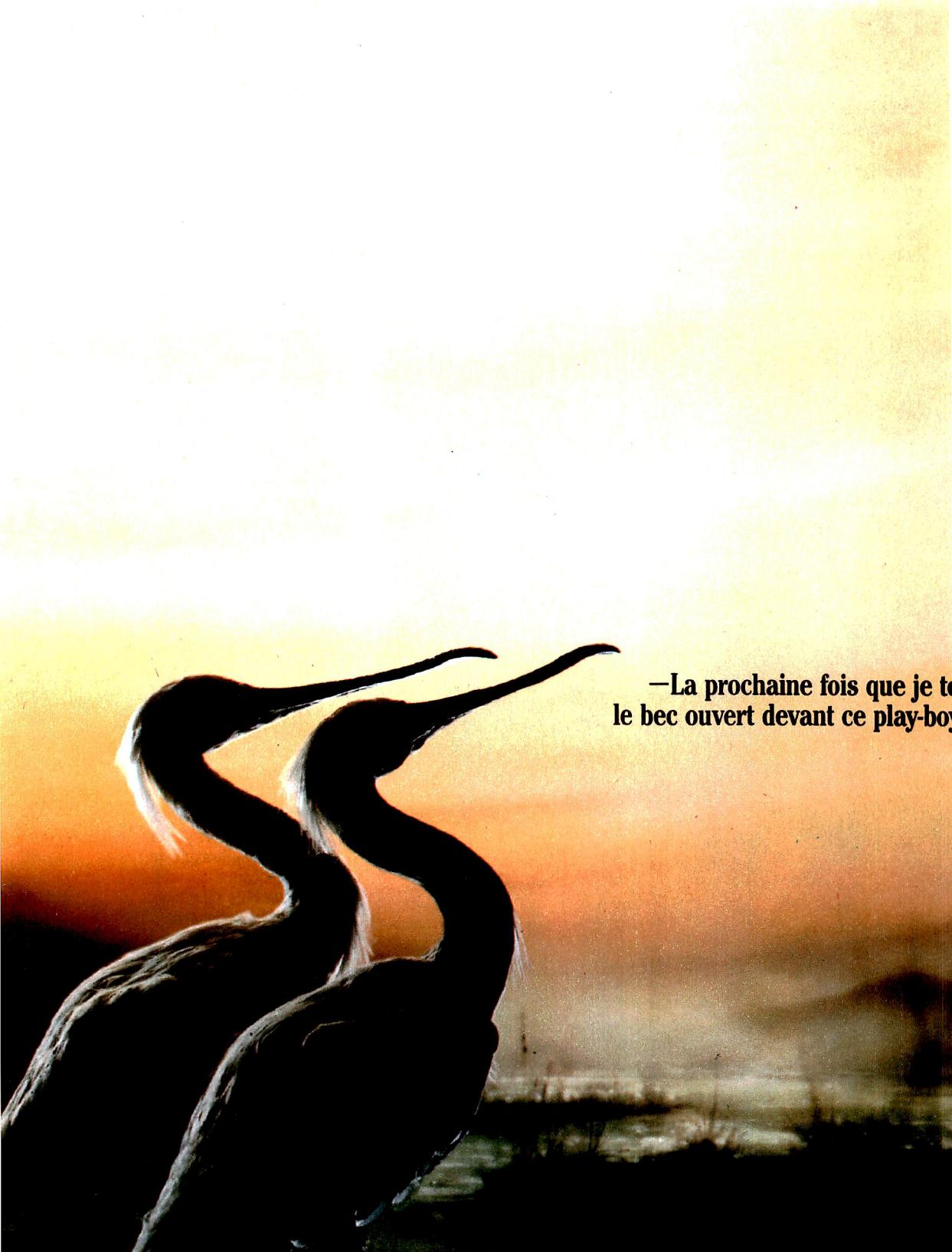


blème à la double hélice d'ADN, formant une triple hélice. Ils ont aussi remarqué que de telles séquences se trouvaient surtout en amont du gène, au niveau du système régulateur, dans la région du promoteur. Plus nombreuses et quelquefois plus longues, ces séquences constituent des cibles plus faciles que le promoteur lui-même.

La question de la longueur se pose d'ailleurs de la même façon pour les anti-ADN que pour les anti-

par les cellules qu'ils ont parasitées. Le principe de l'attaque est le même : "masquage" plus "ciseaux" biologiques. Si l'information génétique est portée par un ADN, comme c'est le cas du virus SV40 déjà cité, le "masque" sera de l'anti-ADN, qui a donné des résultats positifs *in vitro* avec ce même SV40. Si l'acide nucléique est de l'ARN, comme chez les virus de la grippe

(2) Voir *Science & Vie* n° 853, octobre 1988, "Gènes du cancer contre gènes anti-cancer".



**—La prochaine fois que je te  
le bec ouvert devant ce play-boy**

"C'EST PLUS FORT QUE MOI, IL ME FASCINE, CET OISEAU-LÀ. JE N'AI JAMAIS RIEN VU VOLER. REGARDE UN PEU CETTE TECHNOLOGIE, ET CE CONFORT... CA DÉPASSE L'ENTENDEMENT. CHEZ AIR INTER, ET VIS-À-VIS DE L'EUROPE AUSSI. ALORS AU LIEU DE MIGRER, PR

Surprends  
l'Airbus A-320, je migre.

E PLUS MODERNE AU MONDE.  
T. AH ! ILS PEUVENT ÊTRE FIERS,  
DS-EN PLUTÔT DE LA GRAINE".

**AIR INTER**

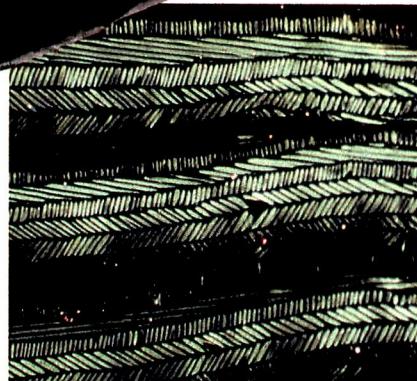


# ÉCAILLES : UNE HISTOIRE DE 400 000 000 ANS

*Entre les carapaces recouvrant les premiers vertébrés marins, épaisse plaques osseuses, et les écailles parfois minuscules ou même inexistantes des poissons pélagiques actuels, 400 millions d'années se sont écoulées.*

*Plus que des caprices de l'évolution, ces mutations correspondent à une adaptation au milieu marin.*

*Grosses écailles = sécurité.  
Peau lisse = vitesse.*



Cette structure en contre-plaqué est une coupe d'écaille de coelacanthe (ci-dessus) observée en lumière polarisée. Chaque couche est formée de paquets de fibrilles de collagène parallèles entre eux, mais l'orientation de ces paquets varie cependant d'une couche à l'autre. Une structure, propre aux Osteichthyens et qui renforce la souplesse des écailles.



Quatre ères géologiques ont été mises à profit par la nature pour permettre aux poissons d'occuper toute la colonne d'eau, des abysses de plus de 11 000 m de profondeur dans les grandes fosses océaniques, jusqu'aux étendues d'eau douce les plus élevées, environ 3 800 m au-dessus du niveau de la mer pour le lac Titicaca.

La modification de la peau, qui va dans le sens général d'un allègement, a donc permis aux poissons de se rendre autonomes par rapport au fond des mers. Victoria Burdak, de l'Institut de Kiev (URSS), vient de publier sur le sujet une étude originale<sup>(1)</sup>. Se limitant aux différents types de structure des téguments, elle explique la formidable adaptabilité de l'organisme tout entier. Bien sûr, cette seule transformation de la peau s'est associée à d'autres modifications biologiques et physiologiques pour permettre au poisson d'être poisson.

Quelles que soient les variétés, cette barrière sensible et interface d'échanges que représente la peau a plusieurs fonctions : d'abord la protection de l'organisme contre les agressions mécaniques extérieures (chocs et frottements). Ces productions cutanées que sont les écailles ont donc été tout de suite

un "vêtement de sécurité", au même titre que les plumes pour les oiseaux ou les poils pour les mammifères. Puis elles se sont transformées peu à peu de deux manières opposées, soit pour maintenir cette fonction de protection chez les poissons de fond, soit pour favoriser un déplacement rapide chez les poissons pélagiques.

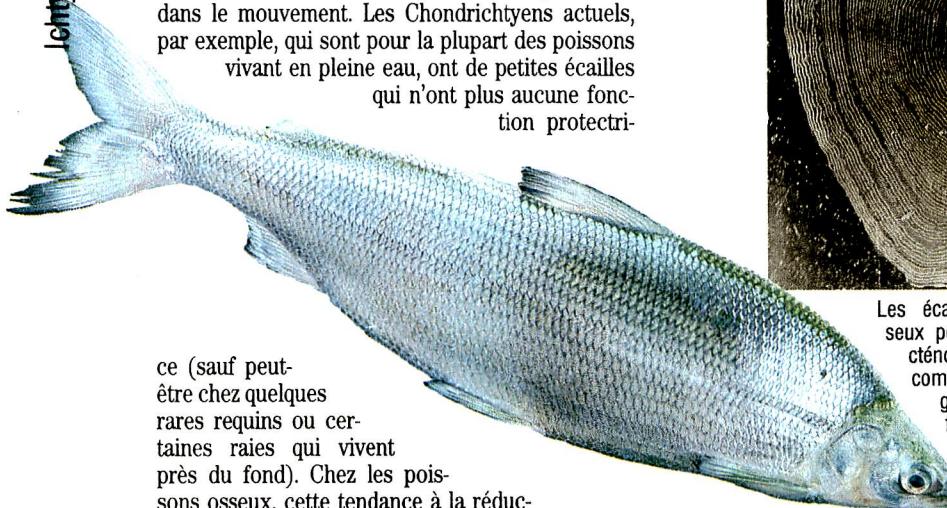
Pour les poissons qui vivent à proximité du fond (benthiques), une protection est indispensable, les occasions d'égratignures et de plaies étant fréquentes : qu'ils trouvent refuge dans des failles rocheuses, qu'ils fouillent le sol à la recherche de nourriture ou qu'ils creusent des abris, les aspérités du fond les menacent sans cesse. Ainsi, des ancêtres des Ostéichtyens (ou poissons osseux), dont les premiers fossiles datent du Silurien (milieu de l'ère primaire) et qui, par leur habitat, étaient attachés au fond des océans. Ils possédaient des carapaces faites d'un bloc couvrant souvent le corps de la tête à la queue, le crâne étant protégé par des os dermiques, véritables boucliers céphaliques.

Bien que les ancêtres des Chondrichtyens (ou poissons cartilagineux) n'aient pas été retrouvés, les paléontologistes supposent, d'après les premières formes connues, que leurs mouvements devaient être également entravés par de telles "armures". Mais peu leur importait : une galerie bien étroite assurait parfaitement leur défense, tout en les dispensant de la fuite.

Petit à petit, les os dermiques du crâne et les

(1) Victoria Burdak, *Morphologie fonctionnelle du tégument écaillé des poissons*, Cybium, volume 10 (suppl. 3), 1986.

cuirasses monolithiques ont régressé au profit d'une colonne vertébrale de plus en plus spécialisée dans le mouvement. Les Chondrichtyens actuels, par exemple, qui sont pour la plupart des poissons vivant en pleine eau, ont de petites écailles qui n'ont plus aucune fonction protectrice.

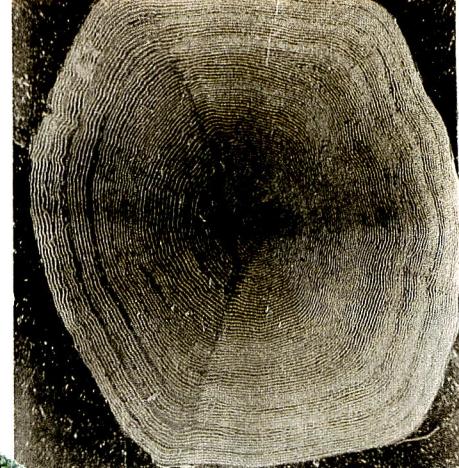


ce (sauf peut-être chez quelques rares requins ou certaines raies qui vivent près du fond). Chez les poissons osseux, cette tendance à la réduction de l'épaisseur des écailles apparaît déjà chez les formes fossiles, qui changent de milieu, donc de mode de vie.

D'autres transformations se produisent dans la morphologie générale du corps, l'acquisition d'une certaine vitesse nécessitant la présence d'un système de propulsion efficace. La flexion du corps va devenir le moteur principal, et la queue, auparavant assymétrique avec une partie supérieure très développée favorisant les contacts avec le fond, prend une forme symétrique qui permet les mouvements aussi bien vers le haut que vers le bas. De ce point de vue, il est révélateur que la disparition des cuirasses s'établisse de l'arrière du corps vers l'avant, libérant en premier lieu la région d'où part le mouvement. Ensuite apparaissent sur le corps du poisson des carènes ventrales ou des nageoires escamotables qui affinent l'hydrodynamisme.

Plus tard, chez certains poissons, et pour la seconde fois au cours de l'évolution, la fonction protectrice des écailles se réaffirmera. Mais elle n'a rien de comparable avec le squelette des formes fossiles ou des rares espèces actuelles rescapées de la disparition comme le poisson dipneuste, ce curieux fossile vivant qui résiste à l'assèchement des lacs africains grâce à un embryon de poumon. Bardé de ses cinq couches d'écailles, c'est un bel exemple de persévérance, puisqu'il n'a pas changé depuis l'ère secondaire. Tout comme le coelacanthe, avec ses écailles épineuses et souples.

Tous ces poissons actuels, chez lesquels les écailles constituent des espèces de "corselets" renforcés, sont des animaux vivant à proximité du fond. Citons notamment les "poissons-soldats" (*Holocentridae*), porteurs de grossières écailles très épaisses, imbriquées de manière à assurer une couche protectrice de quatre à cinq épaisseurs et armées



Les écailles des poissons osseux peuvent être cycloïdes ou cénoïdes. Les premières, comme celles de la Coregone (ci-contre), ont une forme générale ronde, avec un bord postérieur (partie gauche de la photo) sans...

#### d'épines

qui renforcent leur solidité. Autre espèce : les Balistes, dont les larges écailles étroitement ajustées recouvrent tout l'animal, et dont seules les nageoires restent utilisables pour la locomotion, la flexion de leur corps étant impossible.

Les Diodons, les Triodons et les Tétrodons se gonflent d'air aussitôt effrayés ainsi leurs piquants deviennent perpendiculaires et les plaques écailleuses se transforment alors en une arme infaillible. Les "poissons-couteaux" (*Centrididae*), eux, protégés par une armure de petites plaques transparentes, se glissent entre les piquants des oursins diadèmes. Et les syngnathes, dont les hippocampes font partie, ont tout le corps ceint d'anneaux isolés, très légers, qui leur autorisent une certaine mobilité.

A contrario, chez les poissons pélagiques actuels, les écailles ont totalement abandonné la fonction défensive. Pour acquérir, selon Burdak, une nouvelle spécialisation. Le revêtement écailleux prend une fonction hydrodynamique pour permettre une pénétration optimale du corps dans l'eau.

Car pour "sauver sa peau", un poisson pélagique qui vit en pleine eau doit nager vite, très vite. Pour cela, ses écailles se sont donc allégées et leur nombre a diminué. En effet, les cottes de mailles en tous genres sont totalement inappropriées à l'acquisition de la vitesse. Le poisson qui veut s'affranchir du fond doit véritablement "changer de peau". Pour devenir de plus en plus compétitif, il doit associer, à de meilleures performances de nage, une moindre dépense d'énergie. Il faut donc limiter toute turbulence qui se créerait sur son passage, car un corps se déplaçant dans un régime turbulent subit des frottements importants, entraînant une grande perte d'énergie. Si le poisson se déplace en régime laminaire, l'avance-

ment est plus aisément étudiée. En soufflerie, où l'aérodynamique des formes, on utilise des filtres à petites mailles pour transformer en écoulement laminaire le puissant souffle d'air pulsé qui provient des ventilateurs, turbulent à l'origine.

Or, il est frappant de constater que sur les écailles des poissons nageurs se développent de petits reliefs qui ont un rôle analogue à celui des filtres de ces souffleries : orientées longitudinalement par rapport au corps du poisson, ces protubérances "peignent" en quelque sorte les filets d'eau s'écoulant le long des flancs, annulant ainsi les tourbillons qui se créent.

Plus le poisson est adapté à la nage rapide, plus l'écailler est caractérisée par de telles structures. C'est le cas du thon, des barracudas ou des maquereaux, excellents nageurs. Mais aussi de poissons cartilagineux comme le requin

... cténis (piquant). Par contre les secondes, comme celles de la sole (ci-dessous), possèdent de nombreux cténis. Ceux-ci renforcent l'accrochement de l'écailler mais jouent aussi un rôle hydrodynamique : ils contrôlent l'écoulement de l'eau le long des flancs, favorisant ainsi le déplacement du poisson. Sur les deux types d'écailler, on remarque les lignes concentriques de croissance.

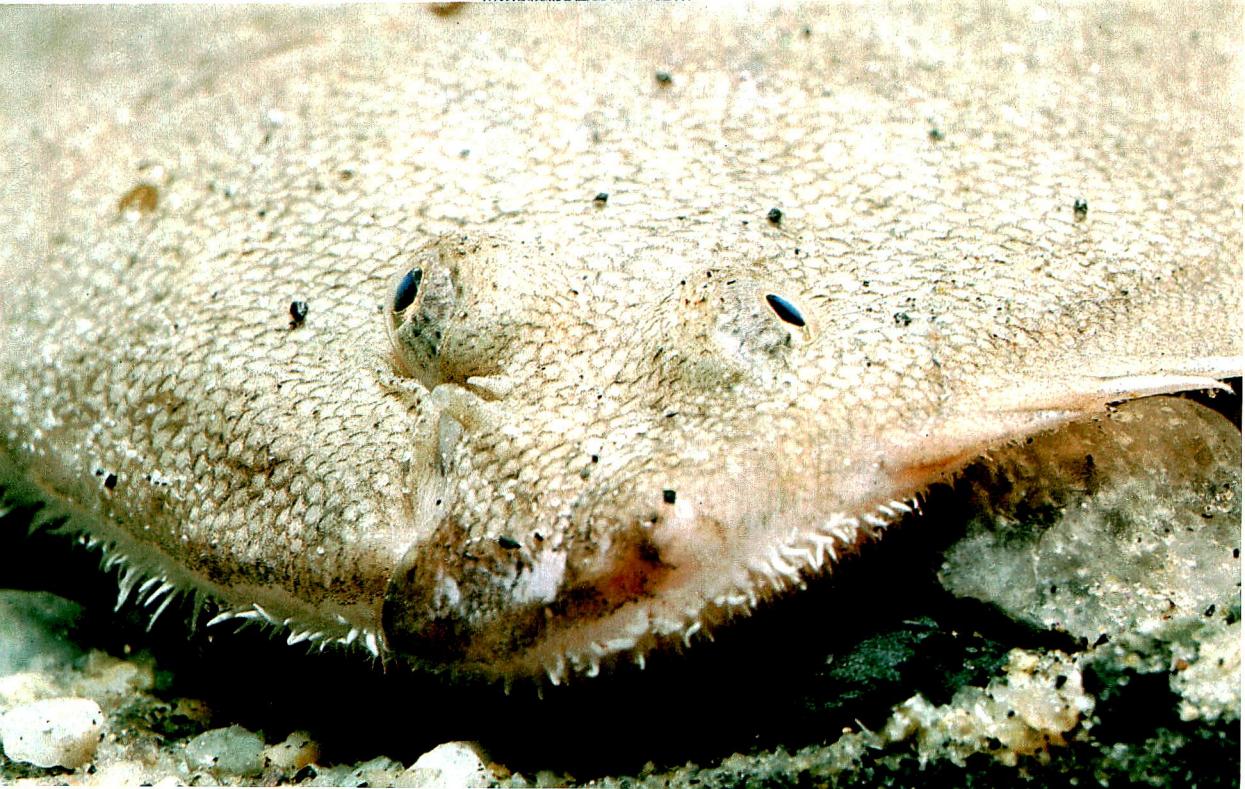
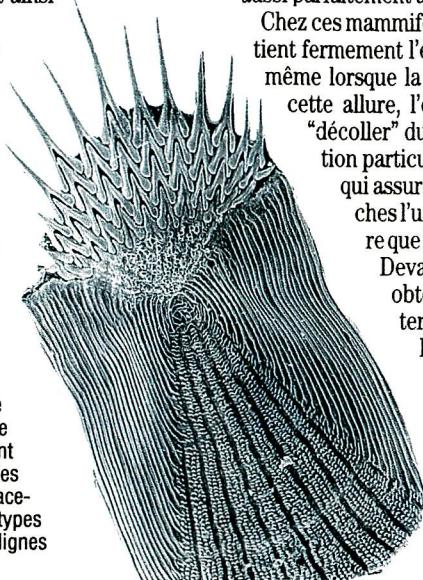
marteau ou le requin bleu, qui possèdent des écailles larges supportant une multitude de crêtes alignées qui jouent efficacement le rôle de filtre. Chez d'autres espèces, mais dans la même ligne évolutive, on remarque que les écailles sont de plus en plus petites, pour permettre une grande souplesse du corps. L'écailler des Carangidés, par exemple, n'est plus qu'un épine longue et étroite. Celle-ci allant jusqu'à disparaître totalement chez l'espadon, le plus rapide des poissons pélagiques (40 à 60 noeuds) : son tégument finit par ressembler à celui des cétacés, eux aussi parfaitement adaptés aux grandes vitesses.

Chez ces mammifères marins, une structure maintient fermement l'épiderme en place sur le derme, même lorsque la vitesse atteint 40 noeuds. Or à cette allure, l'épiderme aurait tendance à se "décoller" du derme. C'est donc une disposition particulière du derme et de l'épiderme qui assure une cohésion parfaite des couches l'une sur l'autre, de la même manière que le feraient des boutons pression.

Devant cette efficacité de la nature à obtenir l'effet désiré, on ne peut rester que perplexe et émerveillé.

Les architectes navals, eux, ont déjà essayé d'imiter la nature pour réaliser ce type de revêtement, afin d'obtenir des performances de vitesse extraordinaires.

**Claudine Chesnel**



# DES ESPÈCES SOUS SURVEILLANCE

*L'excès de publicité et les passions mêlées aux intérêts peuvent nuire aux tentatives de réacclimatation de certaines espèces animales. On a beaucoup parlé du lynx, à ce propos. Mais il n'y a pas que lui...*

**F**aut-il ou non introduire des animaux sauvages dans un milieu qu'ils n'occupent pas ou les réintroduire dans un milieu qu'ils n'occupent plus ? Telle est la question qui se pose au moment où, après l'acclimatation du lynx, il est question d'enrichir encore notre patrimoine zoologique.

La présence d'une cinquantaine de lynx dans le Jura a déclenché une vive polémique. C'est que ce félin moucheté à la dent dure : dans le courant de l'été, un seul animal a tué dans un enclos 43 moutons. Valeur marchande : 43 000 F. L'éleveur a été indemnisé par le *World Wildlife Fund* (WWF), mais une bouffée de colère a saisi la région. Un autre éleveur, excédé, a fait justice lui-même ; il a abattu dans la montagne du Bugey une femelle de 19 kg et l'a déposée devant la gendarmerie. Du fait de la loi de 1979 protégeant les espèces en voie de disparition, il encourt une peine de prison. Et contrairement à ce qui se passe pour des espèces réputées nuisibles, comme le renard, il est impossible dans l'état actuel de la législation, de contrôler ces animaux venus de Suisse.

Mieux : le lynx fait actuellement l'objet, dans les Vosges cette fois, d'une réacclimatation orchestrée par tous les médias. Le WWF et le ministère de l'Environnement financent l'achat des félins (entre 6 000 et 7 000 F pièce) venus de Tchécoslovaquie et l'Office national de la chasse (ONC) prend en charge leur suivi par radio, ainsi que le salaire de Véronique Herrenschmidt, l'ingénieur chargé du contrôle de l'opération.

Cette jeune femme, titulaire d'une thèse en écologie, a d'abord

trois ans, étudié avec la collaboration de l'INRA les carnivores de la forêt de Dourdan, avant de se passionner pour le projet. « Le lynx, *Felis lynx lynx*, explique-t-elle, a les dimensions d'un chevreuil ou d'un chien-loup avec une hauteur au garrot de l'ordre de 0,75 m pour une longueur totale de 1,10 m. Son poids varie de 15 à 30 kg. C'est un individualiste qui, en dehors de la période de rut (février-mars), vit en solitaire et qui, dans les Vosges, se nourrit essentiellement de chevreuils. Le prélevement des lynx est d'environ 2 % de la population existante



sur leur territoire de chasse, alors que la mortalité naturelle est de l'ordre de 5 %.

Quatorze lynx ont déjà été relâchés dans les Vosges depuis mai 1983. Cinq sont morts (Boric, Diane, Alex, Elisa, Sixty). Un autre animal (Eddy), trop habitué à la présence humaine, a été repris. Compte tenu de la perte de certains émetteurs, six animaux vivraient actuellement dans le Haut-Rhin. Le domaine vital de chaque individu qui peut atteindre 500 000 ha est exploité par zones successives dont les surfaces varient entre 2 000 et 7 000 ha. Les lynx des Vosges se nourrissent effectivement de chevreuils. Ils les attaquent au niveau du cou, consomment les gigots et les épaules et dissimulent ensuite les charognes sous des branches et des feuilles mortes. Pour mieux appréhender l'impact de la pré-dation, une population de chevreuils a été suivie sur une zone d'étude de 4 000 ha

(près de Sainte-Marie-aux-Mines). Résultat : entre 1985 et 1986 le taux d'accroissement des petits cervidés est semblable pour les deux années (environ 25 % par an).

Pour plus de précision, on sait qu'une femelle de lynx présente sur ce territoire préleve au maximum un chevreuil pour 1 000 ha par an. Constatations rassurantes, mais qui ne font pourtant pas l'unanimité. Les chasseurs en particulier, auxquels on a pratiquement imposé le lynx (alors que c'est eux qui assurent une partie du financement !) bougonnent. « Nous admettons sa présence, mais nous faisons deux remarques : d'abord on aurait peut-être pu consacrer les sommes engagées à la préservation d'espèces menacées comme le grand coq de bruyère ; ensuite, l'impact médiatique de cet animal est tel qu'on finit par perdre toute objectivité sur l'intérêt réel de sa présence », dit Marc Jurd, président de la Fédération des chasseurs du Haut-Rhin.

Les attaques de moutons dans l'Ain montrent, en tout cas, que l'homme ne peut pas tout prévoir. Décrit comme un félin "inoffensif" pour le bétail, le lynx est sorti des schémas scientifiques. « Comportement aberrant d'un individu sans doute isolé » remarque Véronique Hirschmidt, qui propose des solutions "douces" : installation de colliers anti-lynx sur le cou des moutons et, éventuellement, reprise du prédateur "aberrant". Mais cet expert reconnaît elle-même que les lynx pourraient, à terme, poser un problème et qu'il faudrait alors les contrôler d'une manière peut-être plus brutale...

Mais le lynx n'est pas le seul nouveau venu de la faune française. Le *Sylvilagus florianus*, un mini-lièvre venu de Floride, prolifère également au nez et à la barbe des autorités qui, après bien des atermoiements, viennent de l'interdire. Il faut savoir en effet que le sylvilagus est un vecteur de la tularémie, une maladie qui décime notre lièvre autochtone. Le sylvilagus transmet ce virus par ses excréments et ses puces. Le dernier Conseil national de la faune sauvage a refusé de lui donner un statut de "gibier" ce qui revient à interdire son élevage et les "lâchers".

Nous suivons donc les Italiens qui, après avoir tenté l'aventure, en sont revenus.



Les partisans du sylvilagus font valoir que cet animal a d'immenses avantages. « En particulier, note Denis Thomé, un éleveur de la région parisienne, il n'est pas sensible à la myxomatose qui décime le lapin de garenne. » Et cet éleveur dont les installations produisent mille petits par an, ajoute : « Le sylvilagus est certes un vecteur de maladies, mais pas plus que la plupart des autres mammifères. »

Ange ou démon, l'animal s'est en tout cas implanté sur notre territoire à l'issue de lâchers discrets, et on voit mal comment les forces de l'ordre pourraient aller sur le terrain récupérer "le corps du délit".

Le vent de l'acclimatation souffle fort en ce moment : il est aussi question d'introduire ou de développer dans les eaux françaises l'écrevisse américaine, le huchon et l'amour !

Originaire d'Europe centrale, l'écrevisse "à pantes rouges", *Astacus astacus*, chère aux gourmets, vivait autrefois dans les eaux calmes et profondes des grandes rivières et même sur le fond vaseux des étangs. On la trouvait en France dans le bassin de la Seine, dans celui du Rhin et dans tout le nord et l'est de notre pays (grossièrement au nord d'une ligne Abbeville-Colmar). La "patte blanche", *Austropotamobius*, fréquentait les eaux fraîches et rapides. Enfin, une troisième variété, l'écrevisse des torrents, *Austropotamobius torrentium*, peuplait les cours d'eau de l'Isère et de la Savoie. Il ne reste à peu près



Certains ont fait valoir que ce mini-lièvre venu de Floride est insensible à la myxomatose, d'autres qu'il apporte la tularémie qui décime notre propre lièvre. Une implantation controversée et finalement interdite.

rien de ce savoureux patrimoine : la peste des écrevisses, due à un champignon parasite, l'a ravagé.

C'est la raison pour laquelle certains scientifiques songent à réintroduire *Pacifastacus leniusculus*, ou "Pattes rouges américaine", que la grande majorité

des spécialistes américains considèrent comme la plus voisine de notre "patte rouge" nationale. Les Suédois l'ont acclimatée avec succès dans les années soixante, et cette espèce est aujourd'hui péchée et exploitée commercialement dans tout le pays. D'autres pays, Autriche, Allemagne, Finlande, URSS, Grande-Bretagne, Luxembourg, ont suivi le même chemin.

En France, le Dr Pierre Affre, un vétérinaire spécialiste de l'ichtyologie ne tarit pas d'éloges sur cette nouvelle espèce. « La preuve a été faite dans tous les pays européens qu'elle ne représente aucun danger pour la vie aquatique. Comme le déficit de notre balance commerciale "écrevisses" a été de 34 millions de francs l'an dernier, je ne vois pas pourquoi nous nous priverions de cette chance. »

Toutefois, le Conseil supérieur de la pêche (CSP) ne partage pas cet avis. S'appuyant sur le décret n° 85-1189 du 8 novembre 1985, cette instance a fait classer *Pacifastacus* sur la liste des espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques et a interdit son introduction dans les eaux visées à l'article 413 du code rural. Toute infraction peut être sanctionnée par une amende de 2 000 à 60 000 F. Mais, paradoxalement, un autre texte constate la présence de cette écrevisse dans nos eaux. Mystères administratifs... Au CSP, on explique cette valse-hésitation par le fait que l'écrevisse américaine, sans être, elle, sensible à la peste des écrevisses, peut héberger le champignon. « Une espèce exogène peut parfaitement accélérer le cycle d'un parasite. C'est le cas du sandre, un poisson venu de l'Est qui, en hébergeant le vecteur de la bucéphalose, a contribué à l'anéantissement de populations entières de poissons blancs », explique Michel Holl, ingénieur agronome du service technique du CSP.

Si la polémique sévit encore sur *Pacifastacus*, les points de vue semblent plus sereins en ce qui concerne le huchon, *Hucho hucho* et les amours blancs et argentés, *Ctenopharyngodon idella*, et *Hypophthalmichthys molitrix*. Originaire du bassin du Danube, le huchon, encore appelé "saumon du Danube", est un prédateur qui s'installe sur les zones à barbeaux et à ombres. Très vorace, il s'attaque essentiellement aux cyprins dont les populations ont connu dans les eaux françaises un développement excessif. L'objectif de certaines associations de pêche est double : éliminer sur les cours d'eau de première catégorie les poissons blancs excédentaires ; renforcer leur activité en mettant à la disposition des pêcheurs sportifs un magnifique salmonidé. Il faut savoir que ces associations consacrent chaque année 20 milliards de centimes au déversement de truites de pisciculture dont les trois quarts meurent sans profit pour personne. En outre, ces lâchers de viande à pêcheurs sont nocifs pour les souches locales de truites "fario". L'acclimation du huchon pourrait donc améliorer le capital halieutique français, même s'il est illusoire de pen-



ser que sa présence mettra fin aux funestes lâchers.

Quant aux amours, plus connus sous l'appellation de carpes chinoises, ce sont des faucardeurs écologiques. L'amour blanc peut quotidiennement consommer jusqu'à 150 % de son poids en herbe. L'amour argenté, lui, est un "filtreur". Il ne consomme que les algues unicellulaires du phytoplancton et fertilise l'étang par ses déjections. Ce sont des poissons énormes. Le record allemand pour l'amour argenté s'élève à 74 livres ! Les amours grandissent deux fois plus vite que la carpe et leur chair est meilleure que celle de leur cousine. Selon la réglementation actuelle, les amours ne sont pas susceptibles de dégrader le milieu mais leur acquisition demeure soumise à autorisation.

Que penser de tous ces projets ? D'abord que ce sont souvent des considérations économiques qui poussent l'homme à vouloir réintroduire des espèces nouvelles. Si le lynx a été importé pour

L'incertitude demeure sur l'introduction de l'écrevisse "Pattes rouges" américaine. Mais maîtrise-t-on toujours les "mouvements" de population animale ? Non, "notre" tourterelle est une émigrée clandestine turque.

tenter une expérience écologique, ce sont les chasseurs qui ont fait venir le *sylvilagus*. Et, nous l'avons vu, l'importation de *Pacifastacus*, du huchon et des amours correspond à un besoin économique : élevage ou repeuplement.

Toute réacclimatation est délicate dans la mesure où on ne sait jamais comment va réagir le milieu au contact du nouvel arrivant. Le hotu, le poisson-chat, la perche-soleil n'ont certainement pas enrichi nos eaux et se sont développés au détriment d'espèces autochtones plus intéressantes. Enfin, l'homme est parfois impuissant à contrôler les caprices de la nature. Certaines espèces exogènes s'implantent naturellement. C'est le cas de la tourterelle turque, inconnue en France avant la Deuxième Guerre mondiale et qui roucoule maintenant dans tous les villages. C'est le cas aussi — et tout récemment — de l'énorme silure glane, *Silurus glanis*, dont un fort beau spécimen a été pris dans la Seine.

La réglementation a donc ses limites. Et on voit mal comment un texte pourrait entraver le développement naturel de ce géant, entre autres.

Eric Joly





# OCEANIC, UNE VIDEO D'AVANCE

*A l'ère de la technologie digitale, téléviseurs et magnétoscopes se transforment et offrent aux utilisateurs de nouvelles possibilités d'exploitations jusqu'ici réservées aux studios professionnels.*

**O**CENIC commercialise un nouveau magnétoscope «VR 7600» VHS HQ, dont les performances techniques, offertes au grand public, sont les plus poussées du marché, et pourtant, son utilisation reste très simple. Tous les effets spéciaux (incruster, arrêt de l'image, zoom, effets stroboscopiques, effets artistiques, etc.) ont la même origine : le stockage numérique des images, quelle que soit leur provenance - bande vidéo - télévision - caméra vidéo - etc.

## TV SCAN appelé MOSAÏQUE TV

Cette fonction permet de visualiser les 32 chaînes mémorisables par page de 9 images séquentielles (soit 9 chaînes TV en même temps). Au lieu de «zapper» au hasard, le téléspectateur peut choisir très facilement son programme.

## Incrustation image dans l'image

La petite image incrustée à votre gré dans l'un des quatre coins de l'écran permet de regarder un film vidéo en surveillant le programme d'une chaîne TV. On peut aussi, à l'aide d'une caméra vidéo, surveiller une chambre d'enfant ou l'entrée du jardin. Il suffit d'appuyer sur une touche pour inverser les images entre le grand écran et la fenêtre.

## Effet stroboscopique

Cet effet est réalisable sur une image plein écran ou sur une mosaïque de 9 images. Pour le second cas, il



IMAGE DANS L'IMAGE



EFFET STROBOSCOPIQUE



SOLARISATION

se présente sous la forme d'une image centrale animée, autour de laquelle s'articulent 8 images arrêtées, chacune étant tour à tour remise à jour selon la vitesse souhaitée. La cadence de l'échantillonage d'images, réglable de 0,2 à 2 secondes par les touches + et -, permet de décomposer un mouvement pour mieux le comprendre. Les sportifs sauront tirer bénéfice de ce stroboscope.

## Effets artistiques

Cristallisation, solarisation, la technique numérique du VR 7600 offre des effets vidéo qui intéresseront tous les passionnés du caméscope, mais aussi tous ceux qui aiment jouer avec les images TV. Les touches + et - de la télécommande permettent d'accentuer ou réduire, selon trois niveaux, l'importance de ces effets.

L'effet cristallisation, aussi appelé «pixellisation», ou encore effet mosaïque (à ne pas confondre avec la mosaïque 9 images), consiste à étendre à toute la surface d'un carré les caractéristiques couleur d'un point. S'il y a par exemple 300 points par ligne et que vous choisissez une cristallisation de 6 fois le point (en dimension), le processeur prendra le premier point qui, initialement, durait 64/300 µs, soit 0,21 µs approximativement et va le maintenir six fois plus de temps, soit 1,28 µs. A la ligne TV suivante, on reprendra ce point et ainsi de suite sur x lignes jusqu'à la réalisation d'un carré.



## Zoom

Il donne la possibilité d'agrandir 4, 9... ou même 16 fois la partie centrale de l'écran. Mieux encore, on peut agrandir 4 fois le quart d'image situé dans chacun des angles. Roland Garros livrera pour vous tous ses secrets. Vous saurez si la balle de Yannick est sur la ligne ou non.

## Mais ce n'est pas tout

En plus des fonctions «régie vidéo» décrites plus haut (qui peuvent bien entendu être enregistrées par un second magnétoscope), le VR 7600 d'OCÉANIC présente tout une série d'atouts précieux :

## Recherche de séquences enregistrées

Trois moyens permettent de retrouver la ou les séquences sélectionnées d'une bande et de déclencher la lecture :

- le compteur en temps réel (c'est-à-dire la durée de lecture depuis le début de la bande)
- l'indexage
- l'adressage

## Générique visuel du contenu de la bande vidéo

Le système de repérage par index consiste pour l'utilisateur à marquer la bande par un signal «invisibile» au début de chaque séquence qui l'intéresse. Ces index permettent la recherche rapide des séquences, mais aussi de constituer une sorte de tableau des matières en images de la bande : le magnétoscope explore en avance rapide la bande vidéo ; chaque fois qu'il rencontre un index, il lit cinq secondes de la séquence et mémorise une image. Au 9<sup>e</sup> index, sur l'écran restent affichés les 9 images mémorisées. Puis le cycle se poursuit aux 10<sup>e</sup>, 11<sup>e</sup>, 12<sup>e</sup> index, etc.

## Télécommande à infrarouge avec affichage à cristaux liquides pour les programmations.

Il est désormais possible de préparer ses programmations dans la télécommande même en dehors de chez soi. Toutes les données importantes (date, heure de début, etc.) sont affichées et mémorisées dans la télécommande. Ensuite à son retour, par simple pression sur une touche, la totalité de ces informations est transférée au magnétoscope.

## «Canal + de fonctions»

Le magnétoscope «VR 7600» d'OCÉANIC est livré avec 2 prises pénétré-télévision, dont une spécifique Canal +, qui rend possibles toutes les figures d'enregistrement de Canal +.

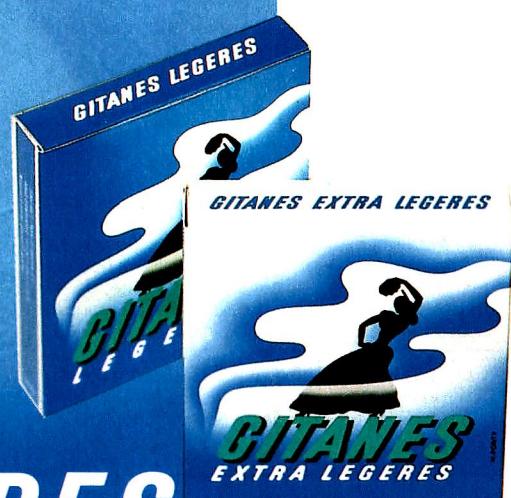
Il est donc tout à fait possible d'enregistrer un autre programme en regardant Canal +. De même, pour regarder cette chaîne, il n'est pas nécessaire que le magnétoscope soit en fonctionnement.

## Caractéristiques spécifiques

- Télécommande à infrarouge programmable avec affichage LCD.
  - Qualité d'image VHS HQ (haute qualité) SECAM.
  - Tuner interbande 32 sélections à synthèse de tension permettant la réception des émissions par réseaux câblés.
  - Série de fonctions automatiques, comme la mise en marche lors de l'insertion de la cassette, le rembobinage automatique à la fin de la bande, la lecture automatique des cassettes avec sécurité contre l'enregistrement, système interdisant l'effacement involontaire.
  - Horloge pour 6 programmes sur 1 an.
  - Affichage de la longueur disponible sur la bande.
  - Compteur en temps réel.
  - Traitement digital des fonctions (ralenti variable, arrêt sur image, avance image par image, accéléré x 2).
  - Circuit relais maintenant les programmations en cas de coupure de courant (environ 1 heure).
  - 2 prises pénétré-télévision dont une spécifique Canal +.
- Dimensions : L. 420 x H. 89 x P. 350 mm - Poids : 7,5 kg.

HDM

**LEGERES**  
**EXTRA LEGERES**



# ECHOS DE LA RECHERCHE

ELECTRONIQUE

## Le Projet P415 ou les "plombiers" du ciel

*Les "civils" de ces temps-ci sont sans doute des privilégiés : ils peuvent encore donner des coups de fil à longue distance ou intercontinentaux vraiment privés, sauf exceptions bien connues.*

A en croire, en effet, un article de notre confrère britannique *The New Statesman*, les Américains, les Anglais et le reste des Européens de l'ouest préparent la mise en place du plus grand système de surveillance électronique non seulement jamais réalisé, mais encore jamais conçu. Paradoxalement, l'Australie, le Japon et même la Chine seront affiliés à ce réseau.

Celui-ci, défini par le Projet P415 qui a été récemment soumis au Congrès américain pour approbation, mais en séance secrète, permettra à toutes les agences qui y sont affiliées de suivre et d'analyser toutes les télécommunications privées qui s'effectuent par satellites. Ce ne sont, en principe, que les télécommunications qui seraient surveillées, mais une récente affaire rapportée par le *The New Statesman* a permis de savoir que l'on peut déjà écouter grâce à ce réseau les communications domestiques, dont un très grand nombre, comme on sait, s'effectuent par relais hertziens. Il devient donc possible de capter les signaux qui s'échangent d'un relais à l'autre.

Bien que les Européens et certains pays d'Asie et d'Océanie soient appelés à contribuer au coût de sa mise en oeuvre, qui s'élève à plusieurs milliards de dollars, le réseau sera pourtant dirigé par la National Security Agency américaine, super-agence de renseignements.

Le "cerveau" principal de la surveillance est la base de communica-

cations par satellites de Menwith Hill, près de Harrogate, dans le Yorkshire.

Il existe déjà des accords secrets d'écoutes téléphoniques entre les Etats-Unis et la Grande-Bretagne, désignés sous le sigle UKUSA ; ils distribuent actuellement la surveillance des zones à diverses agences : le GCHQ de Cheltenham coordonne ainsi la surveillance de l'Europe, de l'Afrique et de l'URSS à l'ouest de l'Oural. La NSA couvre le reste de l'URSS et l'ensemble des Amériques. L'Australie coordonne la surveillance du Pacifique sud et de l'Asie du sud-est. Le GCHQ emploie 15 000 personnes et dispose d'un budget annuel de 500 millions de dollars.

A titre d'exemple, il existe plusieurs réseaux coordonnés à Cheltenham, Echelon, qui permettrait d'entendre directement les communications "privées" de l'URSS, par exemple : Silkworth, qui écoute les communications à longue distance ; Moonpenny, qui écoute les communications par satellite ; Runway, qui centralise les données recueillies par le satellite Vortex, et sans doute une série de satellites désignés sous le nom de code Chalet ; Steeplebush, qui semble coordonner les données recueillies par les plus récents et les plus grands des satellites américains d'écoute. Le célèbre Big Bird, qui est équipé comme on sait de caméras à très fort pouvoir de résolution, serait également équipé d'un

système d'écoutes téléphoniques.

Il existe deux centres sino-américains, installés dans la région autonome du Kinjiang Uighur, en Chine, tout près de la frontière sibérienne soviétique, pour surveiller les signaux de communications de l'URSS et des pays du Pacte de Varsovie.

Le réseau, dont une vaste partie existe depuis déjà de nombreuses années, avait permis à la NSA de surveiller les communications privées de nombreuses personnalités américaines, telles que Jane Fonda, qui, à l'époque, animait les protestations contre la guerre du Vietnam. Le président Carter s'était d'ailleurs opposé à ce que l'on continuât à espionner des personnes privées par la voie de ce réseau.

Ce qui laisse rêveur est que ce formidable outil de surveillance n'aît pas permis de prévenir certains actes de terrorisme dans les années qui se sont écoulées. Mais il est vrai qu'il est bien difficile de choisir les conversations téléphoniques cruciales parmi les dizaines de milliards qui s'échangent chaque jour. Et il serait intéressant de savoir comment, justement, les "plombiers" du ciel font le choix des communications à décoder.

Le projet était censé être très secret, mais il n'est rien de plus délicat, comme on le voit, que des secrets que partagent des milliers de personnes... **G.M.**

**Gare aux œufs crus :** ce n'est pas leur fraîcheur qui est en cause, c'est la possibilité qu'ils soient infectés de salmonelles. Les coquilles ne sont pas hermétiques et, de plus, il peut y avoir infection transovarienne chez la poule elle-même. Les taux de salmonellose aux Etats-Unis ont été multipliés par 6 en 10 ans. 2 119 cas et 11 morts : la salmonellose n'est pas une infection bénigne. Renoncez donc aux steaks "tartares" et aux plats à base d'œufs crus.

## Sida : pas trop de pessimisme !

*Sept ans de ravages n'incitent guère à l'optimisme en ce qui concerne le Sida, et la mise au point d'un vaccin ne sera pas facile, comme le rappelait récemment Science (vol. 241). Et pourtant...*

Le vaccin est certes loin d'être inaccessible puisque les auteurs de l'article, Wayne C. Koff, chef de la branche de Recherche et de développement des vaccins à l'Institut national des maladies infectieuses et allergiques, et Daniel F. Hoth, directeur du Programme Sida américain, rappellent que plusieurs vaccins sont actuellement en phase 1 d'essais cliniques, sur des humains. Pour mémoire, rappelons que la phase 1 consiste à établir que le vaccin est sans danger et n'entraîne pas d'effets secondaires graves ; il est administré par doses croissantes sur un petit nombre de volontaires ; ces volontaires sont choisis en fonction des faibles risques qu'ils courrent : ce ne doivent pas être des gens au comportement "agité". Cette phase permet d'évaluer dans leur ensemble les réactions immunologiques. La phase 2 utilise un plus grand nombre de volontaires, y compris des gens dont les risques de contracter le Sida sont élevés. Les analyses incluses dans cette phase permettent de définir avec plus de précisions les réactions immunologiques et d'évaluer les différences entre les sujets à risques et ceux qui ne le sont pas, ainsi que les réactions spécifiques des sujets à risques. La phase 3, enfin, vise à établir si le vaccin est capable de protéger l'ensemble de la population.

Sept ou huit vaccins au moins, approuvés par la Food and Drug Administration, donc raisonnablement fiables, sont en phase 1. Même s'il ne faut pas espérer voir sur le marché avant 1990 celui de ces vaccins qui aura produit les meilleurs résultats, car la phase 3 ne sera pas atteinte, au mieux, avant l'été prochain ; la production industrielle n'est donc pas envisageable avant les premiers mois de 1990 dans le meilleur des cas.

Mais ce n'est pas si mal. Le tableau n'est pas si épouvantable que

certains se plaignent à le dire. En France, le ministère de la Santé a d'ailleurs trouvé que le ton général de la presse est beaucoup trop "alarmiste et sensationnaliste", et certaines déclarations de spécialistes péchaient un peu par excès. Mais il est vrai qu'une récente enquête a démontré aussi que la jeunesse ne semble pas prendre le risque du Sida assez au sérieux et tend à penser que c'est une menace que les "vieux" agitent comme épouvantail pour réprimer leur sexualité. Bref.

Un autre fait prometteur est la mise à l'essai du CD4 dans quatre grands hôpitaux américains. Cette drogue, une protéine, a, dans des essais de laboratoire, démontré son efficacité en bloquant la capacité du virus d'infecter d'autres cellules.

Le taux de protection des cellules saines est de 99 %, ce qui est remarquable ; cela permet d'espérer, si les essais sur l'humain sont aussi concluants, que l'effet majeur du Sida, qui est la destruction du système immunitaire, pourrait être annulé. En effet, même si 1 % des cellules continue d'être infecté, cela n'est plus suffisant pour détruire le système immunitaire.

Tout cela n'empêche d'ailleurs pas les études fondamentales sur le virus de se poursuivre, dans deux buts précis : déterminer quelle serait la partie de l'enveloppe glycoprotéïnique du virus qui pourrait susciter la production d'anticorps nocifs, et établir le schéma des variations génétiques du virus, qui n'arrête pas apparemment de changer, peut-être même à l'intérieur d'un même individu. Il existe, en effet, une variété d'anticorps qui facilite l'infection en fragilisant les lymphocytes ; le virus s'installe donc plus facilement dans un lymphocyte fragilisé.

Hélas, si les perspectives ne sont donc pas tellement sombres pour l'Occident, il n'en va pas de même

en Afrique. Là, en effet, l'insuffisance notoire des services de santé, de l'éducation de santé des populations et des moyens matériels nécessaires laisse craindre que le Sida n'y fasse des ravages. On parle de proportions énormes de populations infectées (jusqu'à 20 %). Et ces ravages pourraient se poursuivre même après qu'un vaccin ou un remède se soient montrés efficaces : ce seront au début, en effet, des produits chers, donc accessibles seulement aux plus fortunés, et, de plus, il sera difficile de les acheminer et de les administrer dans certaines régions reculées.

G.M.

## TRAUMATOLOGIE

### Les dangers de l'exercice physique

Les paresseux peuvent se consoler : une "histoire vécue" publiée par *Le panorama du médecin* rapporte un accident très grave, connu sous le nom de syndrome de déafférentation motrice, causé par une dissection ou rupture de l'artère vertébrale et survenu au cours d'une partie de squash. Entraînant dans bien des cas une paraplégie et la mort dans 60 % des cas, cet accident touche électivement les sujets jeunes et le yoga, le tennis et le handball ont été incriminés ; il serait dû à un faux mouvement brutal. Le *Journal of the British Medical Association* (vol. 296, 19 mars 88) rapporte, lui, des cas de myoglobinurie, c'est-à-dire d'excrétion d'urine très sombre, causée par une nécrose musculaire massive. Ce désordre peut être causé par l'entraînement marathonien ou militaire pour la course à pied, l'haltérophilie et, en ce qui concerne la communication du *BMJ*, par le cultisme. Ce symptôme et des douleurs musculaires plus ou moins aiguës peuvent se prolonger pendant des semaines... L'excès, en tout, cuit !

G.M.

**Le Sida existe depuis deux siècles**, selon le Japonais Shozo Yokoyama. Mais il a beaucoup changé depuis.

## Loutres déplacées

Dans l'espoir d'augmenter les chances de survie de l'espèce, le gouvernement a tenté de transporter une partie de la population de loutres vivant le long de la côte de Californie. Le nouveau site choisi, l'île St Nicolas, avait fait l'objet d'une étude préalable approfondie et, du point de vue des biologistes, tout semblait parfait.

Les loutres n'ont pas été de cet avis. Sur 63 animaux transplantés, il n'en reste plus qu'une quinzaine. Les autres ont effectué tout seuls le chemin du retour et retrouvé leur lieu de naissance, à quelque 400 km de là. Non mais !

Le Service de la pêche et de la faune sauvage n'est pas pour autant découragé : il est poussé par les quelque 4 500 membres influents de l'Association des amis des loutres. Il recommencera donc, en transportant uniquement les jeunes animaux, qui semblent moins affectés par l'exil que leurs ainés.

Mais les loutres n'ont pas que des amis. Les pêcheurs leur reprochent leur goût pour les fruits de mer. Et les pétroliers craignent que l'extension du domaine des loutres ne contrarie leurs projets d'exploitation pétrolière en mer. Certains scientifiques, même, ne trouvent pas les animaux très coopératifs et, pour finir, les contribuables, apprenant qu'on a dépensé en 1987 30 millions de dollars pour protéger des espèces menacées, protestent contre les échecs de ce genre.

J.M.

**Encore un enfant utile de la vitamine A :** la 4-hydroxyphényl-rétinamide, synthétisée en laboratoire, aurait une efficacité appréciable contre le cancer du sein. Pas de médicament prévu avant plusieurs années, toutefois.

**Trop penser nuit** et, en tous cas, est dangereux pour le cœur. Un étude médicale américaine indique que le stress mental moyen réduit, voire coupe l'apport de sang dans l'artère coronaire.

## "Pouvez-vous me dire, s'il-vous-plaît, où j'habite ?"

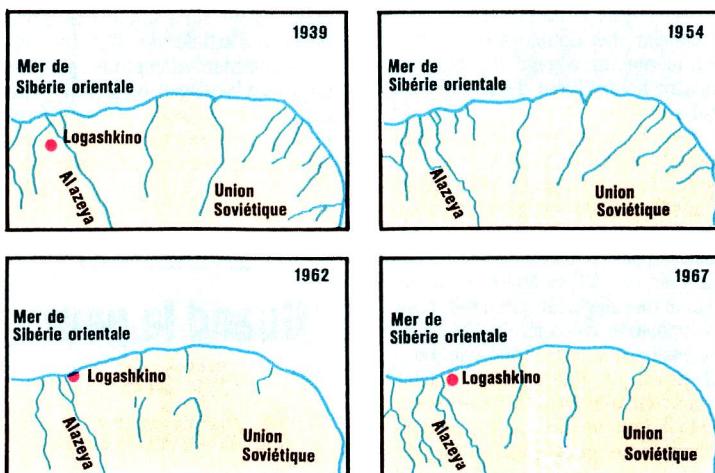
On le savait depuis longtemps ; ils l'admettent aujourd'hui : le cartographe en chef de l'URSS, Victor R. Yaschenko, a déclaré dans une entrevue au journal Izvestia que, depuis cinquante ans, ses services falsifiaient sciemment les cartes du pays.

L'Administration de géodésie et de cartographie du Conseil des ministres, obéissant en cela aux directives de l'ancienne NKVD, devenue depuis le KGB, essayait ainsi

eux-mêmes, pouvait disposer de cartes exactes.

C'est ainsi que les Moscovites se servaient de cartes dressées à partir de celles des touristes américains et qui étaient imprimées aux Etats-Unis.

Grâce à ces copies, les plus débrouillards pouvaient enfin repérer la rue où ils habitaient ! Les cartes officielles de la capitale, comme de toutes les grandes villes d'Union soviétique, omettaient certaines



On appréciera les déplacements... incontinentes de la ville de Logashkino...

d'égarer les espions ; quand la stratégie internationale aborda l'ère des missiles, elle persista dans ses falsifications parce qu'elle essayait d'égarer cette fois les plans des militaires ennemis. Les routes étaient faussées, de même que les voies de chemins de fer, des villages entiers disparaissaient ou bien se retrouvaient à plusieurs kilomètres de distance, des rivières, des deltas, des collines, des lacs étaient passés "au bleu".

Mais quand la reconnaissance aérienne fut desservie par les satellites, ce genre de fabrications devint franchement ridicule. Néanmoins, les Soviétiques s'y entêtèrent encore, tout en sachant parfaitement bien que tout le monde, y compris les citoyens soviétiques

rues, en déformaient d'autres et en donnaient des orientations inexactes. A Moscou, il n'y avait guère de chances de retrouver sur une carte un bâtiment connu de tous, les quartiers généraux du KGB sur la place Dzerzhinski.

*Glasnost* oblige, les Soviétiques ont donc fini par renoncer à leurs truquages cartographiques, dont témoigne le petit détail reproduit ci-dessus. On notera, par exemple, qu'en 1939, la ville de Logashkino se trouve à gauche du delta de la rivière Alazeya ; qu'en 1954, elle a disparu ; qu'en 1962, elle reparait à droite et que, sur les quatre cartes, le delta de l'Alazeya est différent, de même que le contour côtier de cette région de la Sibérie du Nord.

G.M.

## L'avion à bon marché est mauvais pour le cœur

Les passagers des vols longs-courriers "économiques" courrent des risques graves d'accidents cardiovaskulaires, et notamment d'embolies pulmonaires et de thromboses veineuses, surtout s'ils y sont déjà prédisposés. Les gens qui souffrent des reins sont également en danger. C'est le résumé d'une étude publiée par *The Lancet* (27 août, p. 497-498) et signée de trois médecins britanniques.

L'accident peut ainsi se produire plusieurs jours après le voyage, et n'est pas nécessairement pré-sagé par des douleurs du mollet. Et même un voyage de trois ou quatre heures peut déclencher un tel accident.

Ce n'est pas l'avion en lui-même qui est la cause de ces risques : ce sont les conditions d'inconfort dans lesquelles voyagent les passagers des classes dites économiques. L'impossibilité d'étendre les jambes, due à l'encombrement maximal des sièges au plancher, pour des raisons d'économie bien connues en est la cause fondamentale : il provoque une stase veineuse dans les membres inférieurs qui est, il faut le dire, médicalement dangereuse pour tout le monde. Les auteurs de l'article déplorent d'ailleurs que les compagnies d'aviation n'y rémédient pas. Ajoutons pour notre part que ces conditions s'aggravent sur la plupart des lignes commerciales. L'inconfort atteint un point maximal, et il serait grand temps que les autorités médicales internationales et les ministères nationaux de la Santé imposent donc aux compagnies un espacement des sièges compatibles avec la sécurité.

Non seulement, donc, la santé des passagers est mise en danger à cause de la réduction de l'espace-mént, mais sur la plupart des vols ordinaires, les passagers sont exposés à l'hypoxie du fait d'une ventilation insuffisante et à la déshydratation de surcroît. Les dangers maximaux se présentent sur les vols tropicaux et quand le passager boit de l'alcool.

Ceux qui mettraient en doute

cette analyse feraient bien de méditer le fait que 18 % des 61 morts soudaines en vol, enregistrées sur trois ans à l'aéroport de Heathrow étaient dues à des embolies pulmonaires. Il serait temps de réviser un peu sérieusement la gestion des grandes lignes commerciales, si l'on ne veut pas voir prochainement fleurir des formules aussi subversives que "Droit au ciel par la classe économique".

Quant aux considérations ergométriques que les compagnies ne manqueront sans doute pas d'opposer à l'article de *The Lancet*, elles semblent démenties par les faits. Les voyages en avion pour ceux qui ne peuvent pas s'offrir la première classe commencent à devenir excessivement inconfortable.

G.M.

## PHYSIOLOGIE

### Quand la peur guérit la douleur...

Quand un petit rongeur rencontre un prédateur, il fuit, se cache ou bien se fait manger. Mais on vient de découvrir qu'en plus, le danger déclenche en lui une analgésie prononcée.

Le Canadien Martin Kavalier a ainsi démontré que la perception olfactive d'une hermine par une souris pendant trente secondes déclenche une perte de la sensibilité à la douleur pouvant durer quinze minutes et que, si la perception de l'hermine dure plus longtemps, l'analgésie peut durer jusqu'à 45 minutes.

On savait déjà, certes, que certains stress sociaux et des contacts entre dominants et dominés pouvaient déclencher des pertes de sensibilité du même ordre. Mais c'est la première fois qu'on observe que le danger insensibilise à la douleur.

J.M.

## L'univers serait emballé dans un sac de peau...

Qu'est-ce qu'une particule ? Communément, on se l'imaginerait, selon le modèle du système solaire qui connut autrefois tant de succès, comme un point de matière infinitésimal, une micro-planète. Ce n'est pas que ce soit faux, mais depuis un demi-siècle, depuis Max Planck très exactement, les physiciens se sont d'abord (on verra plus loin pourquoi nous disons "d'abord") habitués aux quanta. Une particule n'est donc pas forcément un fragment matériel dont le mouvement et la place dans l'espace sont strictement localisés, c'est aussi un paquet, un quantum d'énergie dont l'évolution dans l'espace se définit par ce que l'on appelle une fonction d'onde. Le physicien allemand Werner Heisenberg a poussé la mécanique quantique jusqu'au point où ses disciples actuels estiment qu'il est impossible de dire avec certitude qu'une particule va de A à B ou bien de A' à B'. C'est ce qui "explique" que, dans certains cas, une particule puisse être à gauche et à droite en même temps.

"Explication" est sans doute un mot un peu aventureux ; en fait, il est très difficile, sinon impossible, de se faire une représentation imagee de l'Univers selon les quanta. L'ancien modèle était beaucoup plus commode à imaginer, mais la physique n'est pas faite pour le confort intellectuel.

Si l'on compte le temps comme quatrième dimension, ce que l'on fait couramment depuis 1905, grâce à Albert Einstein, on peut, moyennant une solide formation mathématique, arriver à dresser quand même un tableau de l'Univers, fût-il abstrait et même abstrus. Les physiciens étant par définition des esprits aventureux, il convient ici de préciser que, dès qu'on leur a offert une dimension supplémentaire, ils se sont empressés d'en chercher d'autres. En

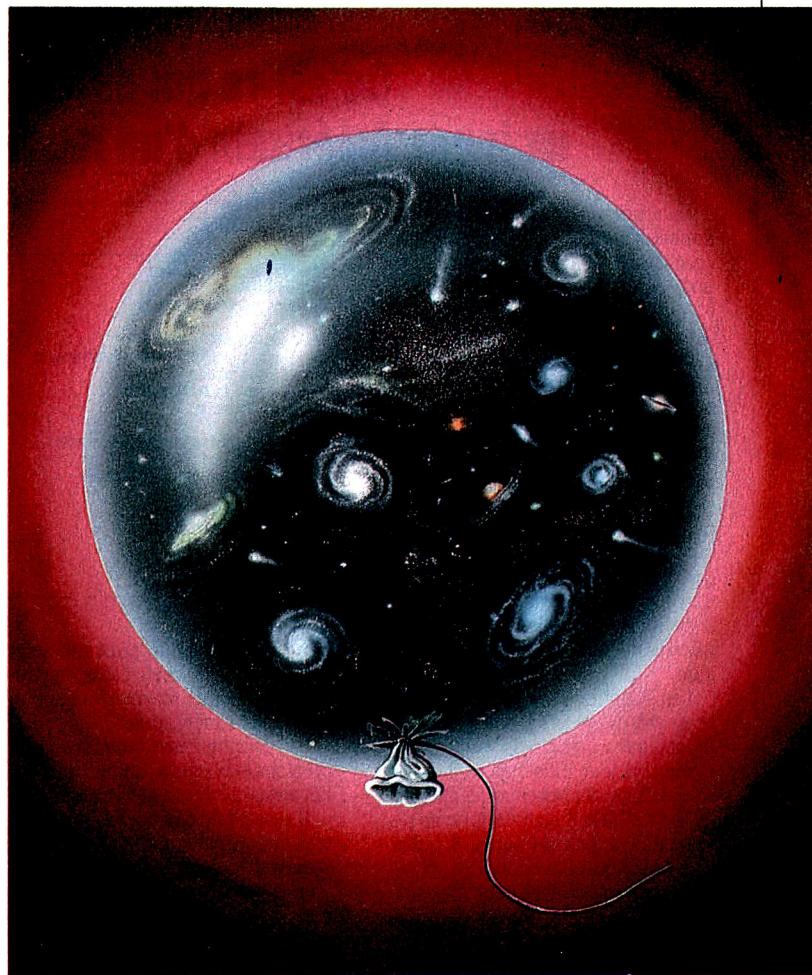
1919, l'Allemand Theodor Kaluza, de l'université de Königsberg, s'est ainsi lancé, apparemment le premier, dans la résolution des équations de la relativité générale en se servant de cinq dimensions.

On se demandera évidemment, ici et si l'on n'est pas familier de la physique théorique, comme l'im- mense majorité des humains, quelle était donc la dimension qu'à part la longueur, la largeur, la profondeur et le temps, M. Kaluza avait bien pu trouver ? Mais "dimension" est un terme mathématique qui désigne tout bonnement un paramètre, n'importe lequel, la masse, le spin, l'énergie, etc. Disons, pour l'histoire, que M. Kaluza aboutit exactement aux résultats d'Einstein.

A titre de curiosité, rappelons qu'on dénombre jusqu'ici 132 paramètres mathématiques qui permettraient, dans l'absurde, de concevoir un espace à autant de dimensions et des équations à autant d'inconnues. On verra un peu plus bas à quoi sert cette digression, apparemment parasite, sur la multiplicité des dimensions possibles en physique théorique.

On en était donc aux quanta, qui ne s'accordent pas toujours à la relativité, quand, en 1962, l'un des plus brillants cerveaux en matière de physique théorique, Paul Dirac, introduisit le premier une notion extraordinaire : c'est que les particules seraient comparables à des membranes. Il est toujours périlleux de paraphraser une théorie de physique, mais on comprendra peut-être l'idée de Dirac quand on imaginera la particule comme une interface entre un niveau énergétique et un autre, généralement plus bas. Leur évolution décrit donc, en mécanique quantique, une surface à deux dimensions qui évoque bien, en effet, une membrane.

On en était là quand, en 1987, trois physiciens du Centre de physique théorique à Trieste, Eric Bergshoeff, Ergin Sezgin et Paul Townsend, émirent, eux, l'idée qu'en fait, le mouvement d'une particule décrit dans l'espace une trajectoire qui se définit par des différences d'avec le milieu ambiant et qui est comparable à une... corde ! Et cette corde-là n'aurait, en principe, qu'une seule dimension ; ce serait une forme de tenseur. Toutefois, la corde des physiciens de



Trieste, avec laquelle plusieurs physiciens théoriques étaient d'ailleurs familiers depuis 1984 (année où fut émise la désormais célèbre Théorie des cordes), présenterait une particularité, qui serait, justement, de ne pas pouvoir être définie par une, mais plusieurs dimensions. La corde devenait alors une "supercorde".

Ainsi, nos physiciens de Trieste retrouvaient-ils l'idée de la membrane de Dirac, parce que la supercorde n'est en fait qu'une membrane ou, plus exactement, une supermembrane, puisqu'elle se définit non plus par deux, mais par trois dimensions, deux dimensions "classiques" et une pour le temps.

Cette supermembrane ne définit plus seulement une particule. Pour nos brillants esprits de Trieste, l'Univers tout entier serait, en fait,

emballé dans une membrane à trois dimensions qui circonscrirait donc un monde à quatre dimensions.

Cela ne changera sans doute pas immédiatement le goût du pain sur cette pauvre petite planète Terre, mais, sait-on jamais, il faut se méfier. C'est du "papier" d'un obscur petit mathématicien, Einstein, d'un tout aussi obscur Bureau des statistiques helvétique que sortit la formule  $E = mc^2$ , qui devait changer le cours de l'histoire. Cela informera aussi le lecteur de ce qui se passe de nos jours dans le monde de la physique théorique.

Il est cependant une question que ces brillants cerveaux ne semblent pas avoir abordée : qu'est-ce donc qu'il y a au-delà de cette sorte de baudruche qui enveloppe le tout ?...

G.M.

## Qu'est-ce qui différencie un jeune Américain d'un jeune Soviétique ?

La réponse à cette question est donnée d'emblée dans le tableau comparatif *ci-contre*, établi par une équipe américano-soviétique et publié par notre confrère *The New England Journal of Medicine*. 3 370 jeunes Américains et 2 148 jeunes Russes, nous disons bien Russes, mais choisis dans des collèges des régions de Tambov et de Rostov relativement éloignés des grands centres de Moscou et de Leningrad, et relativement cosmopolites. Les Russes étaient quelque peu plus jeunes (15 à 16 ans) que les Américains (17 à 18 ans), parce qu'ils sont plus précoces, et il y avait plus de filles dans l'échantillon soviétique que dans l'américain.

Les questions visaient à établir le degré de souci que se font les jeunes par rapport aux risques qui menacent leur bien-être affectif et social. Les réponses étaient graduées de 1 à 4, 1 signifiant qu'ils ne se faisaient pas de souci, 4 qu'ils s'en faisaient beaucoup.

On relève, évidemment, des différences socioculturelles considérables sur certains points. Si les jeunes américains et soviétiques ne diffèrent pas beaucoup sur des sujets de souci tels que le cancer, la mort, la grossesse, les ressources de la famille, ils s'opposent quasiment sur des sujets tels que le divorce des parents, qui semble être, en URSS, une inquiétude majeure (ce qui indique une beaucoup plus grande cohésion du tissu familial), la pollution, dont, curieusement les jeunes Soviétiques se

SUJET DE SOUCI	AMÉRICAINS	RUSSES
Mort du père ou de la mère	3,20	3,75
Guerre nucléaire	3,11	3,89
Mauvais résultats scolaires	2,83	3,24
Mort	2,71	3,07
Maladie, infirmité, accident	2,71	3,28
Incapacité de trouver un travail convenable	2,71	2,50
Faim dans le monde	2,70	3,64
Etre victime d'un crime violent	2,65	3,11
Accident nucléaire	2,54	3,62
Cancer	2,46	2,54
Etre enceinte ou rendre une fille enceinte	2,30	2,54
Pollution de l'environnement	2,24	3,44
Ressources familiales insuffisantes	2,17	2,38
Etre « moche »	2,16	2,54
Ne pas être aimé	2,02	2,69
Surpopulation mondiale	1,93	2,94
Etre drogué	1,85	2,66
Divorce des parents	1,84	2,98
Tremblements de terre	1,69	2,50

montrent beaucoup plus soucieux que leurs pairs américains, la drogue, qui semble alarmer beaucoup moins les Américains...

Encore plus instructifs sont les tableaux *ci-dessous*, qui portent sur l'éventualité d'une guerre nucléaire.

Il ressort de ces données et d'autres encore, que nous ne reproduisons pas ici faute de place, que les jeunes Soviétiques prennent la menace de conflit nucléaire moins au sérieux que leurs contreparties américaines. Les opinions des parents ne semblent pas avoir influencé les jeunes Américains. C'est un peu moins du double de jeunes Soviétiques qui croient nettement à la possibilité de survie d'une partie de l'humanité après un conflit nucléaire mondial, quoique le total des optimistes dans les deux pays soit à peu près le même. On retrouve la même différence dans les réponses à la seconde

question : en pourcentage, il y a deux fois plus de Soviétiques qui croient à la possibilité de survie s'il y a assez d'abris, d'eau, etc, alors que, paradoxalement, le total des "optimistes" reste inférieur en URSS.

Ces données vont certainement inspirer de nombreuses interprétations. Il n'en demeure pas moins que les politiques nationales des deux pays doivent être influencées par ces différences socioculturelles.

Il serait intéressant d'effectuer une pareille étude en ce qui concerne les jeunes Européens. G.M.

**Croyez-vous qu'après un conflit nucléaire mondial, le monde sera si froid, si obscur et si radioactif que personne ne survivra ?**

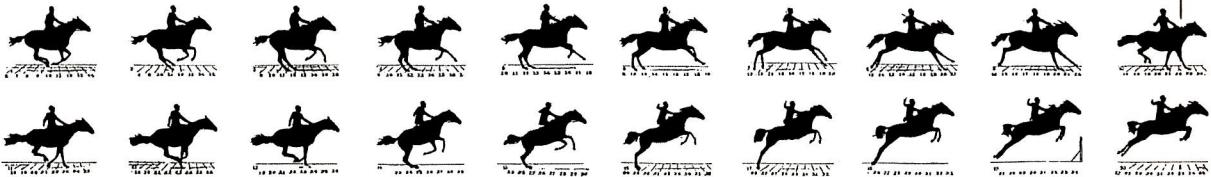
	OUI NET	SANS DOUTE	PAS SÛR	PEUT-ÊTRE NON	NON
USA	31 %	39 %	20 %	7 %	4 %
URSS	54 %	25 %	10 %	4 %	8 %

**Croyez-vous que la majorité de la population mondiale puisse survivre à un conflit nucléaire mondial s'il y a assez d'abris, de nourriture, d'eau et d'autres ressources ?**

	OUI NET	SANS DOUTE	PAS SÛR	PEUT-ÊTRE NON	NON
USA	5 %	20 %	26 %	30 %	18 %
URSS	9 %	11 %	28 %	17 %	35 %

**Virus ni-A-ni-B de l'hépatite enfin isolé :** on le cherchait depuis six ans, c'est la firme américaine Chiron Corp. qui l'a isolé. Belle prouesse et grande première, car on ne connaît pas les anticorps spécifiques de ce virus, et il n'est possible de l'isoler que grâce à une sonde à ADN. Par ailleurs, cette découverte va enfin permettre d'éliminer le sang des donneurs infectés et de diagnostiquer certaines hépatites "mystérieuses", en attendant un vaccin. Rappelons qu'il existe 5 virus responsables de l'hépatite : A à ARN ; B à ADN ; Delta à ARN ; Ni-A-ni-B (on dit NANB) type A, inconnu en Occident, mais fréquent en Afrique et en Asie, de contamination fécale comme le A ; enfin NANB type B, non éliminé dans les matières fécales, mais, comme le virus B, seulement dans le sang, la sueur, la salive et le sperme.

## Comment donc court un cheval ?



Un document qu'une Américaine et une Coréenne du sud veulent affiner, à l'intention des "encourageurs" de la race chevaline et surtout des PMU. Les artistes en tireront les profits qui restent.

La question s'est posée à partir de l'époque où l'hippomanie a gagné l'Europe, par le biais des dandies du temps de Louis-Philippe. Les entraîneurs ont voulu savoir les causes anatomiques et mécaniques de la supériorité d'un cheval sur un autre.

Cette question s'est également posée aux artistes, et notamment après que Géricault eut exposé son fameux "Derby d'Epsom", où la position des quatre jambes en exten-

sion paraissait un peu curieuse. Il fallut, pour avoir des éléments scientifiques de réponse, attendre qu'un Américain génial, Edward Muybridge, décidât de photographier un cheval en pleine course. Le résultat de ce qui était à l'époque un exploit, et qui est représenté ci-dessus en ombres chinoises, surprit beaucoup.

Or, voici qu'une Américaine, Nancy Deuel, de l'université du New Hampshire, et une Coréenne

du Sud, Jongjin Park, de l'université Pusan Sanub, ont décidé d'affiner les connaissances en la matière ; elles ont filmé à Séoul, lors des Jeux, les meilleurs chevaux du monde à 250 images-seconde, en vue de les repasser ensuite à 24 images-seconde.

Objet de ce travail : déterminer les caractéristiques biomécaniques des cracks.

Kodak a fait cadeau pour ce travail de 30 bobines de films. **G.M.**

### OCEANOGRAPHIE

## Cette obscure clarté qui monte des abîmes...

Le 26 juillet dernier, l'équipage du sous-marin d'exploration américain Alvin détectait une étrange lueur à quelque 1 600 m au-dessous de la surface du Pacifique, sur la crête Juan de Fuca. On n'en connaît pas encore d'explication, mais on peut parier que des prélevements de cette eau bioluminescente permettront d'en établir la cause.

Cette découverte a des conséquences intéressantes sur la notion que l'on se fait de la biosphère marine puisqu'elle indique, en effet, qu'il pourrait y avoir des formes de photosynthèse à des profondeurs où ne pénètre jamais la lumière du Soleil.

Cindy van Dover, spécialisée dans la biologie marine, l'avait déjà suggéré après avoir fait une découverte curieuse. En 1985, elle avait recueilli une bizarre crevette benthique des fonds qui se trouvent entre les Bermudes et les Açores ; comme ce crustacé n'avait pas

d'yeux, on lui donna le nom de *Rimicaris exoculata*.

Et pourtant, sous sa carapace, *Rimicaris exoculata* avait des organes qui semblaient bien être des récepteurs de lumière primitifs. Et puis, Mlle van Dover trouva également des nerfs qui semblaient bien être des nerfs optiques et qui reliaient ces récepteurs au cerveau de l'animal.

En fin de compte, la même chercheuse a aussi trouvé dans ces récepteurs de la rhodopsine, une substance chimique qu'on retrouve dans les yeux ordinaires, et qui, sous l'effet de la lumière, déclenche une succession de réactions.

A quoi bon des récepteurs de ce genre, puisque l'animal est censé être aveugle et qu'il vit dans des fonds ténèbreux ? La réponse vient d'être partiellement trouvée : l'animal capte quand même une certaine luminosité, dont il restera à établir les effets qui sont, pour l'instant encore, mystérieux. **G.M.**

### Le brouillard est dangereux...

pour les préservatifs ! Il est, en effet, chargé d'ozone, qui y fait des trous. Les orages électriques, également générateurs d'ozone, sont tout aussi dangereux. Cette assez singulière relation de cause à effet est garantie par l'autorité du *Journal of the American Medical Association*.

**Les oestrogènes réduisent de moitié environ les risques d'attaque cardiaque** et, en général, d'ischémie. Les oestrogènes sont, en particulier, administrés aux femmes pour atténuer certains phénomènes de la ménopause, comme les bouffées de chaleur.

**Un autre archéoptéryx géant** a été retrouvé en Bavière et les empreintes des plumes de cet oiseau fossile du jurassique sont aussi nettes que celles du spécimen du British Museum. On se souvient qu'il y a deux ans environ l'authenticité de ce dernier avait été mise en question, justement à cause de la netteté des empreintes de plumes. Cette fois-ci, la cause est entendue.

**Les articles de cette rubrique ont été réalisés** par Jacques Marsault et Gerald Messadié. ●



# A L'HEURE DE L'E MINITEL PL



Avec le MINITEL, on peut exporter, s'informer, informer, communiquer, gérer, contrôler, motiver, gagner du temps et de l'argent. Avec le MINITEL, on peut interroger des bases de données nationales et internationales et s'ouvrir économiquement sur le monde : accès aux législations étrangères, modes de commercialisation des produits, appels d'offres internationaux... On peut aussi faciliter ses échanges commerciaux et communiquer

**T A P E R   M I N I T E L ,   C ' E S T 1**



# EXPORTATION, US QUE JAMAIS.

avec ses filiales, ses partenaires et ses clients dans le monde entier. MINITEL, c'est exporter plus vite et moins cher pour taper fort en affaires. C'est aussi l'accès à plus de 2.500 services professionnels. Pour les connaître, tapez 36 16 MGS et découvrez Le Magazine du MINITEL. Pour tous renseignements complémentaires, consultez votre agence commerciale FRANCE TELECOM.

FRANCE  
TELECOM



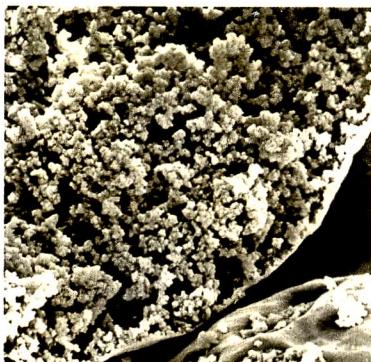
A P E R F O R T E N A F F A I R E S .

# LE PROJECTILE MAGIQUE

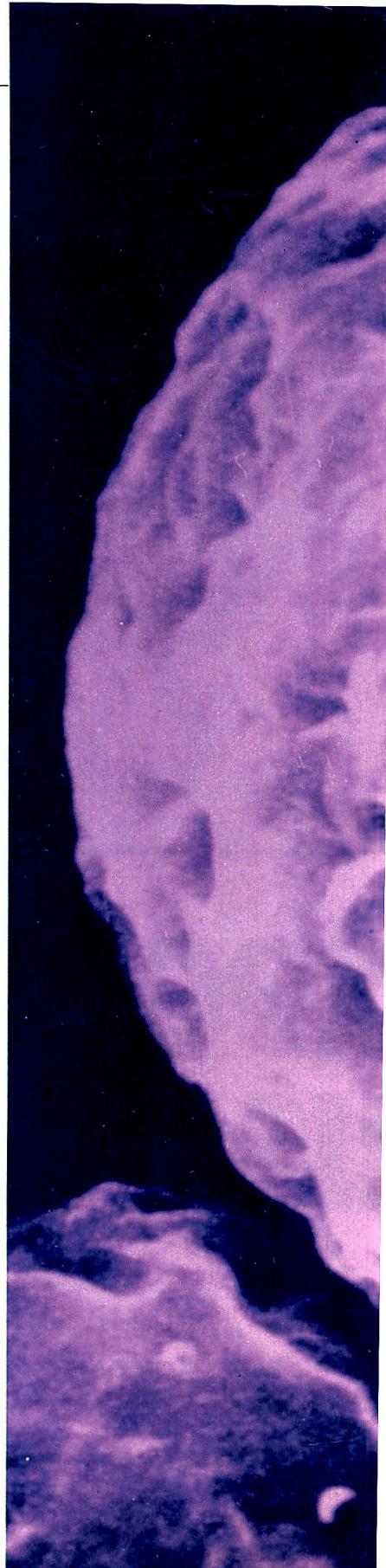
*La maladie est une cible que les médicaments, sous leur forme actuelle, n'atteignent que faiblement, et après avoir arrosé l'organisme tout entier.*

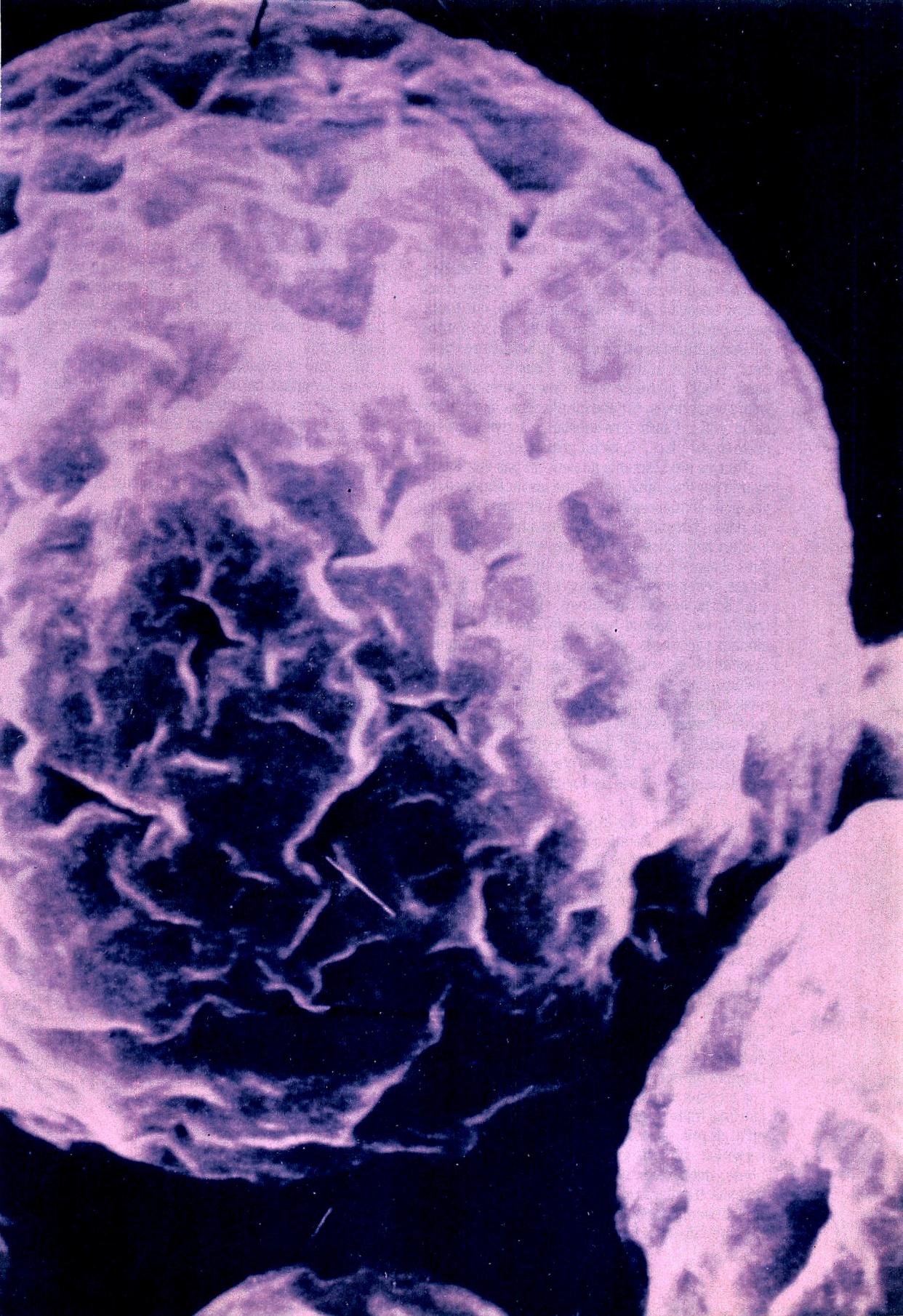
*Pourquoi ne pas viser directement la cible, proposent les nouveaux pharmacologues ? Proposition sur laquelle ont sauté les entreprises pharmaceutiques petites et grandes, car l'idée n'est pas seulement scientifiquement séduisante, elle l'est aussi commercialement.*

PAR JEAN-MICHEL BADER



Cet énorme ballon grumeleux est une microsphère de plastique, gonflée à bloc de médicament. A l'intérieur, des microbilles de molécules synthétiques sont reliées entre elles en un vaste réseau dans lequel on charge les substances actives. Lorsqu'il est étalé sur la peau, avec des milliards de ses semblables, il explose, libérant le médicament.





**V**ous avez une bonne "rage de dent". Pour être tout à fait précis, vous avez un abcès qui se forme au niveau de la première molaire supérieure droite. Pour atténuer la douleur, votre dentiste vous prescrit un anti-inflammatoire : un comprimé à prendre matin, midi et soir. Chaque fois que vous avalez un des comprimés en question, il se dissout dans votre estomac et libère sa substance active, qui, parvenue dans l'intestin, va passer dans le sang et envahir tout l'organisme. Seule une toute petite partie de cette substance atteindra sa véritable destination : la partie droite du maxillaire supérieur, là où se trouve l'abcès. Tout le reste sera perdu. Voilà pourquoi vous devrez prendre plusieurs comprimés, et pendant plusieurs jours, alors qu'un seul eût suffi si sa substance active avait été délivrée sur place, de façon prolongée.

D'autres médicaments ne peuvent pas être administrés par voie orale, parce que les molécules actives qu'ils contiennent sont détruites dans l'estomac ou dans l'intestin. Il en est ainsi chaque fois que lesdites molécules sont des grosses protéines, longues chaîne d'acides aminés, ce qui est le cas, entre autres, des spécialités produites par le génie génétique : hormones contraceptives, antihormones contragestives (pilule du lendemain), anticorps monoclonaux vaccinants, anti-ADN et anti-ARN bloquant la synthèse de protéines nocives (!), etc. Tous ces médicaments doivent donc être injectés directement dans le sang, par piqûres intraveineuses. Or ce mode d'administration n'est pas toujours apprécié des malades, pour qui il représente à tout le moins une contrainte — ainsi qu'une charge financière supplémentaire puisqu'ils doivent recourir aux services d'une infirmière.

Cela dit, même dans le sang un médicament n'est pas à l'abri des altérations. Ainsi une partie de ses principes actifs peut se lier aux protéines circulantes ou bien être captée par les cellules sanguines, perdant de ce fait toute efficacité thérapeutique. Exemple : un anticancéreux comme la bléomycine est retenu à 80 % par les leucocytes et les plaquettes du sang. D'autres substances sont dégradées par le foie ou par les reins, ou bien emmagasinées par les tissus adipeux.

Pour illustrer cette rétention tissulaire, un professeur de pharmacologie a coutume de raconter à ses étudiants l'histoire suivante. Un jour, on arrêta à Londres un docker toxicomane qui venait de tuer son fournisseur de LSD, sous prétexte que l'"acide" que lui livrait ce dernier était de mauvaise qualité. Il en avait pris seize doses sans éprouver la moindre sensation. En prison, l'homme, gros mangeur et obèse, dut se contenter de l'ordinaire servi aux détenus. Il maigrît rapidement et, un beau matin, fut pris de soudaines hallucinations. Son "voyage" dura plus de soixante-douze heures ! Le LSD, absorbé

par des cellules adipeuses, n'avait, dans un premier temps, produit aucun effet. Il avait suffi que le rapport entre tissus gras et tissus maigres varieât quelque peu pour que ses adipocytes relâchassent massivement la drogue hallucinogène.

Devant ces phénomènes de rétention, de déperdition ou de destruction partielle, les pharmaciens se trouvent coincés entre deux exigences contraires : d'une part, forcer les dosages pour qu'une fraction suffisante du produit actif parvienne jusqu'à sa cible ; d'autre part, ne pas trop les augmenter pour ne pas risquer d'intoxiquer le reste de l'organisme.

Résoudre de semblables problèmes ou les dépasser en inventant de nouvelles formes de médicaments, tel est le rôle que s'est assigné la nouvelle galénique (dérivée du nom de Galien, célèbre médecin grec du IIe siècle de notre ère, la galénique est une branche de la pharmacologie qui s'intéresse à tout ce qui concerne la forme des médicaments, en vue d'en faciliter l'administration).

Les recherches portent principalement sur les sujets suivants : trouver les moyens de franchir certaines barrières (la peau, les meninges, etc.) encore imperméables à de nombreuses molécules ; pouvoir administrer des médicaments à base de protéines autrement que par piqûres ; améliorer la distribution des substances dans les cellules en copiant la nature, c'est-à-dire en créant les conditions électrochimiques qui président à la diffusion à

### Remède contre la diarrhée à appliquer sur la peau

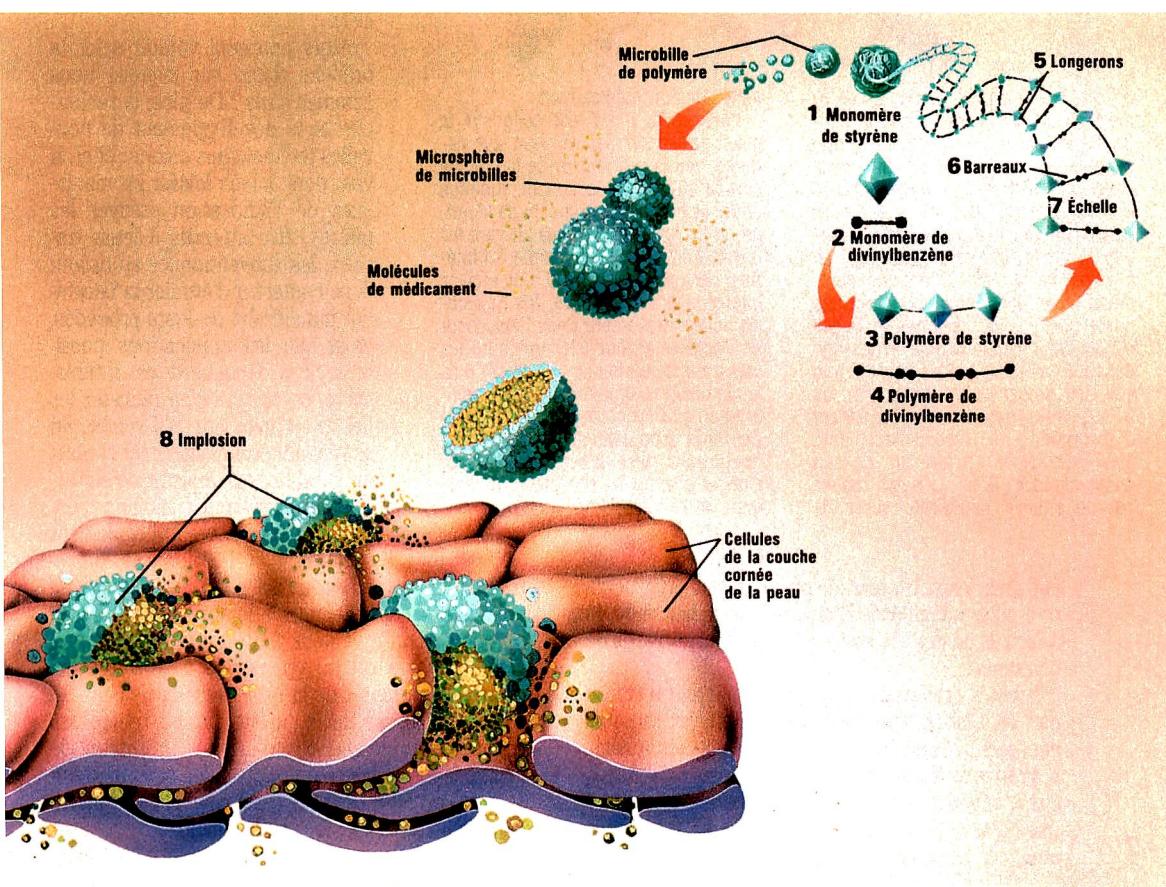
Voici la recette d'une poudre se liquant au contact de la peau : prenez deux types de molécules (1 et 2) dont vous ferez des chaînes monomères distinctes (3 et 4). Avec la première, faites les longerons (5 et 6) ; avec la seconde, faites les barreaux d'une échelle (7). Vous avez alors un polymère. Vous l'enroulez comme une pelote creuse, pour obtenir des microbilles ; collez-les les unes aux autres pour faire des sphères. Incorporez à cet appareil le médicament ou le cosmétique que vous voulez faire absorber à l'organisme. Cette poudre blanche (faite de milliers de sphères, photo p. 101) peut être saupoudrée sur la peau. Dès que le patient la frotte, les sphères et les microbilles implosent, (8) et pénètrent les couches superficielles de la peau. Le médicament s'en libère pour atteindre plus vite et plus complètement sa cible.

travers les membranes cellulaires ; concevoir des dispositifs qui puissent être implantés au bon endroit, pour des mois ou des années, et qui délivrent en continu de petites quantités de substances médicamenteuses ; ou même, dans un tout autre domaine, mettre au point des crèmes à bronzer non salissantes, dont une seule application suffirait pour trois semaines d'exposition au soleil.

Certaines de ces recherches ont déjà abouti, et leurs résultats sont aujourd'hui exploités, tels les aérosols d'hormones (administration par voie nasale, évitant les dégradations causées par les sucs digestifs) ; les adhésifs contre le mal de mer (à coller derrière l'oreille, et qui libèrent à travers une grille poreuse des molécules absorbées par la peau) ; les liposomes (microgouttelettes de lipides à l'intérieur desquelles on a enfermé le médicament, ce qui évite le contact des substances toxiques avec les régions du corps qu'elles doivent traverser pour parvenir à destination) ; les microbilles ou les microéponges (qui, employées comme vecteurs, ont un rôle qui s'apparente à celui des liposomes) ; les lentilles oculaires bourrées de collyres (qui exsudent leur produit à dose minime) ; les

enzymes porteuses de protéines (les protéines médicamenteuses sont "accrochées" à des enzymes afin de mieux résister aux agressions du milieu par lequel elles doivent transiter) ; les sondes urinaires indolores (le plastique dont elles sont faites est doté de propriétés anesthésiques) ; les implants gingivaux prévenant les infections dentaires.

Sur le plan commercial, la bataille s'annonce extrêmement rude entre des adversaires qui ne boivent pas dans la même catégorie. D'un côté, il y a les grandes multinationales de la pharmacie, de l'autre, de petites entreprises spécialisées, apparues aussi soudainement que les PME du génie génétique il y a une dizaine d'années, et qui, si elles ont moins d'argent que leurs puissants concurrents, n'en ont pas moins d'idées. Souvent dirigées par des universitaires, n'employant que des chercheurs de haut niveau et des juristes rompus aux subtilités de la propriété industrielle, elles multiplient les brevets, les exploitent elles-mêmes dans un premier temps, puis proposent leurs découvertes aux firmes pharmaceutiques et à l'industrie cosmétique, moyennant le paiement de royalties ou une participation dans le capital de leurs clients. Ces Petits Pou-



cets ne craignent pas de marcher sur les brisées des géants et rêvent toutes des succès qu'ont connus des firmes comme Genentech (dans le génie génétique) ou Apple (dans la micro-informatique).

Les prévisions des experts confortent d'ailleurs leur détermination. Alors qu'actuellement les formes classiques des médicaments (gélules, comprimés, suppositoires, etc.) constituent l'essentiel du marché, Nina Siegler, analyste chez Bradley and Co, un établissement spécialisé dans l'étude des systèmes de santé, estime que, dès 1990, la part de la nouvelle galénique représentera 10 à 15 % du mar-

nes ; le Japon y fait bonne figure, et les Etats-Unis se taillent la part du lion. Mais aucune société française. Autre exemple : au Congrès des biotechnologies qui s'est tenu au mois de juillet dernier à Paris, avec des tables rondes consacrées à la nouvelle galénique, les industriels français ont brillé par leur absence.

Il est vrai que, même aux Etats-Unis, la nouvelle galénique a du mal à s'imposer. Aujourd'hui encore, certains se montrent sceptiques. Ainsi le rédacteur en chef de la *Medical Technology Stock Letter* se dit persuadé que «les comprimés et les gélules, bien

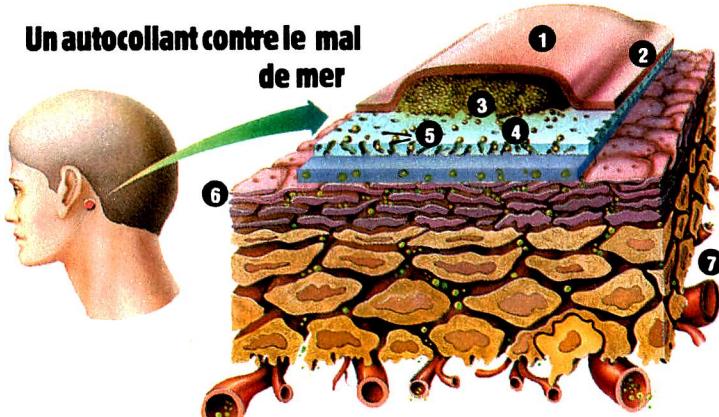
moins chers que les nouvelles formes galéniques, devraient le rester jusqu'à la fin des années 90». Du côté des industriels de la pharmacie, on a longtemps tenu le raisonnement suivant : les remèdes classiques, malgré leurs graves défauts, se vendent plutôt bien. Et même de mieux en mieux, puisque le marché mondial du médicament, qui avoisinait les 87 milliards de dollars en 1984, a dépassé les 100 milliards en 1987 (soit plus de la moitié du budget global de la France !).

Alors pourquoi vouloir scier la branche dorée sur laquelle nous sommes assis ? De plus, la recherche et le développement de nouvelles technologies coûtent cher. Il vaut donc mieux laisser les maniaques de l'innovation essuyer les plâtres, être attentifs à leurs travaux, les subventionner au besoin et se contenter d'étudier la faisabilité industrielle de leurs procédés, ainsi que les applications possibles. Si la découverte est intéressante, on tentera d'en racheter les droits à l'inventeur. S'il refuse, on se résoudra à lui signer un contrat lui garantissant un droit de suite.

D'autres pratiques, moins avouables, ont sans doute été également utilisées. Tel l'espionnage industriel, moins onéreux que l'entretien d'une équipe de chercheurs. Ou le recours à la stratégie juridique : on conteste à l'inventeur l'antériorité de sa découverte, ou bien on lui oppose de vagues brevets qu'un collaborateur de la firme aurait pris pendant ses temps libres. Isolé, ayant dissipé toutes ses économies à défendre ses droits, l'inventeur, de guerre lasse, finit souvent par céder, trop heureux si on lui propose un accord à l'amiable qui le sauve de la ruine mais le prive de la fortune.

Il est évident que de telles conditions étaient peu

## Un autocollant contre le mal de mer



Tous les "patches" vendus actuellement en pharmacie (Scopoderm contre la mal de mer, Nitriderm contre l'angine de poitrine, etc) ont cette structure : une membrane protectrice imperméable (1), dont les bords sont soudés au patch (2), enferme le réservoir de médicament liquide (3). Le plancher de ce réservoir est une membrane semi-perméable (4) dont les pores plus ou moins longs et larges (5) conditionnent la vitesse de passage des molécules, les petites passent très vite, les grosses plus lentement, les très grosses pas du tout. Le retard d'absorption du médicament peut ainsi être choisi en fonction de son usage clinique. Enfin, le patch repose sur un adhésif perméable gorgé de

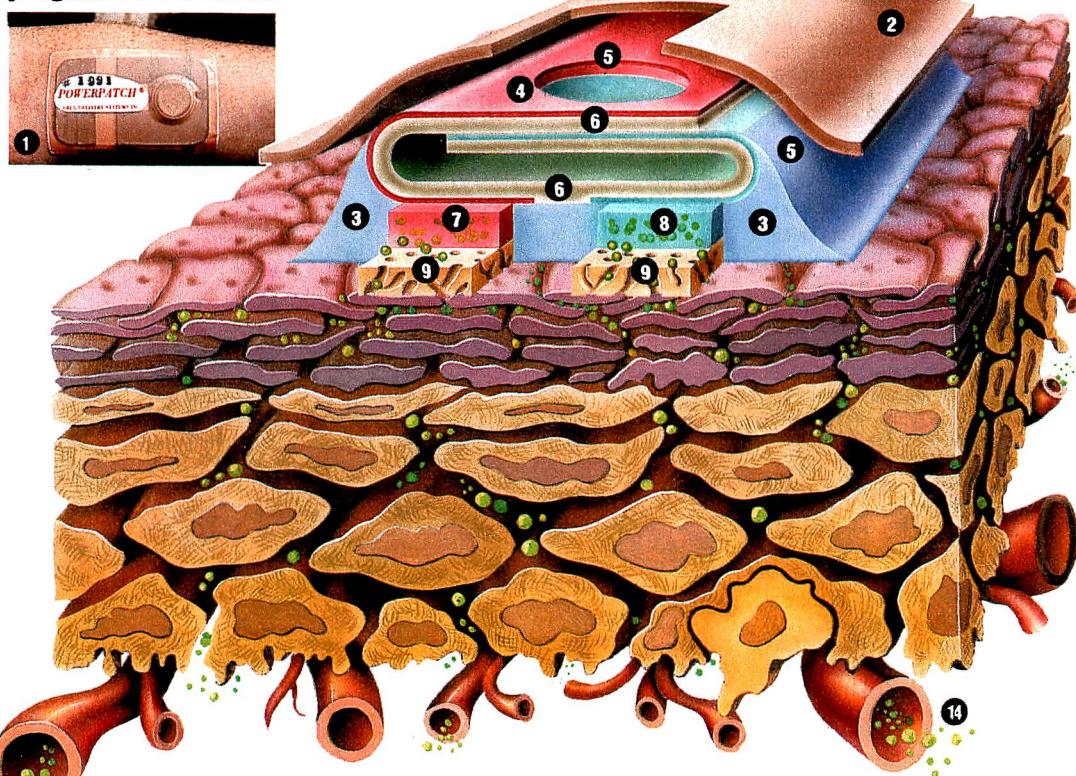
molécules du médicament.

Lorsque le patch est collé sur la peau, les molécules migrent par osmose vers la profondeur de la couche cornée (6). Le médicament chemine entre les cellules et les ponts de kératine, entre les desmosomes ancrant les cellules entre elles, et même à l'intérieur des cellules. Passant d'un espace intercellulaire à un autre, les molécules actives traversent toute l'épaisseur de l'épiderme pour aller rejoindre les vaisseaux sanguins du derme (7) puis la circulation sanguine, jusqu'à l'oreille interne. Une partie du médicament (ici de la scopoline) prend un raccourci pour aller directement vers sa cible et agir sur les récepteurs de l'organ de l'équilibration.

ché américain. Un marché qui, à lui seul, approche à cette même date la somme faramineuse de 40 milliards de dollars, soit environ 25 000 milliards de centimes !

Il est à craindre, hélas, que ce pactole n'arrose que les Etats-Unis. L'Europe, en effet, est une fois encore à la traîne. Et la France plus que ses voisins. A preuve la liste établie par le mensuel *Biofutur*, qui a répertorié toutes les entreprises travaillant peu ou prou pour la nouvelle galénique : on y trouve quelques firmes italiennes, suédoises et norvégien-

## Un bracelet à pile qui programme les doses



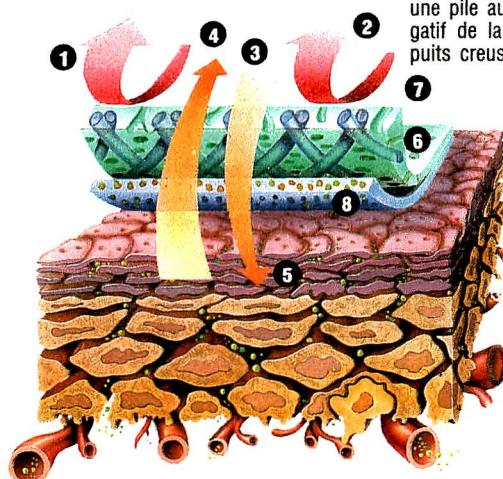
La peau ne laisse pas passer les protéines. Alors on a imaginé ce dispositif (1), le "patch" électrique du DDS (Drug Delivery System). Le patch a une membrane étanche (2) aux bords soudés à l'adhésif qui colle à la peau (3). Elle renferme un circuit électrique, sandwich de deux électrodes, positive (4) et négative (5), avec entre les deux un isolant (6). L'électrode positive est en contact avec un réservoir (7) contenant une hormone chargée

positivement ; la négative, avec un réservoir (8) contenant la même hormone mais chargée négativement. Il y a ainsi dans un patch une dizaine de réservoirs, isolés de la peau par une membrane semi-perméable (9) aux pores suffisamment larges pour laisser passer une protéine ; chaque réservoir est isolé du suivant par une travee d'adhésif qui colle le patch sur la peau. Sur ce patch s'insère un bracelet montre (10) muni d'un calculateur programmable (11) branché sur une pile au lithium (12). Le pôle négatif de la pile descend au fond du puits creusé dans l'électrode positive

du patch (4), sans en toucher les bords ; l'isolant de la pile (13), d'un diamètre plus large, empêche ce contact. Le pôle négatif de la pile fait contact avec l'électrode négative (5) du patch, et son pôle positif repose sur l'électrode positive du patch (4). Le circuit est fermé dès que le patch est collé sur la peau, qui est un matériau conducteur. Le micro-courant ainsi généré "ouvre", par électroosmose, les membranes des cellules auparavant imperméables, et les molécules de la protéine (en l'occurrence une hormone) diffusent vers le courant sanguin (14).

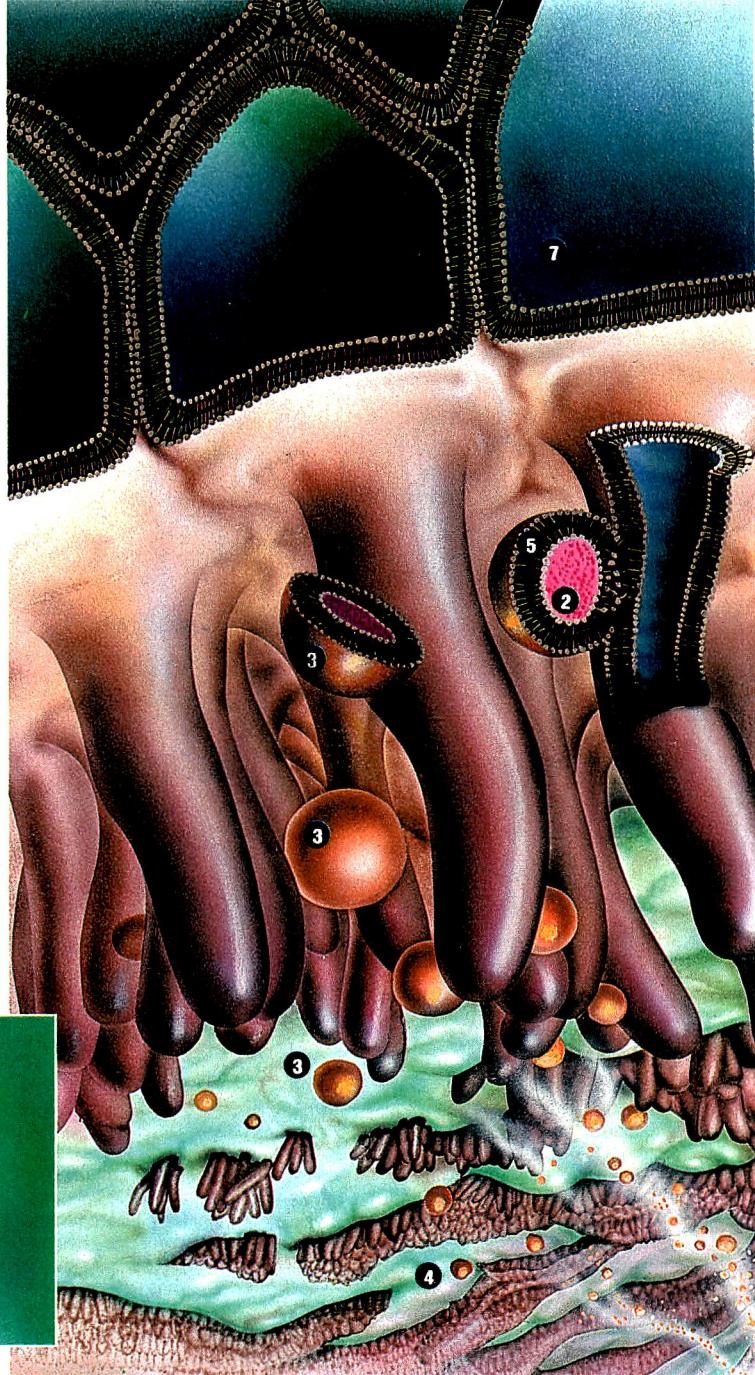
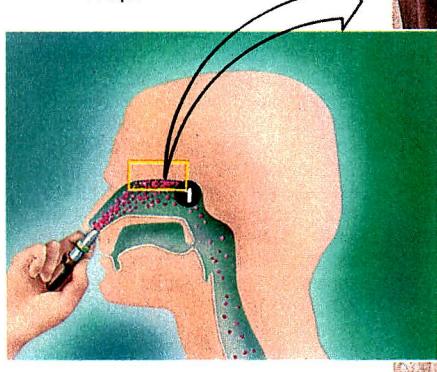
## Le pansement qui remplace l'injection

Ce pansement est imperméable à l'eau (1) et aux bactéries (2) du milieu extérieur, mais laisse diffuser librement l'oxygène de l'air vers la plaie (3) et autorise l'évacuation de la vapeur d'eau (4) générée dans la peau (5). Il s'agit d'une membrane semi-perméable (6) similaire au Goretex utilisé dans les vêtements de sport, armée d'un tissu de fibres naturelles (7) qui lui donnent élasticité et tenue. Le tout est collé sur un adhésif classique (8). Dans un futur proche, les promoteurs de ce pansement envisagent de le gorger d'antibiotiques, d'anti-inflammatoires ou de drogues anti-coagulantes, le transformant alors en véritable médicament-pansement pour les brûlures, les plaies, les champs opératoires.



## Un aérosol pour diabétiques

Bientôt, les diabétiques "snifferont" de l'insuline en aérosol. Les chercheurs sont en effet parvenus à améliorer énormément la pénétration des protéines à travers la muqueuse nasale. Les molécules d'insuline sont incluses dans des liposomes synthétiques (3) qui, elles, peuvent passer à travers la muqueuse. Propulsées par un gaz inerte dans la cavité nasale (1), les molécules en suspension (2) l'atteignent presque instantanément, comme n'importe quel décongestionnant classique. Quand ils touchent la surface des cils qui tapissent cette muqueuse nasale (4), les liposomes implosent : leur paroi s'abouche (5) et se fond (6) avec celle de la paroi nasale. Les molécules d'insuline sont alors libérées dans le milieu interne de la cellule (7) qu'elles traversent pour aller rejoindre le courant sanguin. Non seulement les diabétiques n'auront plus à se faire d'injections à répétition, mais cette voie d'entrée de l'hormone reproduit bien mieux les décharges naturelles de l'insuline observées chez l'humain non diabétique.



propices au développement de la nouvelle galénique. Freinée pour des raisons financières, elle finit néanmoins par décoller pour le même motif. Il faut savoir qu'en pharmacie la durée de vie d'un brevet est de vingt ans, après quoi la formule protégée tombe dans le domaine public. Or, toute une série de grands médicaments traditionnels, mis au point dans le courant des années 60, arrivaient en fin de brevet. Leurs fabricants allaient en perdre la propriété et tous les avantages financiers que celle-ci

procure. C'est alors qu'ils pensèrent que, faute de conserver le monopole de la production, ils pourraient au moins s'assurer l'exclusivité du mode d'administration. Sous sa forme habituelle, le médicament serait désormais accessible à l'ensemble de la concurrence ; mais, sous sa forme nouvelle, dûment brevetée, il demeurera leur propriété pendant encore une vingtaine d'années. Or, qui dit forme nouvelle, dit nouvelle galénique. Voilà comment cette dernière a fait une entrée en force dans



### l'industrie pharmaceutique.

Voyons maintenant ce que, en fait de nouvelles formes, on a inventé de plus significatif.

Un nom vient immédiatement à l'esprit : celui des liposomes, déjà évoqués. Ces microscopiques vésicules, de quelques micromètres de diamètre, sont généralement faites de plusieurs enveloppes superposées, à la manière des lamelles de l'oignon. Constituées de molécules grasses de la famille des phospholipides, ces enveloppes ont pour rôle d'empê-

cher que la substance active ne se dilue ou ne se décompose dans les milieux qu'elle doit traverser. Si elles sont multiples, c'est pour mieux moduler la polosologie dans le temps : tout le contenu du liposome n'est pas libéré d'un seul coup, mais progressivement, au fur et à mesure que les couches successives se délitent.

Ingénieux dans leur conception, les liposomes se sont révélés décevants à l'usage. Au point que l'un de leurs promoteurs, Marc Ostro, vice-président de

Liposome Company Inc. et professeur de médecine à l'université de New-Jersey, écrivait pis que pendre à leur sujet en 1987 (2). En résumé, ils ne sont pas aussi étanches qu'on l'espérait et, une fois dans l'organisme, ils ont tendance à laisser fuir leur précieux contenu ; de plus, ils sont souvent perçus comme des éléments étrangers par le système immunitaire et, en conséquence, sont avalés par les macrophages avant d'avoir pu livrer leur cargaison à bon port ; enfin, ceux qui échappent au massacre et qui ne se sont pas vidés en cours de route, ont le plus grand mal, à cause de leur taille trop importante, à diffuser par capillarité à travers les vaisseaux sanguins jusqu'à leurs cibles.

L'industrie cosmétique, moins regardante que la médecine, a fait des liposomes son dernier cheval de bataille. Il est vrai que les produits de beauté n'ont pas à voyager à travers l'organisme, mais sont simplement appliqués en surface. Ce qui évite quelques-uns des inconvénients précités, mais ne garantit pas pour autant l'efficacité des petites vésicules. Qu'importe d'ailleurs, puisque, ici, ce qui compte, ce n'est pas la valeur technique des liposomes, mais leur impact publicitaire. Accoler au nom d'un pro-

duit la mention "aux liposomes", cela fait scientifique, *high tech*, quasiment magique. Ainsi on a vu éclore des crèmes amincissantes dont les liposomes "plongent au cœur des surcharges", des "sérum vitaux" aux liposomes, des "principes actifs" aux liposomes, etc. Les laboratoires Upjohn, cherchent actuellement à fabriquer, en collaboration avec Liposome Technology Inc., une lotion capillaire liposomale destinée aux chauves : les vésicules contiendront du Minoxidil, un médicament habituellement employé pour combattre l'hypertension, mais qui, dans certains cas, aurait un effet positif sur la repousse des cheveux. Au rythme où vont les choses, on ne devrait pas tarder à trouver des rouges à lèvres aux liposomes, des dentifrices aux liposomes, des savons aux liposomes, etc.

Pour acheminer les médicaments à travers la peau, une autre technique, plus ou moins concurrente des liposomes, a été imaginée par Advanced Polymers : celle des microéponges. Imaginez une fine poudre qui, une fois étalée sur l'épiderme, disparaît aussitôt, comme absorbée par la peau. Cette poudre est en fait composée de milliards de microsphères, de 5 à 300 micromètres de diamètre, pesant

## NOUVEAUX MÉDICAMENTS : CEUX QUI SONT DÉJÀ EN VENTE...

FIRME	PRODUIT	ACTION	MODE D'EMPLOI	TECHNOLOGIE	PARTENAIRE	MISE SUR LE MARCHÉ	PART DE MARCHÉ
<b>Advanced Polymers</b>	3 cosmétiques	Beauté	Percutanée	Polymères biodégradables	Estée Lauder	1987	10 % à terme
	1 après-rasage	Beauté	Percutanée	Polymères biodégradables	Richardson-Vicks	1987	10 % à terme
<b>Hercor</b>	Patch nitroglycérine Film antimicrobien	Anti-angor Brûlures	Cutané Pansement cutané	Membrane Goretex Membrane Goretex	Bolar Lyphomed	1986 1987	? ?
<b>Thermedics</b>	Film antimicrobien	Plaies	Pansement cutané	Membrane Tecoflex	?	1987	?
<b>Alza</b>	Patch Nitriderm	Anti-angor	Cutané	Réservoir multicouche	Ciba-Geigy	1986	?
	Patch Scopoderm	Anti mal de mer	Cutané	Réservoir multicouche	Ciba-Geigy	1981	?
	Patch Estraderm	Tts hormonaux	Cutané	Réservoir multicouche	Ciba-Geigy	1988	?
	Patch Catapress TTS Oros Acutrim	Anti hypertension Coupe-faim	Cutané Comprimé oral	Réservoir multicouche Pompe osmotique	Ciba-Geigy	1988	?
	K Norm Equalactin	Apport potassique Laxatif	Comprimés	Comprimés enrobés	Penwalt	1987	250 millions de dollars/an
<b>KV Pharmaceuticals</b>	RU TUSS	Anti-rhumé	Comprimés à mâcher Gélules	Polymères biodégradables Microsphères creuses	Pfizer	Mai 87	250 millions de dollars/an
	Ferrosequels	Supplément ferrique	Comprimés, injections	Microparticules creuses	Boots Pharmaceuticals	Avril 87	1 milliard de dollars/an
	MR Actifed	Anti-rhumé	?	Sphères creuses	Lederle	Mai 87	160 millions de dollars/an
	Delsym	Antitussif	Sirop	Résine échangeuse d'ions	Welcome	1985 ?	
<b>Eurand America</b>	Potassium	Apport potassique	Solution buvable	Microcapsules enrobées	A.H. Robins	?	?
<b>Nastech</b>	ENER-B (Vit. B12)	Certaines anémies	Par le nez	Un gel + surfactant	Nature's Bounty	Juin 86	20 millions de dollars/an

chacune environ 1/120 millionième de gramme. Ces minuscules billes sont moulées industriellement à partir de polymères (associations stables de plusieurs molécules de longue chaîne) et remplies de la substance à distribuer. S'infiltrant entre les cellules cutanées, elles déchargent leur contenu automatiquement (par suite du changement des conditions physico-chimiques du milieu). De plus, elles sont reliées entre elles par de longs tunnels polymériques creux (un peu à la manière des galeries réunissant les boules de l'Atomium de Bruxelles), tunnels qu'elles entraînent avec elles sous la peau. Comme un gramme de microéponges renferme environ 400 000 km de ces prolongements filiformes, les possibilités de stockage et de dispersion du produit actif sont grandement accrues.

Advanced Polymers travaille actuellement avec la firme pharmaceutique Sterling Drug (filiale d'Eastman-Kodak) pour mettre au point une crème solaire véhiculée par microéponges, qui aura l'avantage de pénétrer instantanément dans l'épiderme et donc ne ne plus être salissante. Grâce à cette nouvelle technique, le géant américain de la photographie espère s'approprier une part enviable de l'énorme marché de l'écran solaire (3 milliards de dollars).

D'autres firmes envisagent également d'utiliser les microéponges d'Advanced Polymers comme vecteurs de leurs produits : Estée Lauder, Pierre Fabre SA et Colgate-Palmolive pour un nouveau type de cosmétiques ; Hoffman-Laroche pour divers médicaments.

Moleculon Inc., une compagnie du Massachusetts spécialisée dans la galénique, propose elle aussi un polymère en forme de poudre, du nom de "Liquid Powder", qui peut contenir jusqu'à 90 % de liquide. Elle le destine au transport de produits cosmétiques et de savons (qui, plus pénétrants, laveront plus profondément).

Toujours dans le domaine de la distribution percutanée des médicaments — qui semble, décidément, être l'une des grandes préoccupations de la nouvelle galénique —, il convient d'accorder une mention particulière aux adhésifs dits de surface. D'après une étude de marché de la Theta Technology Corp., ils sont promis à un bel avenir, leurs ventes devant atteindre les 800 millions de dollars en 1990. Quelques-uns sont d'ores et déjà disponibles. Ainsi les laboratoires Ciba-Geigy commercialisent depuis 1986 un adhésif de chez Alza chargé de nitroglycérine, une substance qui s'est révélée efficace pour combattre les douleurs de l'angine de poitrine. On trouve également des adhésifs transportant de la nautamine (contre le mal de mer), de la morphine (contre les douleurs cancéreuses), de la nicotine (contre l'état de manque des personnes qui arrêtent de fumer), des œstrogènes contraceptifs ou des hypotenseurs.

A côté d'Alza, leader incontesté de l'adhésif transcutané, d'autres firmes ambitionnent de bien se placer sur ce nouveau marché. C'est le cas de Moleculon, d'Hercon et de Drug Delivery Systems. Moleculon, par exemple, vient de signer un accord avec Faulding, le plus grand industriel australien du médicament, pour la distribution de ses produits dans le Sud-Est asiatique et le Pacifique. Parmi ces produits, un adhésif en Poroplastic (du triacétate de cellulose) capable de contenir dix fois son poids de substance active. Objectif 1990 de Moleculon : administrer au moyen de cet adhésif des dérivés nitrés, des bloqueurs de calcium (pour les patients souffrant d'angine de poitrine), de l'œstradiol et des antihistaminiques (contre les allergies).

La firme Hercon, elle, fabrique toute une gamme de dispositifs transdermiques, faits de plusieurs couches de polymères peu poreux, qui peuvent charger jusqu'à 50 % de leur poids, et relâchent ensuite leur contenu de façon régulière pendant sept jours.

Aussi séduisantes que soient ces nouvelles techniques, elles ont cependant leurs limites. En effet l'acheminement transcutané des médicaments n'est possible que si les molécules actives ne sont pas trop grosses. Pratiquement, leur masse ne doit pas dépasser 500 daltons<sup>(\*)</sup>. Au-delà, elle ne peuvent plus diffuser à travers la peau. Rien d'étonnant, d'ailleurs, si l'on veut bien se rappeler que la couche cornée, c'est-à-dire la partie extérieure de l'épiderme, est formée de vingt étages de cellules empilées les unes sur les autres et agglomérées par des fibres de kératine, une protéine insoluble dans la plupart des solvants et parfaitement imperméable (c'est elle qui fait de la peau une enveloppe étanche). C'est déjà un miracle que des molécules médicamenteuses de petite taille puissent franchir une telle barrière, mais, pour les grosses protéines, c'est tout simplement impossible. Ce qui exclut donc l'administration percutanée d'hormones protéiques, d'enzymes, etc.

En fait, nous devrions dire "ce qui excluait". Car Drug Delivery Systems vient de réaliser un exploit : faire passer de l'insuline et de la LHRH (une hormone hypothalamique déclenchant la sécrétion par l'hypophyse des hormones qui gouvernent la fonction ovarienne) à travers la peau ! L'une et l'autre



Ce nouveau stérilet, mois après mois, diffuse dans l'utérus de la progestérone, qui empêche toute nidation d'un œuf fécondé.

sont de grosses molécules, dont le poids est nettement supérieur à 500 daltons. Normalement, elles devraient donc être arrêtées par la barrière cutanée. Mais les chercheurs de DDS, en association avec les médecins du North Shore University Hospital, ont eu l'idée d'utiliser un phénomène bien connu des physiologistes : l'électro-osmose. Lorsque l'on applique un courant électrique de faible intensité à des cellules, on modifie la perméabilité de leur membrane. Celle-ci accepte alors de s'ouvrir à des molécules qu'auparavant elle ne laissait pas passer.

Pour recréer ce phénomène, DDS a inventé le Powerpatch, un adhésif d'un genre particulier qui, en plus de la substance à administrer, contient une pile. Et c'est le courant électrique produit par celle-ci qui fait migrer le médicament à travers la peau (voir *dessin p. 105*). Des essais cliniques sont actuellement en cours pour tester la valeur du Powerpatch en tant que distributeur d'insuline. En cas de succès, ce serait un formidable progrès pour les diabétiques, qui pourraient enfin s'affranchir de la sujexion de la seringue.

Quant à la LHRH, utilisée principalement pour le traitement de la stérilité et du cancer de la prostate, une étude menée sur dix-huit volontaires a montré que, lorsqu'on l'administrerait par l'intermédiaire du Powerpatch, on obtenait des concentrations sanguines comparables à celles que l'on atteignait par injections sous-cutanées.

Grâce à cette nouvelle technologie, Drug Delivery Systems espère occuper bientôt une place de choix sur le marché de l'adhésif, même si, dans un premier temps, le Powerpatch risque d'être un peu plus cher que les médicaments classiques. Mais la commodité compensera la différence de prix.

Pour en terminer avec les galéniques cutanés, il nous faut encore dire un mot des nouveaux pansements. Ainsi Thermedics Inc. a mis au point, en collaboration avec l'armée américaine, un film de polyuréthane ultra-mince (le Tecoflex), qui, renforcé avec des fibres de synthèse, est collé sur un adhésif non allergisant. Ce film est imperméable à l'eau et aux bactéries, mais laisse passer l'oxygène et la vapeur d'eau, permettant à la peau de respirer et évitant la macération de la plaie. Thermedics prépare aujourd'hui une version améliorée du Tecoflex : elle renfermera des anticoagulants, des antibiotiques ou des anti-inflammatoires qui diffuseront lentement à travers la peau.

Bien qu'elle ait un penchant particulier pour les procédés transcutanés, la nouvelle galénique n'en néglige pas pour autant les formes traditionnelles de médicaments. Les formes orales, notamment. Celles-ci, qu'il s'agisse de comprimés, de granulés, de poudres ou de sirops, représentent encore, dans un pays comme la France, environ 70 % des prescriptions médicales (et pas loin de 80 % de la con-

## Un comprimé une fois par semaine au lieu de six fois par jour

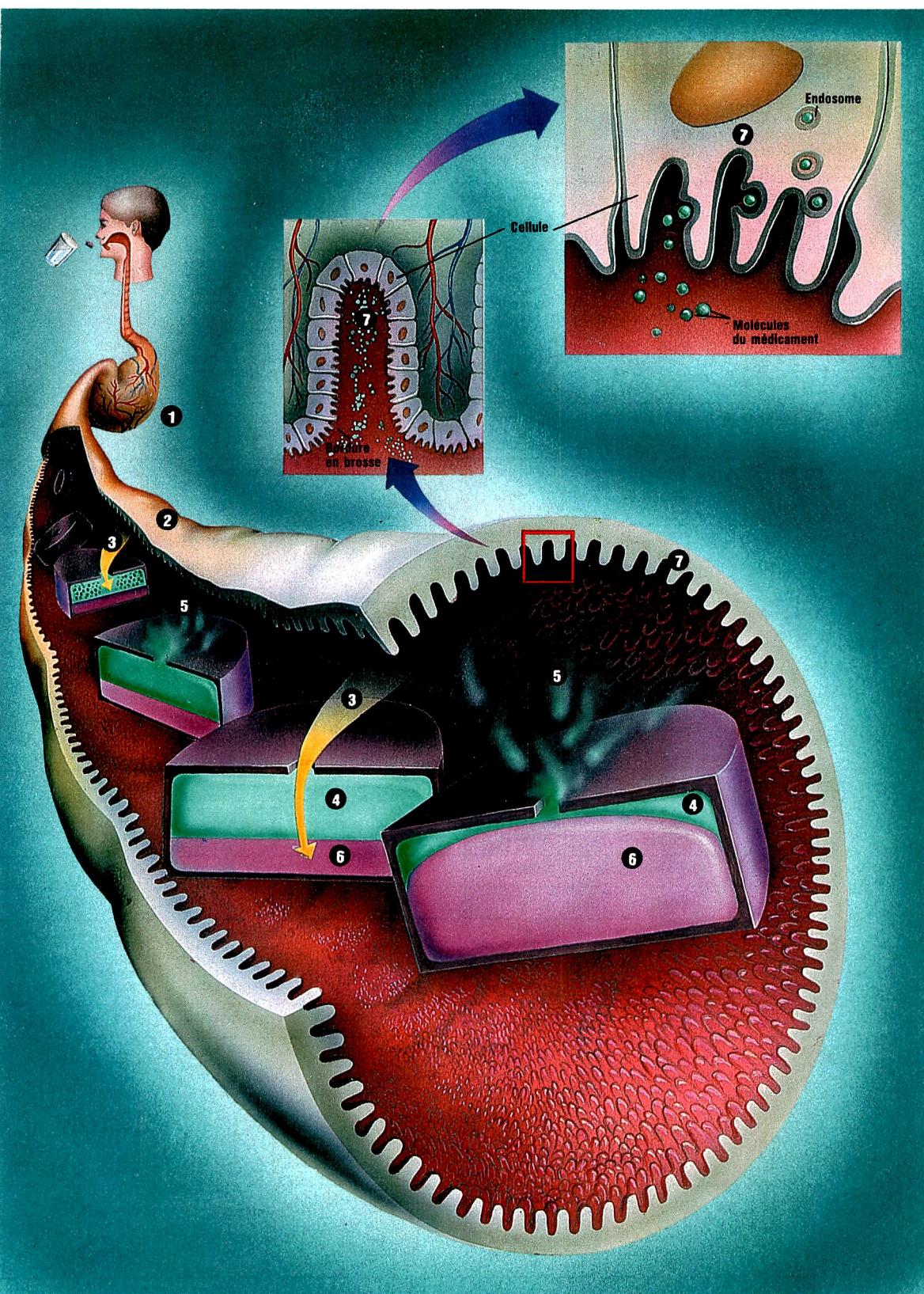
C'est ce que permet le comprimé osmotique. Avalé comme un comprimé normal, il passe dans l'estomac (1) sans modification, puis, en quelques heures, rejoint l'intestin grêle (2). Là, le liquide intestinal (3) pénètre par l'orifice percé au laser dans la coque rigide imperméable. Les deux compartiments internes du comprimé sont alors envahis par ce liquide. Le premier (4) contient le médicament, qui se dilue sous l'action des enzymes digestives et fuse lentement à l'extérieur par le trou (5). Le second (6) contient un agent osmotique puissant. Sous l'effet du liquide intestinal, ce dernier se gonfle progressivement, exercant une pression continue sur le premier compartiment. Le médicament diffuse dans l'intestin selon un débit exactement programmé, égalant dans le temps son absorption par la muqueuse (7) et son effet pharmaceutique.

sommation pharmaceutique, si l'on tient compte de l'automédication et des produits achetés sur la recommandation du pharmacien).

D'après les prévisions des experts, ce sont les formules retard des médicaments oraux qui devraient connaître la plus forte croissance au cours des prochaines années. Aussi n'est-il pas surprenant de voir les protagonistes de la nouvelle galénique se précipiter dans ce créneau, à la recherche de solutions originales. Rien qu'aux Etats-Unis, cinq compagnies ont massivement investi dans l'exploration de nouvelles techniques orales : Alza, KV Pharm, Penwalt, Elan et Verex Labs. Elles en attendent des retombées intéressantes puisque, dit-on, dans ce domaine, les royalties versées pour le "support" peuvent atteindre jusqu'à 7 % du prix de vente du médicament (1).

Quelles sont ces nouvelles techniques orales ? Les exemples qui suivent en donneront une idée.

Commençons par une réalisation française (elles sont si rares en la matière que toute initiative, même émanant d'un organisme public, mérite d'être signalée). L'INSERM de Strasbourg, avec le concours scientifique de l'université de Chatenay-Malabry et l'assistance financière de deux firmes commerciales (la société belge Sopar et la société danoise Nordisk), étudie une nouvelle forme d'administration de l'insuline, par voie orale et par microcapsules. D'un diamètre de 250 nanomètres (1), ces capsules sont faites en alkyl-cyanoacrylate, un polymère biodégradable et biocompatible (donc inoffensif), et présentent l'immense intérêt de pouvoir traverser la muqueuse de l'intestin sans être dissoutes. Ce n'est qu'une fois parvenues dans le tissu sous-muqueux qu'elles libèrent leur insuline, laquelle échappe ainsi à l'action dévastatrice des sucs digestifs. Ce procédé a été testé sur des rats diabétiques. Avec succès. Sera-t-il un jour à la disposition des 150 000 diabétiques français ? L'IN- SERM, comme de juste, ne répond pas. Organisme



## ...ET CEUX QUI ARRIVERONT DANS LES ANNÉES 90

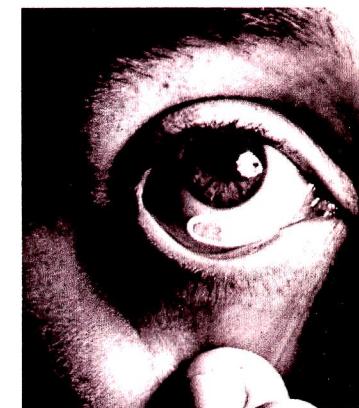
FIRME	PRODUIT	ACTION	MODE D'EMPLOI	TECHNOLOGIE	PARTENAIRE
<b>Hercon</b>	Patch à la Clonidine Patch à l'Isosorbite Patch à l'estriadol Patch au Fentanyl	Cardiaque Cardiaque Tt hormonal Anti-douleurs	Collé sur la peau Collé sur la peau Collé sur la peau Collé sur la peau	Membrane poreuse Membrane poreuse Membrane poreuse Membrane poreuse	Inconnu Inconnu Inconnu Jensen
<b>Thermedics</b>	Spandra	Anti-inflammatoire	Pansements	Polymère semi-perméable	US Army
	Spandra	Anticoagulants	Pansements	Polymère semi-perméable	US Army
<b>Alza</b>	Patch Fentanyl Patch testostérone Oros Vitamine C Oros Antirhumé Oros Chlorphéniramine Oros Volmax Oros Potassium Oros Prazosine Oros Procardia	Morphinique Tt hormonal Fortifiant Bromophéniramine et F Anti-allergie Asthme Apport KCl Hypertension Anti-angor	Collé sur la peau Collé sur la peau Comprimé à avaler Comprimé à avaler Comprimé à avaler Comprimé à avaler Comprimé à avaler Comprimé à avaler Comprimé à avaler	Membrane poreuse Membrane poreuse Pompe osmotique Pompe osmotique Pompe osmotique Pompe osmotique Pompe osmotique Pompe osmotique Pompe osmotique	Jensen Inconnu Inconnu Inconnu Inconnu Glaxo Inconnu Pfizer Pfizer
<b>KV Pharmaceuticals</b>	KV 24 antiarthrose	Antiarthrose	Sirop	Microsphères de polymère	Partenaire japonais
<b>Penwalt</b>	Narcotique Pennkinetic	Antidouleur	Solution buvable	Résine échangeuse d'ions	Inconnu
<b>Verex Labs</b>	SR Verapamil SR Aspirine SR Hydralazine SR Propanolol	Cardiaque Antalgique Hypertension Bétabloqueur	Comprimé ? ? ?	Granules polymères ? ? ?	Inconnu Inconnu Inconnu Inconnu
<b>Advanced Polymers</b>	2 produits ménagers 1 cosmétique 1 produit ménager	?	?	Polymères biodégradables Polymères biodégradables Polymères biodégradables	Scott Paper Co. Pavion Ltd. American Home Products
<b>Drug Delivery Systems</b>	Power patch Insuline Power patch LHRH Power patch au Propanolol	Diabète Stérilité, cancers Bétabloqueur	Patch cutané adhésif Patch cutané adhésif Patch cutané adhésif	Membrane électrique Membrane électrique Membrane électrique	Eli Lilly Lupon Tap Pharma Inconnu
<b>Moleculon Biotech</b>	Patch anti-calcique Patch Isosorbite Patch antihistaminique Patch œstradiol Patch nicotine	Cardiaque, HTA Cardiaque Allergie Tts hormonaux Sevrage tabac	Patch cutané adhésif Patch cutané adhésif Patch cutané adhésif Patch cutané adhésif Patch cutané adhésif	Membrane poreuse Membrane poreuse Membrane poreuse Membrane poreuse Membrane poreuse	Inconnu Inconnu Inconnu Inconnu Inconnu
<b>Enzytech</b>	PEG Asparaginase	Antileucémique	Injectable	Enzyme dopée au glycol	Inconnu
<b>Eurand America</b>	Théophylline	Anti-asthme	Oral	Microcapsules enrobées	AH Robins Labs
<b>Cal Bio</b>	Nazdel Insuline Nazdel LHRH Nazdel STH Nazdel Calcitonine	Diabète Fertilité, cancers Hormone de croissance Tt maladie de Paget	Aérosol inhalable Aérosol inhalable Aérosol inhalable Aérosol inhalable	Spray + surfactant Spray + surfactant Spray + surfactant Spray + surfactant	Eli Lilly Ortho Pacific Biotechnology ? Inconnu
<b>Nas Tech</b>	Aérosol	Propanolol	Aérosol inhalable	Spray + surfactant	Rugby-Darby
<b>Liposome Technology Inc.</b>	LTI Métasome LTI Bricanyl LTI Albuterol LTI Bleclaméthasone  LTI Doxorubicine TLC DOX99 TLC GENT 65 TLC Amphotéricine B TLC Plat 23	Dilate les bronches Anti-asthme Dilate les bronches corticoïde  Anticancéreux majeur Anticancéreux majeur Antibiotique Antifongique Anticancéreux	Aérosol Aérosol Aérosol Application cutanée  Injectable Injectable Injectable Injectable Injectable	Liposomes dans le spray Liposomes dans le spray Liposomes dans le spray Liposomes dans la crème Liposomes Liposomes Liposomes Liposomes Liposomes	Cooper Co Astra Inconnu Inconnu  Erbamont-Adria Erbamont-Adria Inconnu Squibb MD Anderson hos.
<b>Vestar</b>	Doxorubicine VS 101  Amphotéricine Daunorubicine	Anticancéreux Produit d'imagerie  Antifongique Infections du SIDA	Injectable Injectable  Injectable Injectable	Liposomes Liposomes  Liposomes Liposomes	Erbamont-Adria Malinckrodt, Nobel medica Lyphomed Wyeth/American Home

ESSAIS CLINIQUES	COMMERC.	OBJECTIF
Essai phase 1 en cours	1990	Marché cardiovasculaire
Essai phase 1 en cours	vers 1990	Marché cardiovaseulaire
Essais début 1987	vers 1990	Marché ménopause - Lic. mondiale
Essais en cours	en 1988	Douleurs cancéreuses et post-opératoires
Essais en cours	?	Brûlures, réanimation, chirurgie
Essais en cours	?	Brûlures, réanimation, chirurgie
Essais en cours	?	?
Essais en cours	?	?
Essais en cours	?	?
Essais en cours	?	?
Essais en cours	?	?
?	?	?
?	?	?
?	?	?
?	?	?
?	?	?
?	?	?
Essais phase 1 en cours	en 1989	10 % du marché
Essais phase 1 en cours	en 1989	10 % du marché
?	?	?
?	?	?
?	?	?
Essais phase 1 en cours	?	Plusieurs millions d'usagers.
Essais phase 1 en cours	?	1 000 malades par an
?	?	100 millions de dollars/an
Essais en cours	?	7 millions de diabétiques
Essais en cours	?	Moins de 10 000 Américains/an
Essais en cours	?	1 000 Américains/an
Essais en cours	?	122 millions de patients
Phase 3 terminée	1990	Plusieurs milliards de dollars/an
Phase 1 en 1987	1991	5% du marché, 5M de dollars/an
Essais débutés en 88	1992	30% du marché, 30M de dollars/an
Essais 88/89	1992	30% du marché, 130M de dollars/an
Essais en 89/90	1993	15% du marché, 10M de dollars/an
Essais terminés aux USA	1992/1993	50% du marché
Essais phase 1 en cours	en 1992	15% du marché, 30/50 M de dollars/an
Phase pré-clinique	en 1993	Inconnu
Essais en cours	en 1990	4M de dollars en 1993
Phase 1 en 1989	1993 ?	10% du marché
Phase 1 en 87/88	en 1992/93 ?	45% du marché, 200 M de dollars/an
Phase 1 et 2 en 1987	en 1990	40% du marché, 10M de dollars/an
Débutés en 1987	vers 1992	20% du marché, 30 M de dollars/an
En 1989 ?	en 1993 ?	50% du marché, 5/10 M de dollars/an

de recherche, il n'a pas vocation à fabriquer des médicaments. Tout au plus pourrait-il un jour toucher des royalties.

Alza, de son côté, a mis au point une micropompe osmotique, commercialisée sous le nom d'Oros. De la taille d'un comprimé ou d'une gélule, ce dispositif se compose d'un noyau solide à deux compartiments entouré d'une membrane semi-perméable. Dans l'un des compartiments se trouve le médicament ; dans l'autre le mécanisme de la pompe, sous la forme d'un agent osmotique. Lorsque la pastille arrive dans l'intestin, la membrane semi-perméable laisse pénétrer le liquide intestinal, qui, par un trou minuscule percé au laser dans la paroi du compartiment pompe, vient gonfler l'agent osmotique. Celui-ci, à mesure qu'il augmente de volume, expulse peu à peu le médicament contenu dans l'autre compartiment. Avantage : la substance active est administrée de façon régulière et continue, et la concentration du médicament dans le sang est beaucoup plus stable dans le temps. De ce fait, le patient n'est plus obligé de prendre quatre, six ou huit comprimés pour prolonger l'action thérapeutique : un seul suffit.

Plusieurs firmes pharmaceutiques utilisent déjà



Ce n'est pas une lentille de contact, mais un réservoir qui libère lentement de la pilocarpine, contre le glaucome.

la micropompe Oros pour installer dans l'organisme différentes spécialités : Ciba-Geigy pour l'Acutrim, un coupe-faim à base de phénylpropanolamine ; Merck pour l'Osmosin, un anti-inflammatoire à base d'Indocid (toutefois ce nouveau mode d'administration de l'Osmosin n'est pas toujours bien toléré, et la formule micropompe a été retirée du marché américain) ; Glaxo pour la Ventoline, un remède contre l'asthme ; Bayer Pharma pour le Mipress, un hypotenseur conçu par Pfizer. On envisage aujourd'hui d'administrer de cette façon de la vitamine C, du sodium, du potassium, etc.

Après la bouche, le nez, car la nouvelle galénique s'est aussi intéressée à la prise de médicaments par voie nasale. La muqueuse nasale, en effet, avec sa surface utile de 180 cm<sup>2</sup> et sa riche vascularisation, est un site de choix pour l'introduction de substances actives. Malheureusement, à la manière de la peau, elle ne laisse pas passer toutes les molécules. Si la somatostatine (une hormone composée de 6 acides aminés) est absorbée à 73 %, l'interféron

(avec ses 165 acides aminés) ne l'est qu'à 1 %. Conclusion : les grosses protéines ont le plus grand mal à franchir naturellement la barrière nasale.

Se penchant sur ce problème, les chercheurs ont trouvé une solution, l'aérosol. Cette technique, déjà employée pour véhiculer certains agents médicamenteux, ils l'ont appliquée à une hormone de 51 acides aminés : l'insuline (l'assistance aux diabétiques est vraiment au centre de toutes les recherches !). L'aérosol en question se compose de molécules d'insuline en suspension dans du dioxyde d'azote et d'un agent tensioactif (le Laureth 9) destiné à accroître la perméabilité de la muqueuse nasale. Ainsi administrée, l'insuline est absorbée à environ 10%, ce qui est tout à fait remarquable. De plus, sous cette forme, elle pénètre quasi instantanément dans le sang, si bien qu'avec l'aérosol on peut reproduire plus fidèlement qu'avec les injections sous-cutanées les décharges insuliniques naturelles survenant à l'occasion d'un repas, d'un effort ou d'une émotion.

Cette insuline intranasale devrait être disponible dans un an ou deux. California Biotechnology a achevé les essais cliniques sur volontaires, après avoir effectué les vérifications prévues par le protocole (pour s'assurer, en l'occurrence, que ni le gaz propulseur, ni l'insuline, ni l'agent tensioactif qui assure sa pénétration ne sont toxiques pour la muqueuse nasale). Cal-Bio entame actuellement les essais de phase II (détermination des doses efficaces). Il faudra ensuite s'assurer que les doses délivrées à chaque pression sur l'atomiseur seront relativement constantes ; qu'il n'y aura pas de risque d'overdose ; que la pénétration de l'insuline ne sera pas entravée par un rhume ou une sinusite.

Trois firmes sont sur les rangs pour produire l'insuline en aérosol : Wyeth, Lilly et Ortho. D'après les analystes financiers du cabinet Hambrecht et Quist, c'est un marché annuel de 180 millions de dollars qui s'ouvre à elles.

Alléchés par d'aussi prometteuses perspectives, les industriels de la pharmacie envisagent à présent d'employer la formule aérosol pour propulser dans l'organisme d'autres molécules de grande taille, telles que la progestérone, la méclizine (un remède contre le mal des transports), le propanolol (un bêta-bloquant utilisé contre la migraine), des analogues du LHRH (des molécules de synthèse ayant la même fonction que cette hormone qui contrôle l'activité ovarienne), la calcitonine (une hormone régulant le métabolisme du calcium), l'hormone de croissance et les facteurs de croissance. Au total, cette nouvelle aérosolthérapie représenterait un marché potentiel de plusieurs milliards de dollars.

Mais abandonnons le nez pour remonter jusqu'au cerveau. Il existe à ce niveau un mécanisme fort

complexe, connu sous le nom de barrière hémoméningée, qui contrôle de près la nature des substances qui pénètrent dans l'espace extracellulaire de l'encéphale. Ainsi, si l'on injecte un colorant dans une veine, il colore tous les organes sauf le système nerveux central. Le rôle de cette barrière est d'empêcher que le cerveau ne soit atteint par des substances nocives. Mais, ce faisant, elle rend extrêmement difficile, en cas d'affection cérébrale, l'acheminement de tout médicament jusqu'à sa cible. Voilà pourquoi la firme Nova Pharmaceutical a investi 42 millions de dollars dans l'étude et la mise au point d'un distributeur local de médicament. Celui-ci pourrait être réalisé en polymères dégradables. Ces plastiques en réseaux finement maillés serviraient de réservoir, diffusant lentement leur contenu au fur et à mesure qu'ils seraient digérés.

Installé dans le cerveau par voie chirurgicale, un tel dispositif contournerait aisément la barrière hémoméningée et représenterait un progrès considérable dans le traitement des tumeurs cérébrales (Nova Pharmaceutical teste d'ailleurs actuellement, sur dix patients, un implant de cette nature chargé d'une substance anticancéreuse). Certains pensent même que cette chimiothérapie *in situ* pourrait également être utilisée pour traiter les maladies d'Alzheimer et de Parkinson.

Bien entendu, la nouvelle galénique ne se limite pas aux travaux que nous venons d'exposer. D'autres idées sont dans l'air, d'autres projets à l'étude, parmi lesquels il est parfois difficile de distinguer le sérieux du fantaisiste. Enzo, par exemple, cherche un moyen de camoufler des molécules thérapeutiques que l'organisme sait reconnaître et dont il tente habituellement de se débarrasser. Molecular Biosystems explore la possibilité d'intégrer aux médicaments des microparticules métalliques, qui permettraient ensuite de concentrer, au moyen d'aimants, les substances actives sur leurs cibles.

Microbilles, micropompes, microcapsules, microéponges, microparticules, la recherche avance vraiment dans toutes les directions. Mais, parmi ces nouvelles formes de médicaments, combien réussiront à s'imposer ? En définitive, c'est le marché qui décidera. C'est-à-dire le patient et son prescripteur. Et une chose est d'ores et déjà certaine : entre deux systèmes ayant la même efficacité, c'est le plus facile à prendre qui l'emportera.

Jean-Michel Bader

(1) Voir notre article "Les gènes nocifs étouffés dans l'œuf", en p. 74 de ce numéro.

(2) Dans *Scientific American*, janvier 1987

(3) Le dalton, unité de masse, équivaut à  $1,66 \times 10^{-27}$  kg.

(4) Jusqu'à présent, l'industrie pharmaceutique façonnait elle-même la plupart de ses médicaments, et n'avait donc pas à débourser d'argent pour cela.

(5) 1 nanomètre = 1 milliardième de mètre.

1490 F\*

TANDY  
PREND  
VOS  
PASSIONS  
AU  
SERIEUX



TGA

\* Prix spécial en vigueur du 27 octobre au 26 novembre 1988

Pour connaître l'adresse  
de votre magasin TANDY  
le plus proche :  
faire le 05.10.10.00  
**NUMERO VERT**  
avec cassette

LECTEUR DE COMPACT DISC CD 5100 MEMOREX :

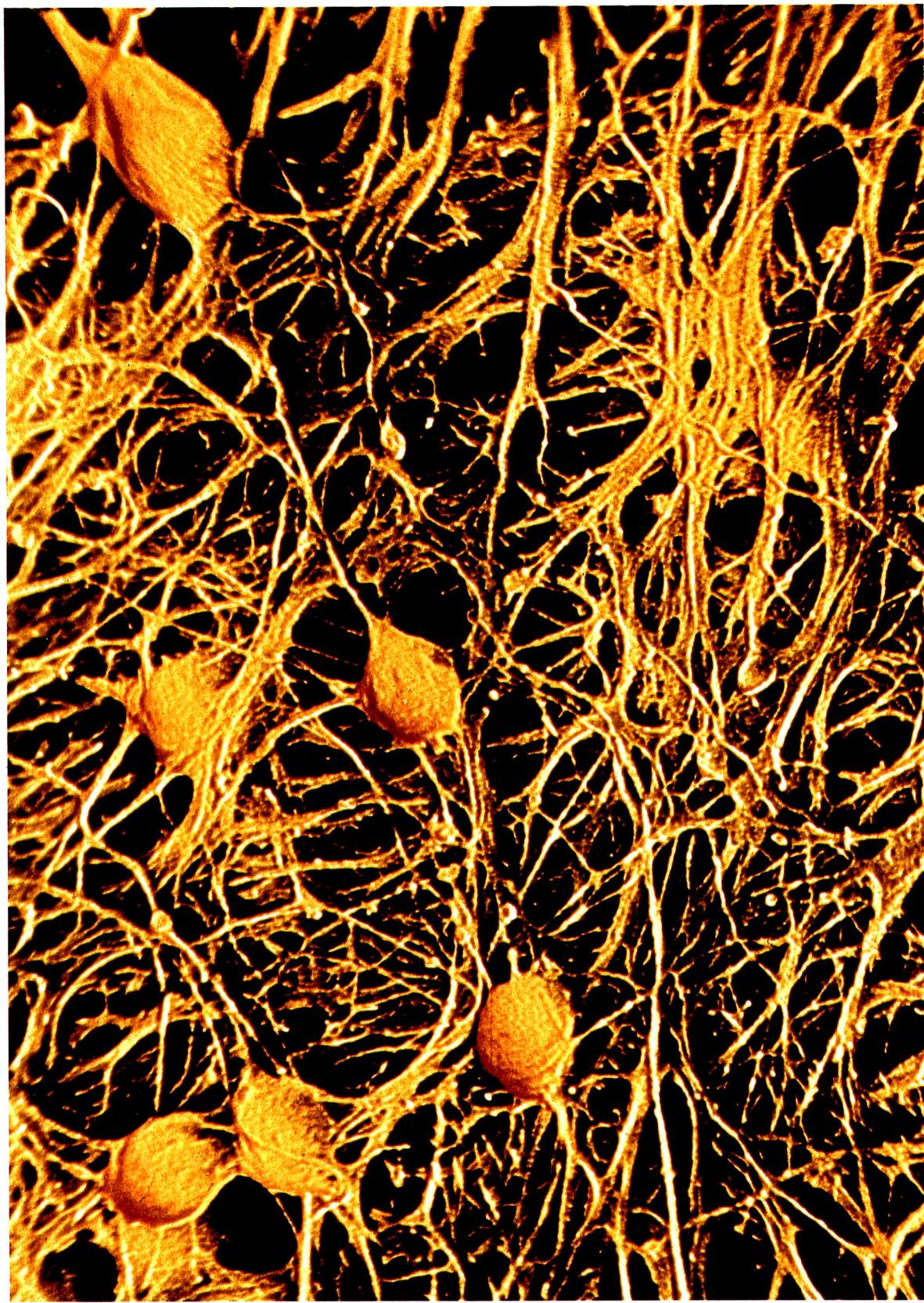
- Télécommande à infrarouges à 24 fonctions
- Sortie casque à niveau réglable
- Triple faisceau laser
- Double fréquence d'échantillonnage avec filtre digital
- Programmation de 15 plages
- Recherche musicale automatique AV/AR
- Compatible mini-CD.

Réf. 429049 (prix normal : 2490 F - prix spécial : 1490 F)

**TANDY®**

DÉJÀ PLUS DE 260 MAGASINS EN FRANCE

HI-FI - ÉLECTRONIQUE - TV - VIDÉO - MICRO INFORMATIQUE



# LES ORDINATEURS “NEURONNAUX”

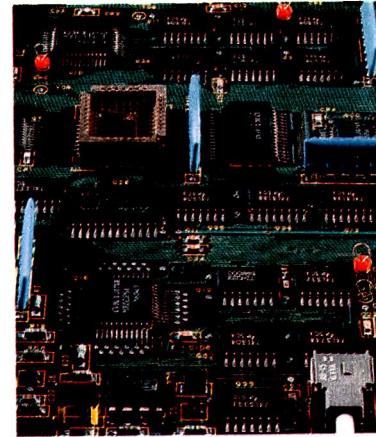
*Les ordinateurs classiques sont de lourds logiciens dépourvus de bon sens et d'intuition.*

*Ils surpassent, certes, le cerveau humain pour calculer rapidement l'orbite d'une planète, mais ils sont incapables, par exemple, d'identifier un visage, ce qu'un enfant sait faire en un clin d'œil.*

*Les nouveaux ordinateurs “neuronaux” ou “connexionnistes” vont changer tout cela.*

**S**i on ne peut pas remplacer le cerveau, brillant décideur, par un ordinateur, laborieux analyste, remplaçons l'ordinateur par le cerveau. Telle est l'idée, apparemment rétrograde, des “connexionnistes”, également connus sous le nom de “neuro-informaticiens”. Cette idée n'est pas neuve. Elle avait été oubliée pendant une quinzaine d'années. Elle vient de faire un retour fracassant : à la dernière conférence des spécialistes du connexionnisme, à San Diego (Californie) en juillet dernier, Jasper Lupo, de la DARPA (Agence des projets de recherche avancés du Département de la Défense des Etats-Unis) a littéralement stupéfié les participants en annonçant que d'ici quelques années les forces armées investiraient près d'un milliard de dollars dans les recherches en ce domaine. Le connexionnisme, a ajouté Lupo, «est plus important que la bombe atomique». On se demanda s'il plaignait...

Le “connexionnisme” se distingue radicalement des travaux plus classiques visant à développer l’“intelligence artificielle” des ordinateurs. Les programmes d’intelligence artificielle tendent à reproduire, à l'aide des ordinateurs, les processus de raisonnement logique du cerveau. Le connexion-



L'ordinateur “neuronal” ne diffère pas d'un ordinateur classique par l'aspect de ses circuits (ci-dessus), mais il fonctionne d'une manière qui l'en démarque totalement. En fait la circulation de l'information y ressemble aux échanges d'influx nerveux entre les neurones du cerveau humain (ci-contre).

nisme, lui, crée de nouveaux algorithmes et de nouvelles architectures de machines dont la conception s'inspire directement du cerveau. Le neuro-ordinateur apprend à partir d'exemples, par tâtonnements successifs, et se programme lui-même. La différence est de taille.

Les programmes d'intelligence artificielle procèdent de façon logique et séquentielle. D'une étape à la suivante, une action quelconque est décomposée en une succession d'actes et de décisions élémentaires. Dans ce genre d'opérations, l'ordinateur dépasse de loin la puissance de calcul du cerveau humain.

Malheureusement, l'intelligence artificielle n'a pas, comme le cerveau, la capacité de généraliser à partir d'exemples et de faire des associations si celles-ci n'ont pas été explicitement programmées. C'est que la voie logique et séquentielle n'est pas la plus performante. Par exemple, un ordinateur programmé pour jouer aux échecs est incapable de rivaliser avec un champion; tout au plus peut-il s'opposer à un bon joueur.

Un bon joueur utilise la déduction ; il tient compte du mouvement possible des pièces ; il explore les possibilités deux, trois, cinq ou six coups à l'avance. Avec sa rapidité de calcul, qui lui permet d'explorer en quelques secondes des milliers de possibilités, l'ordinateur fait bien mieux que l'homme. Et dans la plupart des cas, il gagne la partie.

Mais un grand-maître d'échecs ne procède pas de la même façon que l'amateur. L'étude de sa façon de jouer, du déplacement de ses yeux pendant une partie, montre qu'il n'envisage pas les possibilités de mouvement des pièces qui l'intéressent à un moment donné du jeu. Son regard englobe l'échiquier tout entier, ou un secteur de cet échiquier. Il ne suit pas le processus de décision logique séquentielle, prévoyant les mouvements possibles de telle ou telle pièce, mais possède une vision globale, inconsciente, de l'ensemble, qui mène à sa décision. Contre un ordinateur programmé pour jouer aux échecs au plus haut niveau, le bon joueur perd, mais le maître gagne.

Le but des connexionnistes est de développer des algorithmes ayant une dynamique comparable à celle de ces champions. Les réseaux neuronaux de la machine, comme ceux de l'homme, explorent simultanément, "en parallèle", plusieurs hypothèses, au lieu d'en suivre une seule.

Un exemple de problème qu'un réseau neuronal peut résoudre plus efficacement que l'ordinateur séquentiel est le "problème du voyageur de commerce". Le territoire de ce VRP englobe, disons, dix villes qu'il doit visiter. Comment calculer le parcours le plus court ? Pour dix villes, il y a 1 814 400 itinéraires possibles ! Un ordinateur peut être programmé pour calculer toutes les distances et choisir le trajet le plus économique. Mais s'il y a 30 villes

à visiter, il y a plus de  $10^{30}$  itinéraires à calculer, et, face à ce nombre astronomique, la rentabilité du système logique et séquentiel s'effondre. D'autant plus qu'un professionnel, disposant de son seul cerveau et de son expérience de VRP, résoud le problème en quelques minutes.

En 1982, le physicien John Hopfield du California Institute of Technology a montré qu'un réseau connexionniste peut résoudre ce même problème plus rapidement et plus économiquement. Comment ? Non pas en programmant un ordinateur pour suivre les procédures séquentielles d'exploration exhaustive de tous les trajets possibles, mais en montant un circuit dont l'organisation imite celle des circuits cérébraux et permet une sorte de vision globale du problème. Les ordinateurs connexionnistes fonctionnent comme le cerveau, ou s'efforcent de le faire. Ils font des généralisations et des associations originales, lisent des chiffres et des mots écrits à la main, apprennent les verbes irréguliers, identifient un visage à partir d'un fragment de photographie, mais font parfois des erreurs dans la table de multiplication.

Le genre de données utilisées (et de réponses fournies) ne sont pas les mêmes pour les réseaux connexionnistes et ceux de l'intelligence artificielle. Un réseau connexionniste est apte à traiter les informations brutes du monde réel : bruits, couleurs, formes et odeurs, alors que l'intelligence artificielle excelle à résoudre de façon séquentielle des problèmes logiques présentés sous forme symbolique.

Logiciels d'assistance avant tout, les systèmes experts tentent d'imiter le raisonnement humain dans un contexte bien précis. Leur fondement reste donc une banque de données, aussi complète que possible, destinée à conseiller leurs utilisateurs s'ils sont placés devant une situation inattendue. Qui plus est, ce qui caractérise un système expert par rapport à une banque de données standard, est sa faculté d'auto-enrichir sa banque de données de base en fonction des nouveaux cas présentés. Il devrait donc, du moins en théorie, tout comme un humain, acquérir l'expérience des situations vécues "sur le tas".

Cependant ses possibilités seront éternellement figées pour un domaine ou un secteur d'application bien précis. Un système expert en météorologie, par exemple, sera parfaitement incapable de dire quelles sont les mesures à prendre si un fusible saute sur votre installation électrique.

Pour les circuits neuronaux, le concept de base est, par contre, totalement différent. Au départ, ils ne savent rien faire, en contrepartie ils sont ouverts à tout. Leur première vocation était d'effectuer efficacement une fonction de filtrage de l'information, au sens large du terme. Il s'agissait donc essentiellement de reconnaître une information noyée dans du

bruit de fond. Pour cela le circuit suivait un apprentissage ; on "l'éduquait" en lui présentant les divers cas répertoriés et en lui "montrant" le résultat attendu.

Le plus étonnant dans tout cela, c'est que dans bien des cas, la cuisine interne qu'effectuait le circuit sur l'information présentée était difficilement décortiquable, même par ses concepteurs, mais le résultat était là... ça marchait. Enfin, disons plutôt que ça marchait presque toujours car, comme dans le cas d'un enfant qui apprend à lire, par exemple, ce type de circuit commet parfois des erreurs grossières ou des imprécisions, mais qui sont facilement rattrapables par des moyens informatiques conventionnels.

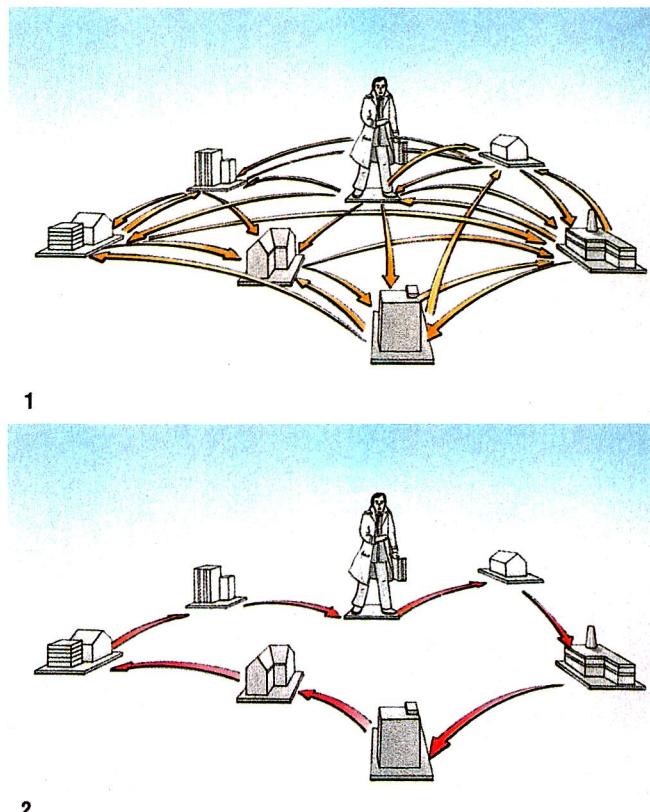
En plus de cette souplesse d'adaptation les circuits neuronaux présentent l'avantage de pouvoir corrélérer deux événements similaires mais dans un contexte totalement différent. Pour en revenir à notre système expert en météo, si la question concernant un fusible avait été posée à un ordinateur équipé de circuits neuronaux, bien que toujours spécialisé en météo, il aurait sans doute en premier lieu demandé si la foudre était tombée dans votre région ou s'il y avait dernièrement eu un violent orage... D'où l'énorme intérêt que suscite ce type de circuit.

En ce sens le réseau connexioniste se rapproche de l'homme, qui excelle dans ses rapports avec un monde inorganisé qui lui offre, dans le désordre, des stimuli visuels, auditifs, olfactifs et tactiles. A partir de ceux-ci, les hommes apprennent à associer, à reconnaître les gens et les choses. L'apprentissage associatif semble facile chez l'homme : on reconnaît, sans savoir pourquoi, quelque chose que l'on a vu occasionnellement, ou qui ressemble à quelque chose d'autre que l'on a peut-être vu ailleurs...

Il n'est certes pas question, pour l'ordinateur connexioniste, de dupliquer la structure du cerveau et de ses composantes, mais de s'en inspirer. La communication entre les quelque  $10^{11}$  (soit cent milliards) de neurones qui forment le cerveau se fait en nous électrochimiquement. Un courant électrique déclenché dans un neurone se déplace le long de l'axone de cette cellule nerveuse jusqu'à une discontinuité, la synapse, qui la sépare du neurone suivant. Là, le neurone libère des substances chimiques, les neurotransmetteurs, qui passent au neurone suivant et provoquent d'autres événements électrochimiques.

Mais le processus de transmission ne se réduit pas seulement à une série de stimuli et de réponses électrochimiques qui passeraient séquentiellement d'un neurone à l'autre. La "décharge" d'un neurone, c'est-à-dire l'émission d'influx nerveux, suppose l'activation de centaines de synapses aboutissant à ce neurone. Certaines synapses sont excitatrices,

## Quel logiciel pour le voyageur de commerce ?



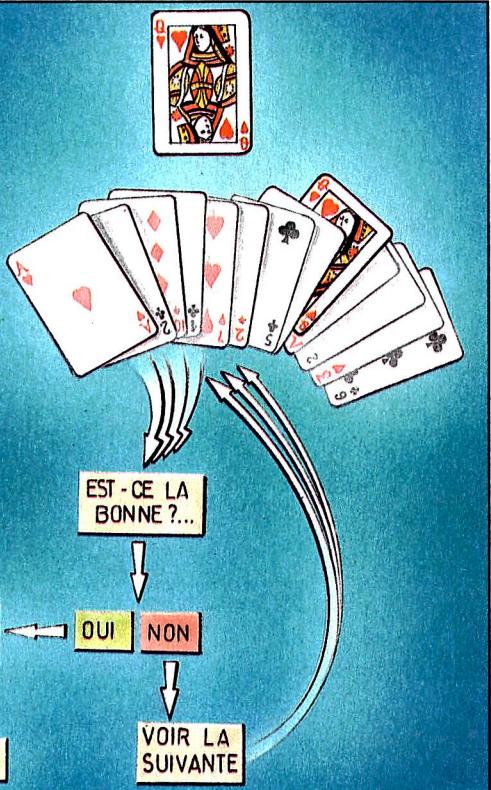
Pour déterminer le circuit le plus court qui doit permettre au voyageur de commerce de visiter tous ses clients en faisant le moins de kilomètres, un logiciel classique ne pourra le faire qu'après avoir calculé systématiquement tous les itinéraires possibles (1). Le nombre total de circuits est donné par la formule  $n(n - 1)/2$ , où  $n =$  le nombre de clients. Dans notre exemple, cela donne 15 itinéraires de 7 tronçons chacun à calculer et à comparer les uns aux autres. En multipliant les clients, on atteint très vite à un nombre astronomique d'opérations à exécuter, d'où la mobilisation de la machine à des tâches bêtement répétitives. Un logiciel "connexioniste", qui fonctionne un peu à la manière d'un cerveau humain, aura, lui, une approche "globale" et arrivera, en une seule approximation, à trouver "une bonne solution" (2).

favorisant une décharge, alors que d'autres sont inhibitrices, supprimant certains signaux qui, autrement, auraient activé le neurone jusqu'à le faire décharger.

Les neurones ne déchargent que si le signal total est assez puissant ; chaque neurone a son seuil, en dessous duquel il reste silencieux, et au dessus duquel il décharge. Ce neurone fait donc la somme de tous les signaux d'excitation et d'inhibition de ses milliers de connexions avant de "décider" s'il va décharger ou non.

Par exemple, imaginons qu'un neurone N est doté

## L'ordinateur classique raisonne, ...



Imaginons un ordinateur classique doté d'une caméra vidéo. Pour qu'il puisse identifier une carte qu'on lui présente, il faut qu'il la compare systématiquement à toutes les cartes du jeu, que l'on aura au préalable (lors de la programmation) enregistrées dans sa mémoire. Jusqu'à ce qu'il tombe sur celle qui lui correspond exactement. On peut lui présenter la même carte autant de fois que l'on voudra, sa démarche sera la même ; il ne retient pas son expérience. De plus, si la Dame de cœur présentée a un graphisme légèrement différent, ou si le dessin est seulement sali, il a toutes les chances de ne pas trouver.

d'un seuil de 2, et qu'il a deux connexions, A et B. Si ni A ni B ne sont activés, le neurone N ne s'active pas. Si A seul ou B seul est activé, N reste inactif. Il ne décharge que si A et B sont tous deux activés. Si l'on abaisse le seuil d'excitation du neurone N à 1, il suffit qu'un seul neurone, A ou B, soit actif, pour que N décharge. Il déchargera aussi, bien sûr, si les deux neurones A et B sont activés. En réalité, le réseau devient d'une grande complexité. Les neurophysiologistes pensent que les 100 milliards de neurones du cerveau humain forment quelque cent mille milliards ( $10^{14}$ ) de connexions.

Si le détail de ce qui se passe dans le cerveau reste un casse-tête, on connaît néanmoins certains processus neuronaux. On pense, par exemple, que dans le système nerveux l'apprentissage se fait par

repérage de corrélations. Supposons, par exemple, que l'événement 1 stimule le neurone A, alors que l'événement 2 stimule le neurone B. Lorsque les événements 1 et 2 se produisent simultanément, la connexion entre A et B se renforce. Si, en outre, un neurone Y est connecté à A et un neurone Z à B, les connexions entre Y et Z se renforcent également.

Une telle chaîne de réactions est une base possible, en théorie tout au moins, de l'apprentissage associatif. (Ce modèle d'apprentissage est dit modèle de Hebb, du nom de Donald Hebb, psychologue canadien, qui l'a proposé il y a déjà 40 ans.)

Une machine capable d'apprendre doit donc être dotée de l'équivalent de ces synapses modifiables, qui sont les bases physiologiques de l'apprentissage. Ces équivalents sont des relais de transmissions dont le seuil de décharge peut varier. En électronique, l'équivalent d'une synapse est un résistor, dont la fonction est de régler la quantité de courant qui peut passer d'un transistor (en biologie, son équivalent est le neurone) à un autre. Un résistor ajusté à une faible valeur forme une connexion forte, et vice-versa. Selon que la réponse fournie à la sortie correspond ou ne correspond pas à la réponse désirée, on peut abaisser ou augmenter la valeur des résistors (en biologie, le seuil de décharge de la synapse) pour renforcer ou inhiber le passage du signal.

Dans un ordinateur connexionniste, des composants électroniques imitent les neurones (mais ce ne sont encore que de pâles imitations). On fixe un seuil à chacun des dispositifs tels que relais, tubes ou transistors, et on les relie. Le résultat est le squelette d'un neuro-ordinateur simple : une machine-cerveau avec des succédanés électroniques à la place des cellules vivantes.

En 1958, Frank Rosenblatt, psychologue au Laboratoire aéronautique de Cornell, construisit le "perceptron", une machine qui s'inspirait de l'organisation du cerveau. Depuis, d'autres "perceptrons" ont été mis au point. Leur principe est le suivant. Les succédanés de neurones sont arrangés sur trois niveaux : les neurones sensoriels qui reçoivent l'information, les neurones moteurs qui transmettent les réactions à cette information, et entre les deux, les interneurones (de loin les plus nombreux), qui communiquent avec les deux autres niveaux, et entre eux, pour traiter l'information.

La performance des premiers "perceptrons" était limitée, et on ne leur trouva aucune utilité pratique. En outre, une autre mariée semblait bien plus belle : on avait mis au point de nombreux programmes d'intelligence artificielle, les "systèmes experts", qui tentaient de suivre, de façon séquentielle, les étapes du raisonnement humain. Tout principe de raisonnement était décomposé en "tâches" élémentaires. Cela conduisait à la mise en place de "petites cases

fonctionnelles" sur une structure arborescente. Les liaisons vers les cases suivantes ne s'effectuaient que si les tests des cases précédentes avaient été effectués correctement. De là, la notion de raisonnement séquentiel ; le programme ne pouvait passer à l'étape suivante si une tâche n'avait pas trouvé de solution. Si le système s'était fourvoyé dans son raisonnement sur une étape, il devait donc rebrousser chemin pour envisager une nouvelle solution.

Ainsi, des machines dotées d'intelligence artificielle peuvent jouer aux échecs, faire des analyses biologiques, assister au diagnostic médical, décrire des orbites — réaliser, en somme, des opérations logiques plus efficacement et plus rapidement que des experts humains. S'ensuivit un désintérêt envers les réseaux neuronaux (et un assèchement total des fonds pour la recherche).

Cependant, il restait des problèmes face auxquels les programmes d'intelligence artificielle restent impuissants, ou inefficaces. Ce sont pour la plupart des problèmes du monde réel, qui ne se prêtent pas à des solutions strictement logiques et séquentielles, ou pour lesquels une telle approche est trop lourde ou trop partielle, n'explorant qu'un pan du problème. On peut citer, entre autres, les problèmes de reconnaissance de formes et de sons qui, dans la vie réelle, sont souvent noyés dans des bruits de fond.

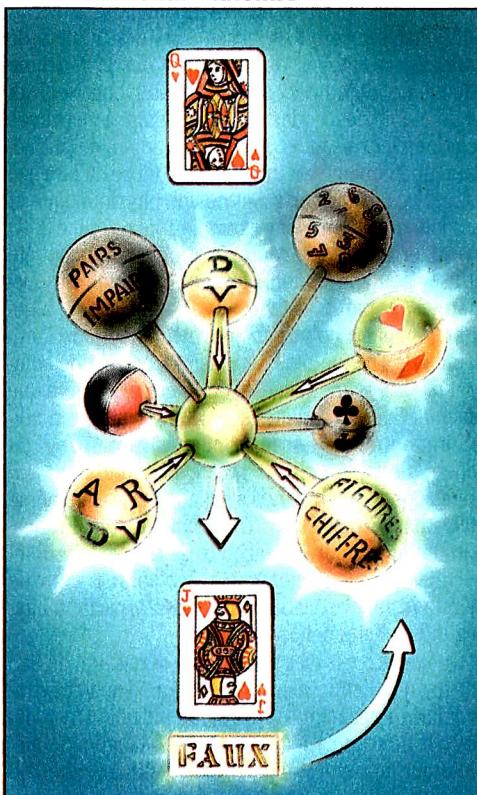
Le cerveau humain excelle à résoudre de tels problèmes. Il suffit de voir comment plusieurs conversations peuvent s'entrecroiser sans interférer avec la compréhension des interlocuteurs, comment on reconnaît une personne que l'on voit de dos, ou que l'on n'a pas vue depuis 20 ans, ou bien encore de constater qu'un bébé de quelques jours reconnaît sa mère, pour comprendre l'extraordinaire efficacité du cerveau dans certains domaines où les programmes d'intelligence artificielle se comportent comme des novices.

Le connexionisme fait donc un retour en force. Les connexionnistes ont bénéficié des nouvelles connaissances en neurobiologie, qui permettent de mieux comprendre les interactions entre les neurones. Des couches de transistors cachés ont été ajoutées aux réseaux ; ces couches correspondant aux interneurones cérébraux qui ne reçoivent pas d'impulsions sensorielles, et n'émettent pas non plus d'impulsions motrices comme le font les neurones "de sortie", mais communiquent avec les deux.

On a mis au point des programmes d'auto-correction, qui permettent aux réseaux de comparer leurs réponses avec des réponses standard, et d'ajuster la valeur des "synapses" pour se rapprocher des bonnes réponses. Ce sont des algorithmes d'apprentissage (ou de "rétro-propagation de gradient" pour les réseaux multi-couches).

Terry Sejnowski, de l'université Johns Hopkins, a mis au point un réseau neuronal, baptisé NetTalk,

### ... le "neuronal" tâtonne



Avec ce nouveau type d'ordinateur, l'approche est plus globale, et la série de tests beaucoup plus limitée. Par exemple, à la question : "figure ou chiffre ?", s'il répond "figure", il sautera tous les tests sur les chiffres ("pairs ou impairs ?", etc.). Puis, s'il répond "rouge" à la question "couleur", il passera à la question "cœur ou carreau ?" et sautera "pique ou trèfle ?". Etc. Lorsqu'il annonce un résultat, l'ordinateur mémorise sa configuration, c'est-à-dire le "cheminement" qu'il a suivi pour y aboutir. Certes, au départ, des imprécisions, voire des erreurs seront commises (comme ici, la réponse "valet de cœur"). Cependant, lorsqu'on lui notifie son erreur, il ne la répète pas. Partant de nouveaux essais successifs, il arrive à la bonne réponse, qu'il mémorise. Cet "apprentissage" lui permet d'évoluer sans cesse, jusqu'à devenir beaucoup plus rapide qu'un ordinateur fonctionnant selon le schéma conventionnel. Mais l'un n'exclue pas l'autre : pour le calcul de précision, l'ordinateur conventionnel est plus performant, alors que pour tous travaux de reconnaissance de formes, de parole, de signaux électroniques (transmissions radio, par exemple), l'ordinateur "connexionniste" est infiniment plus efficace.

qui a appris grâce à un tel algorithme à prononcer l'anglais à partir de textes écrits. Ce système est couplé à un "enseignant", un programme doté de l'information nécessaire pour relier une lettre au son correspondant, selon la position de cette lettre dans le mot. A force de corrections, la couche interne "apprit" à prononcer.

Malgré de nombreuses tentatives, on n'a pas

réussi à comprendre exactement le fonctionnement des couches internes de la machine, car il aurait fallu analyser ce qui se passe dans des milliers de connexions établies ou modifiées par la machine elle-même. Sejnowski a pu constater que NetTalk avait établi des codes correspondant à certaines relations lettre-son, et isolé des groupes de phonèmes (un phonème est un élément sonore du langage articulé considéré du point de vue physiologique et acoustique, comme par exemple : "ma - chine").

L'algorithme de rétropropagation a également été utilisé pour la reconnaissance de cibles sous-marines à partir d'échos sonar. Un autre algorithme, mis au point par Teuvo Kohonen, de l'université de Technologie de Helsinki, permet de comprendre la voix humaine — première étape vers une machine à écrire phonétique. Kohonen, qui, en collaboration avec l'Asahi Chemical Company au Japon, a mis au point le prototype d'une telle machine, connaît le finlandais et le japonais. Le même algorithme, adapté par Thomson CSF en France, permet de résoudre de façon très efficace le problème du voyageur de commerce, et d'aborder ceux de stéréovision (reconstitution du relief à partir d'images bidimensionnelles, plates).

Quelques exemples présentés à la réunion de San Diego en juillet dernier donnent une idée de l'extraordinaire expansion du connexionnisme. On y découvre un prototype de système de diagnostic médical qui, après un apprentissage sur à peine 300 patients, attint les capacités des systèmes équivalents d'intelligence artificielle les plus avancés ; un système de reconnaissance de visages, baptisé "Excalibur", qui "reconnut" même le visage de George Washington sur une pièce américaine de 25 cents ; un système de reconnaissance de signatures, un autre d'apprentissage de transactions boursières, de simulation d'atterrissement de fusée spatiale, d'analyse des images, de reconnaissance de cibles militaires, de diagnostic de douleurs lombaires (qui permet de mieux les classer), et des systèmes (français) pour le dépistage du syndrome de rejet d'une transplantation rénale et l'interprétation de mammographies pour le dépistage du cancer du sein.

On présentait même à San Diego un système qui pouvait sembler bien trivial, mais accomplissait une performance typiquement humaine qui fit les délices des participants : tenir en équilibre, à la verticale, un manche à balai sur un chariot animé de mouvements désordonnés. Significatif de la renaissance du connexionnisme : ce système avait été mis au point dans les années 1950 par Bernard Widrow — aujourd'hui directeur scientifique du projet DARPA de recherches dans le domaine des réseaux neuronaux. Au California Institute of Technology, on a conçu une rétine artificielle pour l'interprétation des images, et une cochlée artificielle pour

celle des sons.

Les connexionnistes ne vont pas dupliquer le cerveau avec des composantes électroniques — pas plus que les aéronauticiens ne font des avions qui battent des ailes. Mais les systèmes connexionnistes se rapprochent néanmoins du cerveau humain dans la mesure où ils apprennent sans appliquer des règles de logique, établissent des associations nouvelles, et surtout donnent de bonnes réponses (même si ce ne sont pas toujours les meilleures). Après hardware — la "quincaillerie", en anglais (1), désignant le matériel, et le néologisme software — de soft = mou (2) — pour décrire les programmes, les connexionnistes ont introduit un nouveau terme dans le vocabulaire des informaticiens : wetware (de wet = humide) qui rappelle que le cerveau est surtout composé... d'eau !

S'il est traditionnel d'opposer les modèles symboliques, classiques en intelligence artificielle, aux modèles connexionnistes, Françoise Fogelman-Soulié, directrice du Laboratoire d'intelligence artificielle (université de Paris V), insiste sur une distinction fondamentale pour ce qui est des problèmes d'apprentissage : « Les modèles symboliques sont des techniques qui doivent être plutôt utilisées sur des connaissances de haut niveau, pour lesquelles on possède déjà descripteurs conceptuels et règles, alors que les techniques connexionnistes semblent particulièrement adaptées aux problèmes d'apprentissage bas niveau, dans lequel les données sont brutes et souvent bruitées (comme c'est le cas par exemple dans les problèmes de perception). »

L'avenir, c'est sans doute l'association des deux. Jusqu'à présent, on ne sait pas faire intégrer de tels modules ni entre eux, ni avec des systèmes symboliques, et ceci constitue une limite grave aux modèles connexionnistes actuels, dit encore le Dr Fogelman-Soulié. « Le développement d'applications industrielles complexes (systèmes de vision, de compréhension de parole, d'interprétation de signaux, de pilotage de grandes unités...) exigera certainement la coopération des approches connexionnistes pures avec des modules de type symbolique. Les machines "intelligentes" de demain pourraient comporter des modules connexionnistes spécialisés, contrôlés par des systèmes symboliques. »

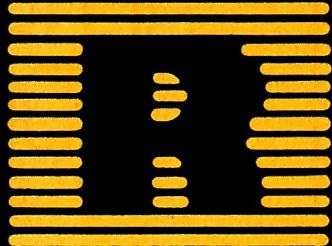
Alexandre Dorozynski

(1) Quincaillerie car il s'agit de composants électroniques soudés sur un circuit imprimé, ou carte. Dans certaines applications ceci a donné lieu aux *wired computers*, ordinateurs à logique câblée ; dispositifs extrêmement rapides pour l'exécution de certaines "tâches" mais se cantonnant à elles seules sans possibilité aucune de modification ou d'évolution.

(2) Ici, contrairement au *wired computers*, il s'agit de données placées dans la mémoire du microprocesseur ou de l'ordinateur. "Mou" est donc à prendre ici dans le sens de malléable ; il est possible de changer des données sans devoir modifier le câblage "hard" des circuits électroniques. Tous les logiciels actuels sont du "soft". Il est, heureusement, possible de changer de programme sur un ordinateur, même familial, sans devoir pour autant acheter une nouvelle machine.

# RANDOM

L'INFORMATIQUE  
EN TOUTE SECURITE



- 23 CENTRES DE SERVICES EN FRANCE ET 2 EN SUISSE
- UN PARC INSTALLÉ SUPÉRIEUR A 12 000 SYSTÈMES PERSONNELS
- INGÉNIERIE EN CONNEXIONS
  - RÉSEAUX LOCAUX
  - TÉLÉCOMMUNICATIONS ET VIDÉOTEX
  - CAO, DAO, PAO
  - BUREAUTIQUE AVANCÉE
- 300 PERSONNES A VOTRE SERVICE
- UNE OFFRE GLOBALE EN INFORMATIQUE ET EN BUREAUTIQUE

...FONT DE RANDOM LA PREMIÈRE SOCIÉTÉ DE DISTRIBUTION  
ET DE SERVICES INFORMATIQUES FRANÇAISE



Pour obtenir gratuitement un abonnement à la revue d'informations "RANDOM Actualités" adressez votre carte de visite  
à RANDOM France - 9, rue Maryse-Hilsz, 92300 LEVALLOIS  
ou appelez le Centre Random le plus proche (liste des Centres sur Minitel : 36 14 code RANDOM).

# PÉTROLE : APRÈS LE FORAGE LE DRAINAGE

*sous Paris. Des idées aussi : nos ingénieurs ont mis au point une méthode de forage horizontal qui permet de récupérer dans un gisement beaucoup plus de brut que le procédé actuel.*

**L**es réserves pétrolières dans le monde sont fort mal exploitées : on ne récupère en moyenne que 25 à 30 % de l'huile présente dans les gisements. En augmentant ce taux de 1 à 2 % seulement, on enrichirait considérablement les ressources en énergie. L'améliorer jusqu'à 50 %, voilà qui permettrait d'accéder à 30 ou 40 milliards de tonnes de brut supplémentaires, soit l'équivalent de près de la moitié des réserves mondiales estimées. Aussi, chez les pétroliers, la grande hantise est d'accroître la productivité des gisements.

Depuis 1859, date à laquelle le légendaire colonel Drake fora le premier puits de l'histoire (1), tout bon foreur ne connaît qu'une seule direction pour creuser : la verticale. Américains, Soviétiques et Chinois ont bien tenté quelques expériences de forage horizontal dans les années 50 et 60, mais ont été rebutés par les difficultés techniques. Ce procédé est pourtant bien séduisant : si le puits vertical, qui s'apparente à une "paille" qu'on introduit dans un sous-sol imbibé d'hydrocarbures, ne récolte le pétrole qu'aux abords immédiats du trou, le puits horizontal, lui, agit comme un véritable drain. Courant à l'horizontale dans l'épaisseur du gisement, il le parcourt sur une bonne partie de son étendue, qui peut atteindre plusieurs kilomètres ; il récupère par ses multiples orifices une bien plus grande quantité d'huile que l'ouverture unique d'un puits vertical.

Ce qui était vrai dans la théorie l'est maintenant dans la pratique : Elf Aquitaine et l'Institut français du pétrole (IFP) ont réussi la gageure ; leur technique est aujourd'hui appliquée sur le champ pétroli-

fère offshore de Rospo Mare, dans l'Adriatique italienne. Ce bassin, à 1 300 mètres sous le niveau de la mer, n'aurait jamais pu être rentablement exploité par les moyens traditionnels.

Un forage classique s'exécute avec un train de tiges rigides en rotation, solidaire du trépan qui, en tournant, attaque le terrain pour y creuser un trou. Ce dispositif convient très bien aux forages verticaux et peut s'employer aussi dans les forages légèrement déviés, lorsqu'on veut éviter une masse de roches très dures, contourner une couche de granit, par exemple. Il n'est plus du tout approprié à des angles de creusement importants. On a tenté d'utiliser pour cela des tiges souples, mais les essais ont toujours échoué : ces pièces se vrillent et s'enroulent très rapidement sous l'effet de la torsion.

On est donc revenu aux tiges normales, rigides mais pas absolument, car elles ont quand même une petite possibilité de flexion : 1,5° d'angle par 10 m de longueur, qui est généralement celle de chacun des tubes qui composent l'ensemble du système. Pour imprimer une courbure de 90° à ces éléments, c'est-à-dire arriver à placer les tiges de tête à l'horizontale dans le sous-sol, on est obligé de leur faire faire un important détour, le développement de l'arc de cercle mesurant 600 m.

Une fois atteinte la position horizontale, et pour progresser dans le gisement, il n'est plus question de faire tourner le train de tiges comme dans un forage "droit" ; le rayon de courbure ne permet pas de transmettre un mouvement de rotation jusqu'au fond du puits. Et pourtant, il faut bien que le trépan tourne ; sinon, comme avancerait-on ?

Pour actionner les cônes dentés de l'outil qui

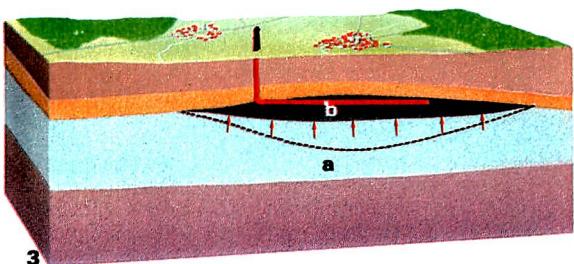
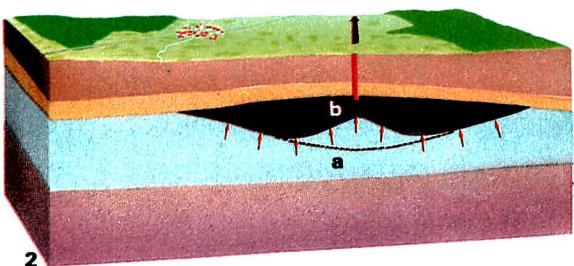
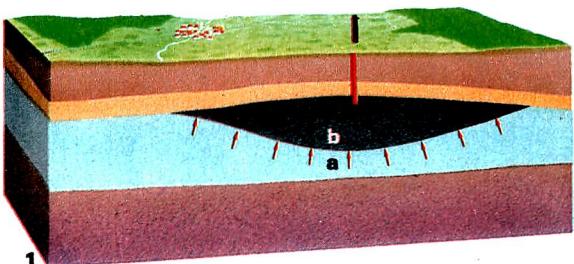
doivent broyer la roche, on se sert alors du plus précieux allié du forger : la boue de forage. Dans la technique pétrolière traditionnelle, en effet, on envoie une boue spéciale à l'intérieur des tubes creux qui forment le train de tiges. Cette matière joue plus d'un rôle : 1. Elle lubrifie les tiges et le trépan. 2. En remontant par l'espace annulaire qui sépare le tubage des parois du trou, elle évacue les déblais de creusement vers la surface. 3. Sa fluidité, réglée et contrôlée en permanence, permet notamment d'éviter l'éruption brutale d'un puits au moment où, en fin de forage, le trépan touche un gisement de pétrole, une poche de gaz ou une nappe d'eau souterraine.

**Dans le cas d'un forage horizontal**, le jet de boue sous pression est en outre utilisé pour entraîner les molettes de coupe

du trépan au fond du trou. La boue joue ici un autre rôle, encore plus inattendu : celui d'un moyen de transmission de l'information. En effet, comme pour tout forage, de multiples mesures de contrôle doivent être effectuées tout au long des travaux, pour reconnaître la nature des roches traversées, analyser leur porosité et leur élasticité, ou encore évaluer l'épaisseur du gisement. Au fond du trou, ces mesures concernent, outre les données géologiques, le couple et le poids appliqués sur l'outil, la résistivité électrique de la formation géologique rencontrée. Pour ces mesures, on procède par gammagraphie, qui détermine ces paramètres d'après le comportement des noyaux atomiques des roches bombardées par des rayons gamma ; par mesures acoustiques, qui apportent des renseignements grâce au temps mis par des ondes sonores pour traverser la roche ; par mesures électriques, car la résistivité d'un milieu est fonction de sa viscosité.

Dans un forage vertical, il est possible de remonter le train de tiges tout entier pour descendre à des milliers de mètres sous terre, au bout d'un câble conducteur, une batterie complète d'instruments, de sondes et de capteurs. Des ordinateurs en surface traitent les données et permettent leur interprétation immédiate sur le chantier.

**Le puits vertical.** Le volume de pétrole qui jaillit à l'air libre (1) est remplacé dans la roche-réervoir (a) par l'eau de la roche-mère (b). Sous le forage, cette eau monte (2) jusqu'à atteindre le tuyau d'extraction. Pour continuer d'exploiter le gisement, il faudrait alors forer à d'autres endroits. Sans compter qu'il est impossible, avec ce type de puits, de récupérer du pétrole gigantesque sous une ville ; on voit mal, en effet, un derrick et toute l'infrastructure qui l'accompagne installés en plein Paris pour récupérer le pétrole enfoui sous la capitale !



**Le puits horizontal**, à la manière d'un drain, extrait le pétrole sur toute l'étendue du gisement. Son rendement est maximal, la montée de l'eau étant répartie sur toute la longueur du tuyau horizontal (3). Quant au pétrole sous Paris, aucun problème pour le récupérer.

Cette opération n'est pas pensable pour un forage horizontal. Retirer et remettre en place les tiges dans un système de puits aussi "biscornu", serait un exercice scabreux. S'il est facile de diriger un train de tiges dans un trou vertical et droit, il en est tout autrement dans un trou qui décrit une courbe sur toute une partie de son trajet. Déterminer à tout moment l'inclinaison et la position du trépan est ici une affaire très délicate — cela se fait au moyen d'un gyroscope. Il n'est pas non plus question de relier le fond à la surface en passant un câble à travers le train de tiges creuses ; la boue sous pression, qui contient des produits abrasifs et des pierres, aurait tôt fait de le détruire.

On a donc songé à utiliser la boue de forage elle-même pour transmettre les informations du fond sous forme d'ondes de pression codées — un peu comme les prisonniers qui communiquent entre eux en tapant sur les canalisations, sauf qu'ici il s'agit d'infrasons. Ces signaux parviennent en surface toutes les 20 secondes. Un logiciel spécial élimine à l'arrivée les nombreux bruits indésirables qui parasitent la transmission. Mis au point aux USA, le "code d'impulsions de boue" (*Mud Pulse Code*) s'apparente au langage binaire de l'informatique et se laisse traiter par ordinateur. L'ensemble



## UN GISEMENT DE PÉTROLE À L'AIR LIBRE

Le gisement sous-marin de Rospo Mare dans l'Adriatique, à quelque 200 km au large de la côte italienne, a une particularité unique et d'un grand intérêt didactique : la formation géologique où sont piégés les hydrocarbures, à 1 310 m sous le sol de la mer, se prolonge en grimpant progressivement, jusqu'à émerger à l'intérieur des terres, dans la région d'Apricena, sur la presqu'île de Gargano.

Là, des carrières à ciel ouvert (extraction d'une pierre d'ornement) ont mis à nu de grandes coupes de terrain retracant l'histoire du gisement pétrolier. L'étude de ces formations géologiques a indiqué que, au Jurassique inférieur, il y a 195 millions d'années, s'est formée la roche-mère, siège de la lente transformation de déchets organiques et végétaux en pétrole et eau. Cette roche n'est pas visible ici, étant sous le plancher de la carrière.

En revanche, on voit bien les étages supérieurs des couches calcaires qui l'ont recouverte au fil des millénaires et des mouvements du terrain au Crétacé inférieur (1), il y a 115 millions d'années. La pression dans la roche-mère a augmenté lentement suite aux réactions chimiques et organiques qui s'y sont produites, à un point tel que le pétrole, plus léger que l'eau, a été chassé vers le haut et s'est propagé dans les failles que les mouvements tectoniques ont créées dans ce calcaire, devenu roche-réservoir.

Au début du Miocène (2), il y a 22 millions d'années, la mer a repris possession de ce domaine (elle l'avait recouvert une première fois au Crétacé) et y est restée jusqu'à aujourd'hui, presque partout ; elle a de nouveau légèrement baissé au Pliocène supérieur (il y a 4 millions d'années), laissant apparaître la presqu'île de Gargano.

Du point de vue de l'exploitation pétrolière, un puits vertical est inintéressant sur un gisement de ce type, car il ne touchera — et encore, avec de la chance — que le pétrole d'une seule faille, alors qu'un puits horizontal, comme à Rospo Mare, récupère le pétrole des nombreuses failles qu'il traverse.

des instruments de mesure présents à côté du trépan est alimenté par une génératrice de courant entraînée par le flux de boue.

**L'avantage du forage horizontal** s'explique mieux si l'on se rappelle les mécanismes naturels qui ont donné naissance au pétrole et qui sont communs à l'histoire de tous les gisements. Cette huile minérale d'origine organique, mélange d'hydrocarbures, est le résultat de la lente dégradation bactériologique de dépôts sédimentaires où se sont accumulés les restes de micro-organismes animaux et végétaux marins il y a des dizaines, sinon des centaines de millions d'années. Le pétrole est né dans une roche-mère, un type de milieu physiquement favorable à son élaboration. Au fil des accidents géolo-

giques, celle-ci s'est trouvée recouverte de couches plus denses, formées de grès, de calcaire ou de dolomite, qui ont protégé de l'oxydation atmosphérique les hydrocarbures naissants. Les mouvements de l'écorce terrestre se poursuivent et engendrant de fortes pressions, l'eau qui imprégnait la roche-mère a fini par expulser les hydrocarbures, plus légers, qui sont allés s'infiltrer dans la roche qui les recouvrait. C'est dans cette roche-réservoir, ou roche-magasin, qu'ils ont achevé leur maturation, recouverts d'une formation imperméable, marné ou argile, qui a empêché le pétrole de s'échapper. D'ailleurs les milieux de la prospection pétrolière ont donné à l'ensemble roche-mère, roche-magasin et formation imperméable le nom de "piège à pétrole".

Lorsqu'un puits foré à la verticale aboutit dans la roche-réservoir, sous la pression de la nappe d'eau sous-jacente, le pétrole est poussé vers la surface. Toutefois, ce processus de pompage naturel ne livre que 10 % environ des réserves d'un gisement. Lorsque la pression devient insuffisante, on injecte de l'eau par un puits secondaire. Cette opération se poursuit tant que la teneur en eau du mélange ainsi récupéré ne dépasse pas un pourcentage déterminé.

À ce stade-là, il faut stimuler la roche-réservoir pour faciliter l'écoulement du restant des liquides qu'elle retient dans ses pores, et qui ne trouvent pas de canaux suffisamment larges ou nombreux pour

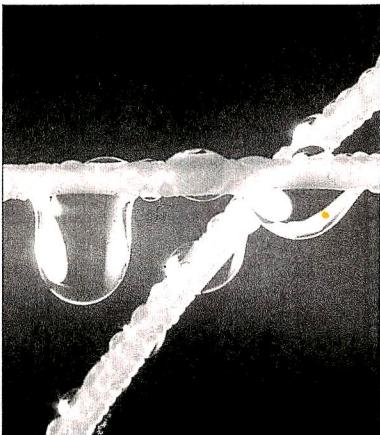
s'évacuer. Pour cela, deux méthodes : la dissolution partielle de la roche par l'injection de grosses quantités d'acide chlorhydrique, ou sa fracturation par l'envoi d'un fluide sous très forte pression, grâce à un matériel de pompage super-puissant.

Afin d'améliorer encore le rendement des puits vitaux, on met en œuvre plusieurs procédés complémentaires : le *vapor lift*, qui consiste à injecter de la vapeur d'eau à 200 °C pour diminuer la viscosité des huiles lourdes et faciliter leur remontée à travers la roche poreuse ; le *gas lift*, qui utilise le gaz carbonique, le butane ou le méthane pour chasser le pétrole de ses réduits ; le *water lift*, qui déloge les molécules d'huile piégées dans la roche-réservoir avec de l'eau chargée d'additifs chimiques.

(suite du texte page 184)

# L'ULTRAFILTRATION A L'ÉPREUVE

**Le traitement de l'eau est en pleine évolution technologique. En mettant en service ses premières unités de traitement par membrane, la Lyonnaise des Eaux a pris une longueur d'avance.**



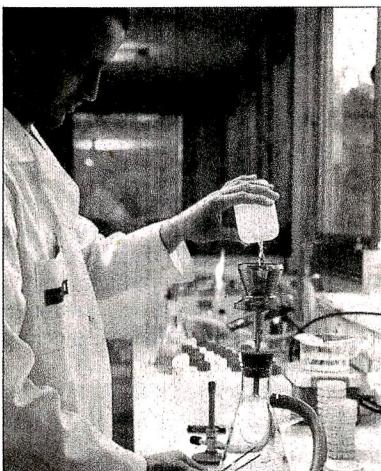
Membrane d'ultrafiltration.

Déterminer les composés responsables des goûts et odeurs indésirables, une des tâches des ingénieurs du Laboratoire Central du Pecq.

**L**a sophistication des techniques mises en œuvre pour assurer la qualité de l'eau va croissant. Pour éliminer les bactéries, la traditionnelle formule du «temps contact» est en train d'être revue: l'ozoneation par tube en U, par exemple, assure une désinfection de l'eau plus rapide et sans doute moins onéreuse que dans la procédure classique. L'utilisation de tuyaux en polyéthylène «large bande», d'autre part, s'est révélée une parade efficace pour éviter la détérioration des qualités organoleptiques de l'eau. Partout les spécialistes de la Lyonnaise adaptent aux circonstances et aux terrains les modalités qui, dans chaque cas de figure, offrent le maximum de garanties.

A l'horizon de l'an 2000, les avancées réalisées aujourd'hui sur les procédures d'ultrafiltration par membrane devraient constituer le nec plus ultra de ces technologies. L'objectif est simple: séparer l'eau de ses impuretés par une barrière sélective entre l'eau brute et l'eau pure.

C'est en 1960 que l'on a découvert le procédé de fabrication des membranes en acétate de cellulose. La formule a fait ses preuves pour le dessalement de l'eau de mer ainsi que dans l'industrie pharmaceutique (traitement des insuffisances rénales par hémodialyse). Depuis la technique s'affine et se miniaturise: à la microfiltration a succédé l'ultrafiltration, d'abord utilisée par l'industrie agro-alimentaire puis testée pour la rétention des molécules organiques et des virus lors du traitement de l'eau. Avantage du procédé: un moindre recours aux réactifs chimiques comme le chlore.



Aux recherches de base menées depuis 1986 par la Lyonnaise et le Danois DDS, succède aujourd'hui le développement industriel avec la mise en chantier en Haute-Saône et dans la Nièvre des deux premières unités de traitement fonctionnant à l'aide des membranes. Un programme — inscrit dans le cadre européen Euréka — où la Lyonnaise contribue à hauteur de 148,5 millions de francs. Un programme qui devrait marquer l'avènement d'unités plus compactes et plus automatisées.

FRÉDÉRIC POLIGNAC

# UN MOTEUR MICROSCOPIQUE

*On s'est habitué à voir la miniaturisation descendre au niveau des molécules pour tout ce qui touche aux transistors des circuits intégrés. Ce qui est moins courant, c'est que cette technologie du minuscule vient de déboucher sur un record plus fascinant : un moteur électrique qui tient dans un cheveu.*

**P**ar convention, on considère qu'une feuille de papier est mince et qu'un cheveu est fin ; la première fait 2 dixièmes de mm, le second 1 dixième. Ce sont des dimensions perceptibles à l'œil nu, mais pas réellement visibles pour autant : nul ne peut dire si la feuille est vraiment d'épaisseur constante (ce qui serait très facile à voir avec une plaque de 2 mm), ni si le cheveu est bien rond et non un peu ovale.

Gardons le cheveu, et coupons en une tranche mince comme on taillerait une rondelle de saucisson : on va obtenir un microscopique point noir, bien plus petit que le point qui termine cette phrase — celui-là fait 4 dixièmes, soit 4 fois plus. La rondelle de cheveu est de la taille d'une pointe d'épingle. Et maintenant une fausse question dont on sait d'avance que la réponse est oui : peut-on faire un moteur électrique ayant la dimension de cette rondelle de cheveu ?

Des moteurs électriques, il en existe de toutes les tailles, depuis ceux des locomotives jusqu'aux minuscules engins de quelques millimètres des montres à quartz. Tous fonctionnent à partir d'une force facile à mettre en évidence : celle qui fait monter un clou vers l'aimant qu'on approche, autrement dit la ré-

che,  
l'attrac-  
gnétique —  
pulsion joue aussi  
un rôle symétrique.  
Par chance, à notre  
échelle, les forces magnétiques  
sont relativement puissantes : une

punaise aimantée comme on en utilise pour fixer les papiers sur les cloisons de fer soulève facilement un jeu de clefs ou un rouleau de pièces de 5 F. Les électro-aimants — tout bobinage dans lequel circule un courant — sont plus forts encore, à poids égal, dès que l'intensité du courant dans la spirale de fil conducteur est un peu élevée.

Il est donc assez facile de faire des moteurs électriques, ou plus exactement électromagnétiques, très puissants : 4 500 kW (6 000 ch) pour une locomotive, par exemple. Par contre le très petit moteur va se heurter au problème des électro-aimants du rotor, ou du stator, ou des 2 à la fois. En règle générale, les petites unités à courant continu, le stator est un simple aimant permanent ; en courant alternatif, c'est le rotor qui est fait de tôles minces empilées avec quelques conducteurs courts et pas de balais.

En pratique, les plus petits moteurs que l'on puisse rencontrer dans la vie courante sont ceux, à courant alternatif, des montres à quartz : le rotor fait tout juste 1 à 2 mm, mais le stator avec son bobinage mesure facilement le centimètre. On sait faire plus petit — certains horlogers ont réalisé, pour le plaisir du record, des moteurs gros comme une tête d'allumette — mais la miniaturisation extrême est vite arrêtée par les problèmes de bobinage.

Même avec des fils d'or que l'on sait obtenir au diamètre du millième de millimètre, l'isolation du fil

avec un vernis et son bobinage sur une pointe d'épingle posent des problèmes quasiment insolubles. A l'heure actuelle, personne n'a réussi à faire un moteur électrique qui tienne dans une simple tête d'épingle. Pourtant, à l'université de Californie (Berkeley), Roger Howe et Richard Muller viennent de fabriquer un moteur électrique qui tiendrait dans une rondelle de cheveu.

Ce moteur n'est réellement "visible" qu'au microscope, ce qui permet de constater qu'il n'a pas de bobinages du tout. En réalité, il n'est pas électromécanique, mais electrostatique — si l'on peut ainsi parler d'un engin qui tourne et n'a donc rien de statique. De fait, il existe d'autres attractions — et répulsions — que celles du magnétisme : celles de l'électrostatique.

Elles sont moins faciles à mettre en évidence dans la vie quotidienne que celles des aimants ; citons toutefois l'attraction des sous-vêtements en nylon qu'on vient d'enlever, les miettes de polystyrene

tyrè  
expansé vis  
à-vis de n'im

porte quel autre  
plastique ou même de

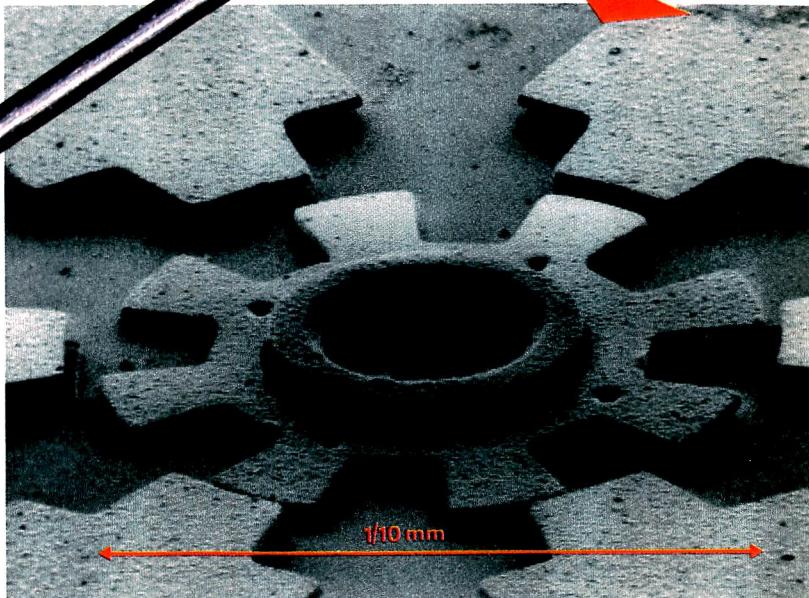
la peau, et la poussière qui se colle sur les disques. A notre échelle, ces forces sont de très faible intensité ; mais on peut cependant faire des expériences spectaculaires comme celle que nous avions présenté dans notre rubrique "Physique amusante" en décembre 1984 (n° 807).

Le montage proposé permettait de faire flotter une auréole de mousse plastique à 20 ou 30 cm au dessus d'une sorte de bâton de maréchal électrisé. Or les forces de répulsion ou d'attraction, qu'elles soient gravifiques, magnétiques ou électrostatiques, obéissent toutes à une loi dont la formulation est très simple :  $F = k \cdot m \cdot m'/d^2$ ,  $F$  étant la force en newtons,  $k$  un coefficient qui ne dépend que des unités choisies,  $m$  et  $m'$  les 2 "masses" (électrique, magnétique ou inerte) et  $d$  la distance séparant ces 2 "masses".

En électricité, on ne parle pas de masse mais de charges électriques exprimées en coulombs ; 2 charges de signes opposés (+ et -) s'attirent, 2 charges de même signe se repoussent. Ce qui est intéressant dans la formule, c'est le quotient  $m \cdot m'/d^2$  ou plutôt, pour respecter les conventions,  $q \cdot q'/d^2$  ; la distance intervenant au dénominateur par son carré, la force d'attraction quadruple si on divise cette distance

par 2, et elle est multipliée par 100 si on divise l'écart par 10.

Dans notre expérience de physique amusante, le champ électrostatique était assez fort pour maintenir en lévitation un léger ruban de plastique à 20 cm de la pointe du bâton électrisé ; redisons cette distance à 2 cm : la force qui s'exerce sur le ruban est déjà 100 fois plus forte ; à



Dans le chas d'une aiguille à coudre, on ferait tenir plus d'une douzaine de ces moteurs électrostatiques construits avec la technique des circuits intégrés.

à 2 mm elle est 10 000 fois plus intense ; à 0,2 mm, elle est multipliée par 1 000 000.

Cette force qui au départ était microbique va commencer à compter dès qu'on sera nettement au dessous du millimètre ; or, dans les circuits intégrés, les écarts entre composants se comptent plutôt en millièmes de mm. A ce moment, même avec des potentiels faibles, les forces électrostatiques d'attraction et de répulsion vont être assez intenses à l'échelle des pièces mobiles pour qu'on puisse les utiliser comme forces motrices.

Il fallait, bien sûr, être en mesure de fabriquer avec une énorme précision des éléments dont les dimensions sont celles des microbes, ce qui était justement le cas avec la technologie des circuits intégrés ; il y a longtemps qu'on sait mettre des

dizaines de milliers de transistors sur un carré de silicium de 5 mm, ce qui suppose de tracer des conducteurs, des points de contact et des zones isolantes ne dépassant pas le millième de mm.

La base du processus est la photolithographie qui permet de reproduire un motif sur la surface du carré de silicium. Le motif est tracé en découpes dans un masque genre pochoir ou stencil, qui est projeté comme une diapo mais avec un effet inverse : la diapo est agrandie sur un écran, le masque est réduit sur le silicium.

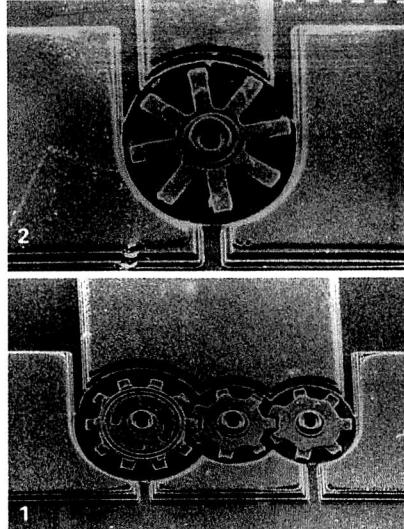
Cette image tombe sur une couche de laque sensible à la lumière qui est ensuite "développée" puis lavée, ne subsistant que là où elle a été éclairée (ou l'inverse avec un contre-masque négatif). Une variante du même procédé consiste à créer d'abord ainsi une réduction du masque de départ sur une plaque de verre métallisé pour avoir un micro-masque qui sera posé sur le silicium revêtu de laque et éclairé ensuite — style tirage par contact.

Les zones non protégées par la laque restante sont alors attaquées par des agents corrosifs (fluor, soude, potasse et autres) qui creusent verticalement le substrat avec une fabuleuse précision.

Cette photogravure à l'acide permet de tailler toutes les formes ou profils voulus. On peut alors créer des structures précises dans le silicium par dépôt de couches ultra-minces de matériaux choisis sur certaines régions, et enlèvement de matière par gravure dans d'autres. Les matériaux d'apport sont en général des métaux (aluminium ou or) ; l'isolant est créé directement à la surface du silicium par oxydation qui donne de la silice. Normalement, ces techniques sont destinées à mettre le maximum de transistors sur la plus petite surface possible en alternant en hauteur zones semi-conductrices, isolantes et conductrices.

Mais les chercheurs des centres de fabrication des circuits intégrés ont eu un jour l'idée d'appliquer ces techniques à des ensembles un peu moins simples que les transistors : détecteurs, capteurs de pression, accéléromètres et autres ; l'intérêt de ces outils microscopiques est d'être, par fabrication, bâti sur la même puce que le microprocesseur qui permettra d'en exploiter les données.

C'est en poursuivant cette voie que des ingénieurs en sont venus au moteur électrique. Ces



Pas de moteur sans engrenage, ont déjà pensé les concepteurs des micromachines qui ont bâti ce train réducteur (1) dont chaque pignon n'est pas plus gros qu'un cheveu. Quant à ce rotor (2) taillé dans le silicium par gravure et découpe à l'acide, il n'est réellement visible qu'au microscope.

moteurs, que ce soit celui de Howe ou celui de Muller, sont bâti à partir de silicium polycristallin pris en sandwich entre 2 couches de silice ; la forme de l'engin final est déterminée par le profil de ces couches. La silice sert de moule, ou de carcasse, pour maintenir l'assemblage à mesure qu'il se construit. Quand il y a eu suffisamment de couches déposées pour produire les parties mobiles, le moule est dissous à l'acide fluorhydrique, ne laissant que les pièces du moteur.

Le rotor obtenu est un peu similaire à celui des

moteurs asynchrones, ayant l'aspect d'un engrenage à 8 ou 12 dents dont chacune a la taille d'un globule rouge. Il a un diamètre de 6 à 7 centièmes de mm, ce qui est inférieur au diamètre d'un cheveu. Le stator est tracé et taillé directement dans la puce de silicium : une ouverture ronde pour placer le rotor, et une série d'encoches métallisées en pourtour pour amener le courant alternatif qui va créer un champ électrique tournant.

L'entrefer — on devrait dire entresilicium — espace entre le rotor et stator, est de 0,5 µm (à peine l'épaisseur de la peau d'une bactérie). Le fonctionnement est analogue à celui d'un moteur asynchrone : quand on envoie un courant d'un certain sens dans les encoches du stator, le champ électrique au bout de ces encoches engendre, par influence, une électrisation de signe contraire dans les dents du rotor ; comme les charges de signes contraires s'attirent, les dents du rotor tournent pour se rapprocher des encoches.

Avant qu'une position d'équilibre ne s'établisse, on change le sens, ou la distribution, du courant dans les encoches de sorte que les dents du rotor soient maintenant repoussées par les encoches qui les attiraient, ou attirées par les encoches suivantes dans le sens de la rotation. En réglant ainsi le sens et la cadence du courant, on entretient la rotation en ayant créé un champ électrique tournant après lequel court le rotor, tout comme on crée un champ magnétique tournant dans les moteurs classiques asynchrones.

Le microprocesseur au milieu duquel est bâti le moteur se charge d'alimenter en courant régulé les encoches du stator. Avec un entrefer de seulement 0,5 µm, les forces d'attraction électrostatiques ont une intensité suffisante pour que le moteur ait, à son échelle, une puissance tout à fait intéressante.

(suite du texte page 182)



GRANT'S  
LA TENTATION  
EST GRANDE.

FINEST SCOTCH WHISKY

SACHEZ APPRECIER ET CONSOMMER AVEC MODERATION.

# F FRUIT DE LA PASSION



Nous, à SVM, on est fou de micro-informatique. Chaque mois, on passe au banc d'essai nouveaux matériels et nouveaux logiciels, on traque l'innovation géniale qui vous fera encore gagner du temps, on enquête partout où ça bouge dans la micro pour vous dire ce qui se fait de mieux.

On est constamment à l'écoute de vos besoins pour y répondre concrètement dans chaque numéro.

On teste, on critique, on sélectionne, bref, on fait SVM et on aime ça, passionnément.

Résultat : notre journal est le N° 1 de la presse informatique.

SCIENCE VIE MICRO  
**SVM**

N° 1 DE LA PRESSE INFORMATIQUE

## AU SOMMAIRE DE NOVEMBRE :

- Banc d'essai :  
le compatible PS/2  
de Tandy.
- E.I.S.A. contre PS/2 :  
le front anti-IBM.
- Wingz, Excel 1.5, Full Impact :  
3 nouveaux tableurs  
sur Macintosh  
au banc d'essai.
- Avant-première :  
d-Base IV  
au banc d'essai.

# ECHOS DE L'INDUSTRIE

## REGISTRES LEGAUX

### La France à la pointe de l'information

La sécurité et la rapidité des relations entre les entreprises supposent que chacune puisse à tout instant identifier ses partenaires, qu'ils soient ses clients, ses fournisseurs, voire ses concurrents, et se renseigner sur leur situation exacte.

L'enjeu économique de cette information est suffisamment important pour que, depuis longtemps, la loi ait veillé à mettre en place des registres de publicité légale, ouverts à la consultation du public, pour assurer cette nécessaire transparence dans la vie des affaires. Il s'agit essentiellement du Registre du commerce et des sociétés que chacun peut consulter, au niveau local, auprès des greffiers des tribunaux de commerce et, à l'échelon national, auprès de l'Institut national de la propriété industrielle (INPI). Ce dernier est, du reste, également chargé de tenir d'autres registres plus spécialisés et plus "pointus", comme ceux consacrés aux nantissements et priviléges sur fonds de commerce, aux brevets, aux marques, aux protéctions, etc.

Mais, jusqu'ici, la dispersion des registres, la lourdeur et la lenteur des procédures d'interrogation restaient la règle de la publicité légale.

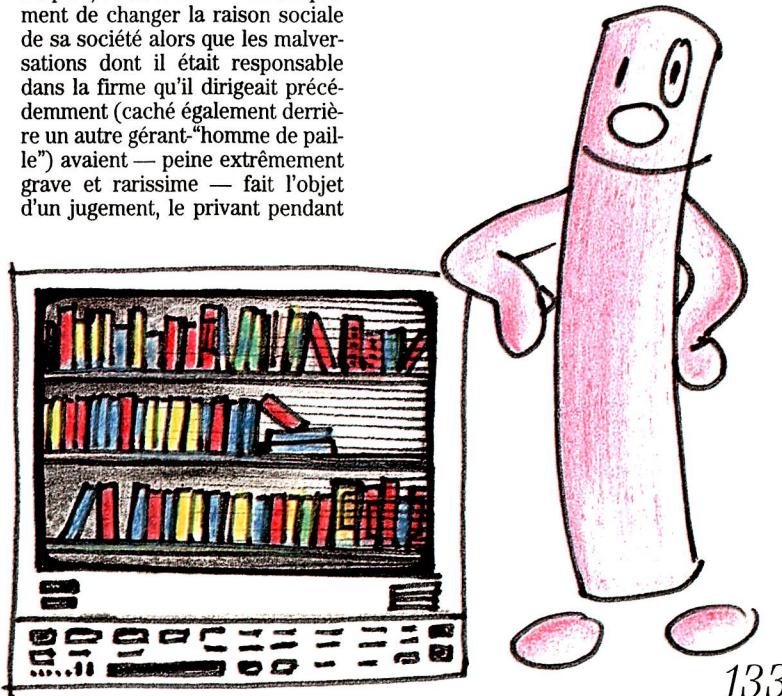
Voilà un problème réglé avec le dispositif Idile (Identification, diffusion des informations légales sur les entreprises), consultable, sans abonnement, en direct, sur un simple minitel, en composant le 36 17 et le nom de code Euridile. Idile est en effet devenu depuis Euridile, compte-tenu de ses perspectives européennes.

Dès maintenant, on peut identifier les 1 700 000 entreprises immat-

riculées en France au Registre du commerce et des sociétés, même si l'on ne connaît que leur nom ou leur adresse, et visualiser les premiers renseignements les concernant : nom, adresse, forme juridique, capital, activité, P-DG ou gérant, établissements exploités, chiffre d'affaires, que ce soit pour les sociétés anonymes ou les sociétés à responsabilité limitée, éventuelle procédure en cours à leur encontre. Nous avons nous-même consulté Euridile et nous devons dire que cela nous a rendu un service d'importance, nous évitant de traiter avec une société dont le réel directeur se cachait derrière un gérant "homme de paille", fantôme. De plus, ce directeur venait simplement de changer la raison sociale de sa société alors que les malversations dont il était responsable dans la firme qu'il dirigeait précédemment (caché également derrière un autre gérant "homme de paille") avaient — peine extrêmement grave et rarissime — fait l'objet d'un jugement, le privant pendant

10 ans de tout droit civique.

Prochainement, sous réserve d'un abonnement cette fois, au fur et à mesure de l'extension du système auprès des différents greffes des tribunaux de commerce, les entreprises pourront compléter les renseignements actuellement obtenus en ligne, soit directement, soit par messagerie, d'une part en accédant à l'ensemble du Registre du commerce et des sociétés (comptes et bilans inclus), d'autre part, aux registres propres à l'INPI (brevets, marques, dessins et modèles). Mieux, elles pourront faire porter leurs demandes sur des firmes non immatriculées à ce registre, comme les entreprises non com-



merciales (artisans du secteur des métiers, professions libérales...) et, surtout, sur des entreprises établies dans d'autres pays européens.

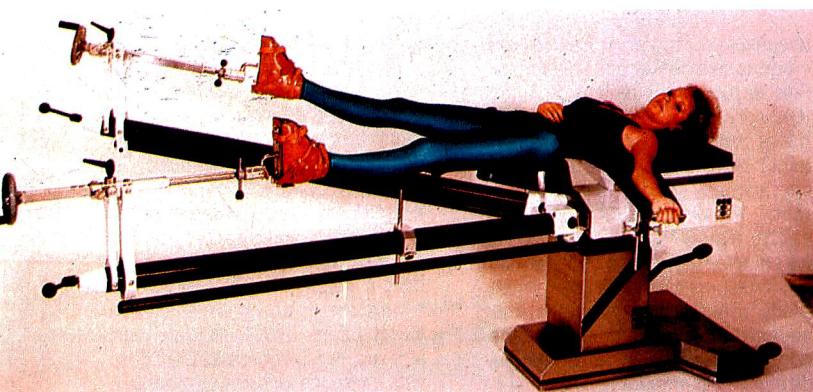
L'INPI ne manque cependant pas de rappeler que tout service informatique en cours de mise en place pouvant présenter des lacunes, seuls font foi en justice les copies ou extraits délivrés par les greffiers des tribunaux de commerce, ou par l'INPI, donc certifiés par eux. Mais est-il vraiment nécessaire d'aller jusque là, lorsque les pre-

miers renseignements obtenus sont mauvais, comme dans l'exemple précis que nous avons donné ? Mieux vaut s'abstenir de traiter avec une société "douteuse", ou s'entourer de toutes les garanties possibles et imaginables que d'aller ensuite en justice contre elle, le plus souvent vainement... car elle sera insolvable ou aura disparu.

Euridile est d'autre part soumise aux limites mises en place par la Commission nationale de l'informatique et des libertés, qui ne concernent en fait que les personnes

physiques. C'est-à-dire que les acquéreurs des informations nominatives ne peuvent les utiliser qu'à des fins administratives, économiques ou statistiques -- et en particulier aucunement politique (propagande électorale, ou financement des partis).

D'autre part, toute personne physique peut obtenir que les informations nominatives la concernant ne soient pas communiquées à des personnes ou organismes désirant les utiliser à des fins publicitaires ou commerciales.



MATERIEL CHIRURGICAL

## Une table d'opération orthopédique transparente

L'idéal — maintes fois exprimé — pour les chirurgiens orthopédiques est de disposer d'une table d'opération permettant d'une part de passer facilement l'amplificateur de brillance pour prendre les radios, d'autre part de supprimer l'apparition sur ces dernières des parties métalliques.

C'est l'utilisation de matériaux composites issus de l'espace et présentant la particularité, jusqu'ici fort peu explorée, d'être transparents aux rayons X qui a permis la réalisation d'une table révolutionnaire unique au monde, la "T 3000", créée par la société Tasserit.

L'idée en revient au Dr Gindrey, un chirurgien orthopédiste passionné d'aéronautique. Il a mis au point et testé la T 3000 avec le Pr Letournel, l'un des plus éminents chirurgiens orthopédistes français,

connu pour avoir notamment opéré Didier Pironi et Jacques Lafitte après leurs terribles accidents de voiture.

Cette radio-transparence, qui permet de laisser les supports orthopédiques au contact des membres du patient, apporte aux chirurgiens des vues parfaites, de face et de profil, depuis le bassin jusqu'au pied, pendant leurs interventions. Ils peuvent ainsi placer clous, plaques et prothèses de manière idéale et plus rapidement.

Cela entraîne deux avantages : l'émission de rayons X est diminuée d'environ 50 % et, la durée de l'intervention opératoire étant réduite d'un tiers, l'anesthésie est infinitiment plus légère.

Pour tout renseignement : Société Tasserit, Collemiers, 89930 Gron, tél. (16) 86 88 80 78.

### SECURITE

## Une maison géante contre les accidents

53 % des accidents qui frappent les enfants et adolescents de moins de 15 ans et nécessitent une hospitalisation, se produisent dans le logis familial ou dans ses environs immédiats.

Et, selon l'Organisation mondiale de la santé, seize enfants meurent chaque jour dans la Communauté européenne à la suite d'un accident domestique.

Pour mieux percevoir la multitude de risques qui menacent leur progéniture dans leur propre demeure, des millions d'Européens pourront dès ce mois-ci circuler dans une maison géante, reproduisant, à l'échelle des enfants, leur environnement quotidien.

Cette gigantesque maison se promènera dans tous les pays de l'Europe des Douze et on pourra la visiter dans une trentaine de grandes villes.

Simultanément, la Commission européenne lancera une campagne d'information consacrée à la sécurité des enfants chez eux et dans leurs loisirs. Campagne qui devrait être relayée par les actions complémentaires de sensibilisation que jugeront bon de prendre les différents gouvernements nationaux et, peut-être (le projet est actuellement à l'étude), par une Semaine européenne de la sécurité des enfants.

# Ne changez pas vos devises d'un pays à l'autre

C'est le conseil que vous donne le Bureau européen des unions de consommateurs (BEUC), dans un rapport sur la "jungle" des moyens de paiements dans l'Europe des Douze. Pour la bonne raison qu'à quatre ans du marché unique, l'absence d'une monnaie européenne se fait coûteusement ressentir auprès des dizaines de millions de personnes qui, chaque année, passent d'un pays à l'autre et subissent de la part des banques et des bureaux de change des différents pays où ils se trouvent, une perte d'argent considérable, qui, n'hésite pas à dire le BEUC, prend « la forme d'une véritable saignée ».

Exemple : un touriste grec qui changerait ses drachmes à Bonn contre des marks perdrat 21,45 % de son magot... ou un Portugais qui s'aventurerait à Rome avec ses escudos serait soumis à une "décoke" de 13,89 %. Quant au voyageur hypothétique qui partirait de Bruxelles avec 40 000 F belges en poche et qui, sans rien dépenser, ferait le tour de la Communauté, en changeant dans chaque pays son argent en monnaie locale, il se retrouverait à Bruxelles, à la fin de

son périple, avec 21 300 F, c'est-à-dire que ses avoirs d'origine auraient subi une perte frôlant les 50 %, à seulement effectuer des opérations de change.

Le BEUC note ainsi qu'à quelques années seulement du grand marché européen, dans la CEE, comme partout ailleurs, se procurer de l'argent d'un autre Etat reste un achat, et non un simple change en valeurs identiques.

Comment limiter les dégâts en attendant l'avènement d'une monnaie européenne unique, qui seule résoudrait véritablement le problème ?

Le BEUC recommande d'éviter, dans les limites du possible, tout recours à l'argent liquide, qui fond ainsi comme neige au soleil, les commissions retenues par les banques sur les opérations de change variant de 2 à 10 % pour le "cash", tandis qu'elles se limitent entre 0,1 et 2 % pour les règlements par chèques.

Autre mythe démantelé par l'Organisation européenne des consommateurs : celui selon lequel les banques pratiqueraient des taux plus favorables que les bureaux de change : c'est en fait souvent le contraire, ainsi à Bruxelles ou à Londres ; les bureaux les plus coûteux se situant le plus souvent dans les guichets des aéroports et des gares, exception faite de Copenhague, Madrid et Cologne.

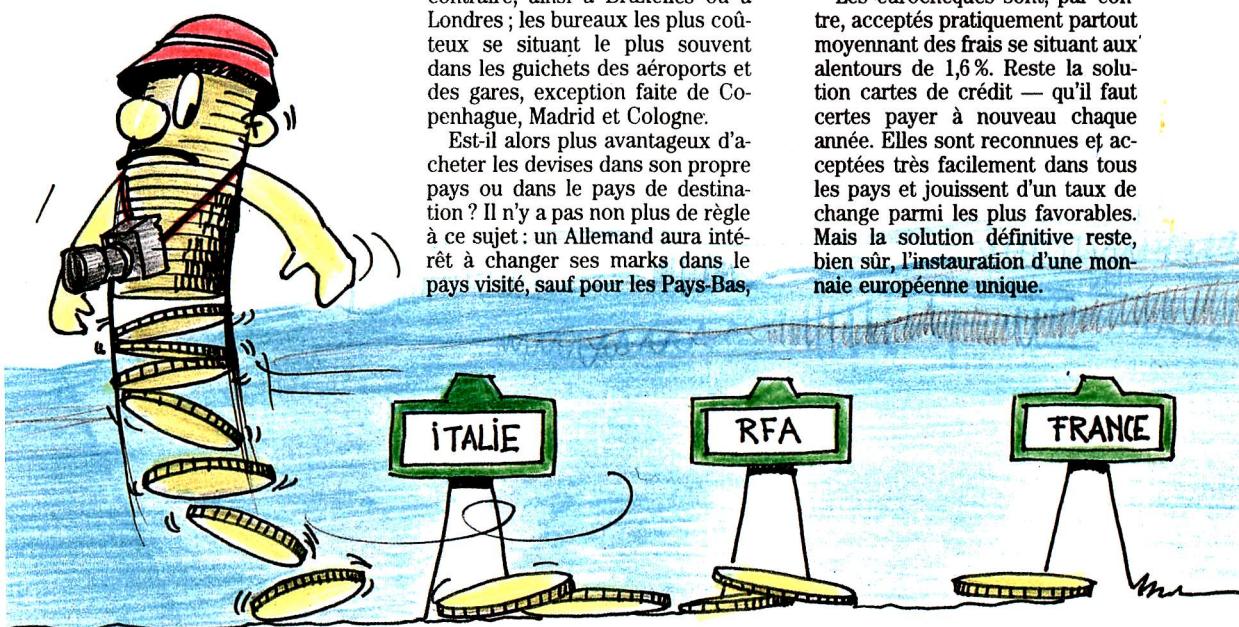
Est-il alors plus avantageux d'acheter les devises dans son propre pays ou dans le pays de destination ? Il n'y a pas non plus de règle à ce sujet : un Allemand aura intérêt à changer ses marks dans le pays visité, sauf pour les Pays-Bas,



tandis que les escudos d'un Portugais perdent de leur valeur partout, sauf en Italie.

A part les chèques, déjà mentionnés, le BEUC recommande pour l'instant comme moyen de paiement les chèques de voyage, les eurochèques et les cartes de crédit, tous très sûrs, mais inégalement répandus et acceptés dans les pays dans lesquels on se rend. Si les chèques de voyage sont sans frais et d'utilisation plus aisée quand ils sont libellés dans la monnaie du pays de destination, certaines nations, notamment parmi les moins développées, les soumettent à une commission bancaire, alors que d'autres les acceptent moins facilement.

Les eurochèques sont, par contre, acceptés pratiquement partout moyennant des frais se situant aux alentours de 1,6 %. Reste la solution cartes de crédit — qu'il faut certes payer à nouveau chaque année. Elles sont reconnues et acceptées très facilement dans tous les pays et jouissent d'un taux de change parmi les plus favorables. Mais la solution définitive reste, bien sûr, l'instauration d'une monnaie européenne unique.



## ENREGISTREMENT MAGNETIQUE

# Des poudres métalliques à la place des oxydes

Le Centre d'études de chimie métallurgique du CNRS de Vitry, en collaboration avec la société Air Liquide et avec le soutien financier de l'ANVAR, ont réussi à obtenir de nouvelles poudres métalliques submicroniques.

Une découverte d'importance puisqu'elle devrait, dans l'avenir, être exploitée, pour la fabrication des bandes magnétiques, à la place des oxydes.

Elle pourrait aussi trouver des applications en métallurgie et en catalyse.

L'essentiel du procédé consiste à chauffer le métal dans un liquide cryogénique jusqu'à obtenir une tension de vapeur supérieure à 10 torrs.

Une couche se forme alors entre le métal et le liquide, les vapeurs métalliques se condensant sous forme de poudres ultrafines. Ces poudres, sphériques et minicristallines, sont d'un diamètre de 100 à 1 000 Å, si bien que leur surface est de 24 m<sup>2</sup>/g.

Pour tout renseignement : M. Bigot, tél. (1) 46 87 35 93.

## SANTÉ

# Diagnostiquez vous-même vos maladies

C'est une véritable baguette magique semblant relever du domaine de la science-fiction — elle est capable de diagnostiquer les maladies les plus courantes — qui a été inventée par le Dr Bryan M. Gebhardt, professeur d'ophtalmologie et de microbiologie à l'université de médecine de l'Etat de Louisiane, et que la société américaine de transfert de technologies Research Corporation Technologies propose aujourd'hui aux pharmaciens.

Le principe est simple : il suffit de mettre cette baguette en contact avec le point d'infection, puis de la plonger dans une solution contenant des substances capables de reconnaître spécifiquement les microbes dont elle s'est imprégnée ; la solution change alors de couleur. A chaque couleur correspond un microbe et donc une maladie donnée.

Le champ d'application annoncé est impressionnant puisqu'il couvre les affections dues à des virus, à des bactéries, à des champignons ou à des levures, et permet de détecter aussi bien les maladies de la peau (érysipèle, impétigo), les infections de la cornée ou encore les maladies sexuellement transmissibles par chlamydia et gonocoque.

A ce jeu quelque peu dangereux, n'importe qui, à condition de ne pas être daltonien, pourrait bientôt devenir son propre médecin...

Pour tout renseignement : Life Science Group, Research Corporation Technologies, 6840 East Broadway Blvd, Tucson, AZ 85710, Etats-Unis.

## INFORMATIQUE

# L'Europe sur Minitel

d'usagers professionnels ; ou d'EUROPE, plus grand public, accessible par le 36 15.

EUROP couvre essentiellement deux domaines. D'abord, celui des programmes communautaires de recherche et de développement technologique, allant de la médecine à la communication, de l'industrie à l'énergie, des biotechnologies à la coopération scientifique. Chaque programme est décrit de façon pratique et concrète : comment y participer, quelles personnes sont à contacter, quelles entreprises ou laboratoires se sont déjà promis d'y participer.

Ensuite, une rubrique consacrée à la réalisation du grand marché, donne les mesures prises ou à prendre, décrit et analyse les enjeux qu'elles représentent. Sont ainsi traités les secteurs vétérinaire de l'automobile, de l'alimentation, de la chimie, de la pharmacie, des produits de construction des centrales.

Pour tout renseignement : ERTIC (Europe technique information conseil), 8 rue Madeleine, 93400 Saint-Ouen, tél. (1) 40 10 00 20.



Les PMI, même les plus solides et les plus importantes — et parfois les journalistes... —, s'y perdent un peu, sinon totalement, dans ce qu'elles peuvent et doivent faire (et sous quels délais) dans les programmes de recherche du grand marché

C'est ce qui fait l'intérêt d'EUROP, service minitel accessible par le réseau 36 17, réservé à un public

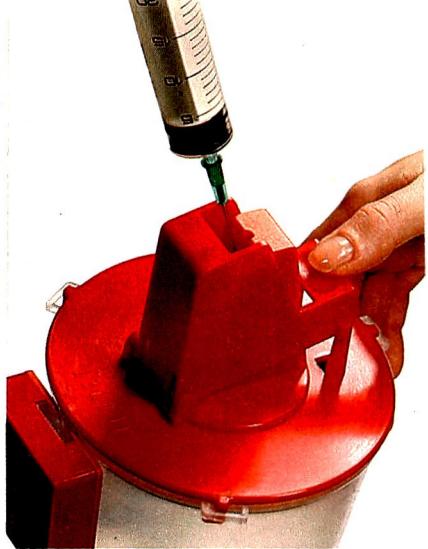
# Un système de prévention parfaitement sûr

Dans le numéro du mois de septembre (*Science & Vie* n° 852), nous présentions un dispositif japonais destiné à éviter que le personnel soignant soit en contact avec les aiguilles souillées des seringues et se pique par inadvertance lors de leur manipulation, au risque de se contaminer.

Le département médical des laboratoires 3 M santé commercialise aujourd'hui sur le marché français, sous le nom de "Jetnet", un système tout à fait original, conçu par une infirmière française, exerçant dans un grand hôpital parisien spécialisé dans les maladies infectieuses. Ce système nous paraît beaucoup plus sûr encore, car plus simple d'utilisation ; il s'adresse non plus aux seules infirmières, mais à l'ensemble des professionnels de la santé, des médecins jusqu'aux dentistes.

Jetnet recueille en effet, de façon entièrement automatique, sans aucune manipulation, à la différence du dispositif japonais, tous les objets piquants et tranchants — les bistouris comme les seringues.

C'est le premier système complet répondant à toutes les exigences en matière de prévention et de sécurité du personnel soignant. Il se compose de deux parties : une tête en plastique rigide, réutilisable et stérilisable en autoclave et un réceptacle, d'une contenance de 1,5 l, également en plastique, imperforable. Munie d'un système de mâchoires, la tête permet de séparer de leur support, sans avoir à les toucher, les objets tranchants, qui tombent aussitôt dans le réceptacle. Un système de diaphragme les empêche de ressortir. Lorsqu'il est plein, le récipient est détaché de la tête et détruit.



Adaptation à l'ensemble des éléments dangereux, désassemblage de ces derniers sans contact manuel, inviolabilité, étanchéité, stabilité assurée par une fixation magnétique, réceptacle incinérable, entretien facile de la tête, constituent autant de qualités spécifiques du système Jetnet par rapport à son concurrent japonais. Pour tout renseignement : Laboratoires 3 M santé, 40 rue Gabriel Crié, 92245 Malakoff Cedex, tél. (1) 46 57 12 34.

## ROBOT

## Un héros national au Japon

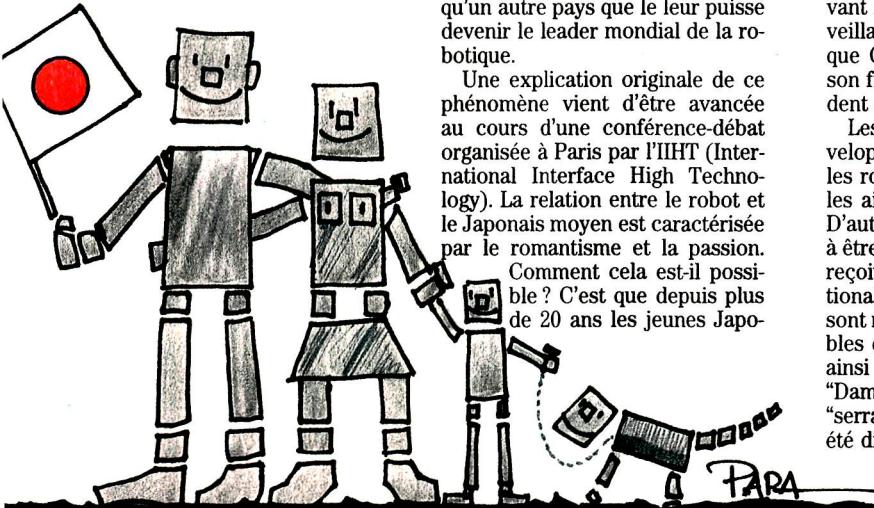
Selon les dernières données disponibles, le Japon fabrique 65 % de la production mondiale de robots et une récente étude de la JRDC (Japan Research and Development

Corporation) estime que le pays conservera sa suprématie mondiale en la matière au moins jusqu'en l'an 2000. Et en aucune manière les Japonais ne peuvent concevoir qu'un autre pays que le leur puisse devenir le leader mondial de la robotique.

Une explication originale de ce phénomène vient d'être avancée au cours d'une conférence-débat organisée à Paris par l'IITH (International Interface High Technology). La relation entre le robot et le Japonais moyen est caractérisée par le romantisme et la passion. Comment cela est-il possible ? C'est que depuis plus de 20 ans les jeunes Japo-

nais ont été élevés en suivant sur l'écran de la télévision les exploits du héros "Tetsuwan Atom", un robot-enfant au service du bien, des faibles, des démunis, poursuivant le mal partout. Ce robot bienveillant a été créé par le scientifique Osamu Tetsuka, à l'image de son fils, qu'il a perdu dans un accident automobile.

Les cadres et les ouvriers qui développent et utilisent aujourd'hui les robots ont ainsi été habitués à les aimer dès leur prime enfance. D'autant que ces robots continuent à être personnifiés et magnifiés. Ils reçoivent des noms de vedettes nationales, artistes ou sportifs. Et ils sont même présentés comme capables de recevoir des chefs d'Etat : ainsi la photo de Mme Thatcher, la "Dame de fer", prise alors qu'elle "serrait la main" d'un robot, a-t-elle été diffusée par tous les médias.



## DES MARCHÉS À SAISIR

*Les innovations et les techniques et procédés nouveaux présentés dans cette rubrique ne sont pas encore exploités sur le marché français. Il s'agit d'opportunités d'affaires, qui semblent "bonnes à saisir" pour les entreprises industrielles et commerciales françaises. Comme l'ensemble des articles de Science & Vie, les informations que nous sélectionnons ici sont évidemment libres de toute publicité. Les sociétés intéressées sont priées d'écrire à "Des marchés à saisir" c/o Science & Vie, 5 rue de la Baume, 75008 Paris, qui transmettra aux firmes, organismes ou inventeurs concernés. Aucun appel téléphonique ne pourra être*



*organismes ou inventeurs pris en considération.*

## BROSSE À DENTS, DENTIFRICE ET GOBELET

## TOUJOURS SUR SOI

**Quoi**

Un seul et même objet, transportable dans sa poche, qui remplit aussi bien les fonctions de gobelet, de brosse à dents que de distributeur de dentifrice.

**Comment**

Deux parties en plastique moulé s'emboîtent l'une dans l'autre. Retirée, celle du bas sert de gobelet. Celle du haut contient une brosse à dents que l'on fait sortir de son support par simple pression du pouce sur un curseur ; au moment de cette opération, une recharge de dentifrice vient étaler la pâte sur le sommet des poils de la brosse. L'ensemble (à gauche sur notre photo, en position fermée) est compact (155 mm de longueur sur 26 mm de diamètre). Les cartouches de dentifrice, qui permettent une soixantaine d'utilisations, se remplacent en quelques secondes, de même que la brosse lorsqu'elle est usée.

L'hygiène est absolue, la brosse étant autoprotégée en permanence dans son rangement, et le dentifrice en réserve n'entrant ni en contact avec les poils de la brosse ni avec l'eau de rinçage. L'ensemble se range dans n'importe quel bagage.

**Marché**

Cet objet, essentiellement grand public, s'adresse à tous ceux qui ont le souci de l'hygiène dentaire (brossage du midi) et/ou qui doivent se déplacer. Sa simplicité de conception autorise des frais de fabrication très bas et un coût à la commercialisation estimé à quelques dizaines de francs. Il peut être diffusé aussi bien par le circuit traditionnel que par les grandes surfaces. En outre, il peut servir de support publicitaire et de cadeau. Les chaînes hôtelières nous paraissent



ainsi particulièrement démarquables. Pour le fabricant, deux avantages sont essentiels : d'une part l'effet induit de développement de la consommation de dentifrice et de brosses à dents ; d'autre part, l'insertion de l'objet dans la gamme des produits existants, sans reprendre le marché de ces derniers.

**Pour qui**

Les prototypes sont réalisés et le brevet est tout récent. Les inventeurs cherchent des fabricants et des distributeurs pour tous pays.

**Comment passer dans cette rubrique**

Si vous avez conçu une innovation ou un produit nouveau, adressez à « Des marchés à saisir » un descriptif de votre invention le plus clair possible, en vous inspirant de la présentation que nous avons adoptée pour cette rubrique. Joignez-y une copie de votre brevet et une photo ou un schéma de votre prototype. Enfin faites preuve de patience et de tolérance ; nous ne pouvons présenter toutes les inventions, et celles que nous publions doivent être d'abord étudiées par notre service technique.

# Le maréchal-ferrant à l'heure de l'électricité

Depuis plus de 400 ans, on rogne les sabots des chevaux de la même manière, avec un couteau et un marteau. La méthode est longue et pénible pour les maréchaux-ferrants fréquemment atteints de maux de dos dus à leur position de travail, puisqu'ils doivent tenir les jambes des chevaux entre les leurs. Ils seront donc intéressés par cet instrument électrique inventé par un exploitant agricole suédois propriétaire de chevaux, Eigil Sjöberg. Cette super lime, qui se branche sur une perceuse Bosch ordinaire, rogne le sabot, pour l'égaliser avant le ferrage, infiniment plus rapidement, de même qu'elle permet de tailler de biais les bords et d'éviter les déchirures.

Elle modifie aussi la position de l'utilisateur : qui se met à genoux et place la jambe du cheval sur ces derniers. Il n'a plus non plus à se contorsionner pour trouver les différents angles d'attaque nécessaires, il lui suffit de déplacer ce nouvel instrument sur le sabot du cheval.

L'outil ne pèse que 2,5 kg et mesure 200 mm. Le couteau est en métal et son manche en acier inoxydable. Le moteur de la perceuse, d'une puissance de 300 W, permet 26 000 rotations du coudeau par minute.

L'inventeur a tout de suite trou-

vé un fabricant-distributeur, la firme Tooling Promotion, établie à Göteborg. C'est que son invention, dont on ne sait pas encore quand elle sera disponible en France, intéressera non seulement les maréchaux-ferrants établis dans les campagnes, mais aussi les responsables des haras, des champs de course et les entraîneurs.

Pour tout renseignement : Bengt Petersson, Tooling Promotion AB, Vasaplatsen 1, S- 411 26 Gothenborg, Suède.



## CENTRALES NUCLEAIRES

## Les démonter en toute sécurité

Dans un nombre de pays de plus en plus élevé, des centrales nucléaires doivent être mises hors service. Un problème qui n'est pas facile à résoudre lorsqu'il s'agit de démonter les éléments en acier irradiés. Car lors de l'oxycoupage de l'acier ou du coupage au jet de plasma, il se forme des gaz radioactifs et le tronçonnage à meule fait retomber une poussière égale-

ment radioactive.

L'ingénierie autrichienne apporte dans ce domaine une véritable révolution avec une technique développée par l'entreprise mécanique Metora. Celle-ci a, en effet, développé une scie mécanique spéciale qui permet le démontage absolument sûr des réacteurs nucléaires hors service. Les éléments de la centrale sont débités en copeaux de métal pouvant être facilement recueillis dans des containers et il ne reste plus qu'à sceller ces derniers avant de les évacuer.

La démonstration de ce procédé vient d'être effectuée avec succès pour la première fois à la centrale de Grundremingen en Bavière. Des éléments du réacteur et des échangeurs thermiques irradiés ont été découpés en pièces aisément maniables et évacuables, sans aucun danger ni pour l'environnement ni pour les ouvriers qui ont procédé au démontage.

Cette scie sans pareille pèse huit tonnes et, commandée par voie électronique, est téléguideable. Les travaux d'entretien, d'évacuation et de remise en ordre du chantier sont guidés par télévision et téléphone, sans que l'on ait à s'approcher de la zone dangereuse.

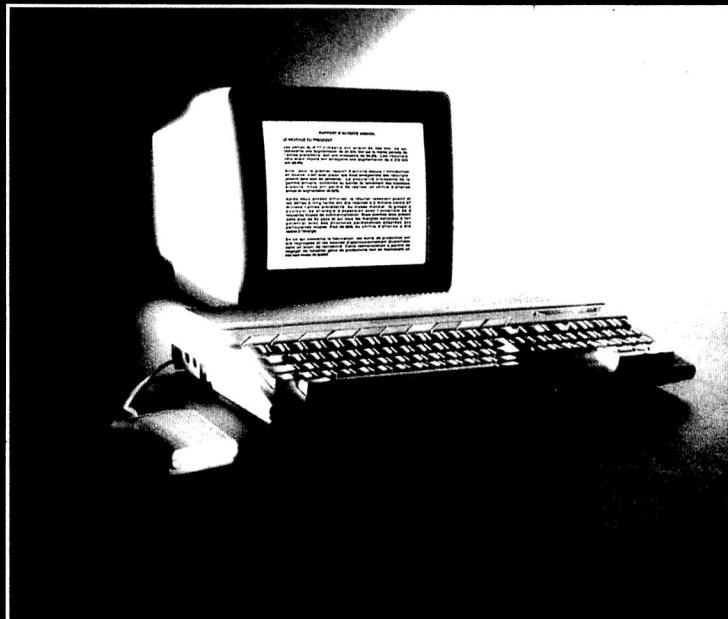


**Premier salon européen des techniques pour aveugles et amblyopes ouvert au grand public**, au Palais de l'UNESCO, du 17 au 20 novembre. Organisé par l'ANPEA, l'Association nationale des parents d'enfants aveugles ou gravement déficients visuels, il a pour objectif de faire connaître les matériels et activités des sociétés spécialisées.

**Le tunnel sous la Manche** entraînera dès 1993 une considérable augmentation des échanges entre l'Angleterre et le continent, selon un rapport du Parlement européen. La première année, il devrait transporter 84,4 millions de tonnes de marchandises, contre 60,4 actuellement. Quant au nombre de voyageurs qui l'emprunteraient, il s'élèverait à 84,3 millions, contre... 48,1 aujourd'hui.

# ATARI 1040 ST

Il exécute le traitement de texte des clients  
les plus pointilleux, les plus tatillons,  
les plus coupeurs de cheveux en 4 qui soient :  
les journalistes.



**5100 F HT\***

- Puissant (1 méga de Ram)
- Rapide (16/32 bits)
- Confortable (écran monochrome haute résolution)
- Convivial (souris, environnement Gem)
- Nombreux logiciels disponibles : traitement de texte, gestion de fichier, tableur graphique.

ÉQUATEUR

L'Atari 1040 ST a été adopté par la rédaction de plusieurs journaux dont Libération et Ouest France.

Pour tous renseignements téléphonez au 45 06 31 31 ou envoyez votre carte de visite à Atari France : 9 rue Sentou, 92150 Suresnes. \*Prix public conseillé 5990 F TTC.

**ATARI LE FASCINANT POUVOIR  
DE L'ARME INFORMATIQUE.**

**ATARI®**

# LA TÉLÉCOMMANDÉE OUVRIRA LES PORTES DE DEMAIN

*En haute technologie,  
la télécommande est  
l'art d'envoyer des ordres  
aux fusées et aux  
satellites. Pour le grand  
public, c'est surtout  
le moyen de manœuvrer  
à distance les modèles  
réduits et de "zapper"  
les émissions  
de TV. Bientôt, les ondes  
électromagnétiques  
remplaceront les  
clés dans les serrures.*

**U**n vieux rêve de l'homme : agir de loin sur la matière, en dehors de tout contact physique avec elle. Il y a un peu moins de cent ans encore, le seul espoir d'y réussir — plutôt aléatoire, c'est vrai — était la "télékinésie" (1), cette faculté paranormale qui, d'après les occultistes, permet aux ondes mentales d'influencer sur les objets sans l'intervention d'aucune énergie connue de la science. Il y a encore des gens, un peu attardés, qui se cramponnent à cette idée magique. Les choses sont devenues plus sérieuses depuis l'invention de la radio ; les ondes hertziennes promettaient d'être le support immatériel tant recherché pour la transmission à distance.

Les premières télécommandes se composaient



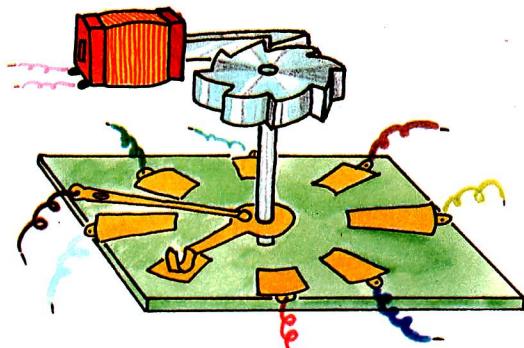
(1) Appelée aussi "psychokinésie" ou encore "télékinèse".

très simplement d'un émetteur de faible puissance et d'un récepteur accordé sur la même fréquence, placé sur l'objet à télécommander. On appuyait sur un bouton pour allumer l'émetteur, qui envoyait un signal radioélectrique que captait le récepteur et qui commandait l'action mécanique désirée, par exemple la mise en marche d'un petit moteur pour entraîner un mobile.

Les possibilités de tels appareils n'étaient guère étendues. On ne pouvait télécommander qu'une seule fonction, et encore sans nuance, en "tout ou rien" : marche ou arrêt, selon que l'émetteur émettait ou non. Il y avait loin des postes miniaturisés de radiocommande qui feront évoluer un modèle réduit d'avion dans tous les sens et dans toutes les positions de vol.

Pour accroître les possibilités de manœuvre, on a imaginé plus tard de regrouper dans un même boîtier plusieurs émetteurs distincts, correspondant à autant de récepteurs eux aussi réunis dans une enceinte unique. Chacun de ces couples émetteur-récepteur, travaillant sur sa fréquence propre, commandait une fonction particulière du modèle réduit. On pouvait ainsi multiplier les fonctions, mais au prix de quelques inconvénients ; en plus de leur coût élevé, ces montages composites avaient, entre autres défauts, celui d'encombrer une large plage de fréquence par la quantité des différents signaux émis. Il était pour ainsi dire interdit à deux modélistes de pratiquer leur sport à une distance trop proche l'un de l'autre.

Les amateurs du genre, en passionnés de leur hobby, trouvèrent eux-mêmes une première solution à ce problème technique : l'accès séquentiel. Ici, comme dans le système primitif utilisé dans les débuts, on dispose d'une seule paire émetteur-récepteur. Et le récepteur, là encore, est uniquement sensible à la présence ou à l'absence de l'émission radio. C'est donc une régression dans la voie du progrès. Non, car cette fois, au lieu de commander directement le moteur du modèle réduit, le récepteur pilote un compteur d'impulsions, dispositif similaire à celui qu'on trouve dans les centraux téléphoniques électromécaniques et qui aiguille les appels en fonction du numéro que compose l'abonné. Un électro-aimant est associé à une roue dentée qui avance d'un cran par impulsion.



Chaque fois qu'on appuie sur le bouton de l'émetteur, et tant que le poussoir est maintenu enfoncé, une fonction précise s'accomplit. Pour déclencher le mécanisme suivant, il faut relâcher le bouton et réappuyer. On peut donc successivement obtenir plusieurs mouvements différents : marche arrière, marche avant, tour à droite, tour à gauche, par exemple.

Lennui est que pour accéder à la commande de la fonction souhaitée, on est obligé de passer par chacune des fonctions intermédiaires, celles dont pour l'instant on ne veut pas — exactement comme lorsqu'on projette une diapo et qu'on revient plusieurs places en arrière pour en retrouver une certaine autre ; il faut alors faire "défiler" toutes les vues qui occupent l'intervalle. En radiocommande, cela constraint l'opérateur à avoir toujours en mémoire la séquence des différentes fonctions et la position de chacune par rapport aux autres.

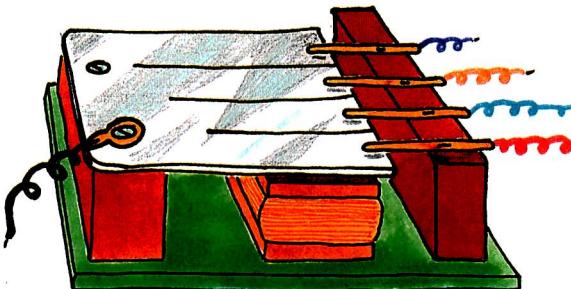
Un tel système peut à la rigueur convenir au maniement des modèles de bateaux ou de véhicules terrestres. Il est totalement inapte à la télécommande des petits avions, en raison de son poids et de la lenteur d'exécution des ordres puisque le compteur d'impulsions ne donne accès qu'à une seule fonction à la fois. Il s'agissait donc de découvrir un moyen de contrôle simultané, et non plus séquentiel, de l'ensemble des commandes.

Aujourd'hui, on dispose de nombreux types de modulation capables d'assurer ce genre de liaison multiple. Par exemple, on envoie plusieurs ordres conjointement grâce à une seule fréquence porteuse, modulée par des fréquences sous-porteuses, elles-mêmes modulées par les ordres à transmettre. Les composants électroniques actuels permettent de réaliser des filtres de fréquence très sélectifs. Avec un micro-ordinateur, on est maintenant à même d'opérer le filtrage d'une fréquence donnée, à condition que l'information soit numérisée. Mais à l'époque, dans les années 50, on ne savait pas faire porter en même temps différentes informations par un signal radioélectrique unique.

L'affaire consistait à mettre au point un émetteur capable de transmettre une série de fréquences relativement basses, sous forme de bips audibles de longueurs d'onde différentes — des notes de musique —, phénomène comparable à ce qui se produit dans nos téléphones d'aujourd'hui, où chaque touche représentant un chiffre fait entendre un son spécifique. A toutes ces notes de musique correspondrait alors la commande d'une fonction précise. De son côté, le récepteur ne se contenterait plus de constater bêtement la présence ou la non-présence de l'émission qui lui est destinée ; il saurait, comme un poste de radio, extraire et analyser le contenu du signal reçu. Mais si l'on savait déjà, au niveau de l'émission, réaliser de petits oscillateurs électroniques capables de produire ces fréquences audibles,

on n'avait pas encore appris à démêler les fréquences au stade de la réception.

Encore une fois, les radiomodélistes trouvèrent à leur problème une solution électromécanique d'une admirable simplicité. Mais comme pour l'oeuf de Colomb, il fallait y penser. Les fréquences, perçues par l'appareil récepteur comme une sorte de magma de notes indistinctes, étaient immédiatement dirigées sur un électro-aimant au-dessus duquel était placé un dispositif qu'on ne s'attendait pas à trouver là : un peigne de boîte à musique.



Chaque fois que la fréquence du son correspondait à la fréquence de vibration d'une des lamelles du peigne, celle-ci se mettait à vibrer et, de ce fait, venait effleurer un contact électrique qui commandait à son tour un relais.

La télécommande multicanaux était née, sous une forme certes artisanale, mais néanmoins efficace. Le nombre des canaux de transmission ne se trouvait plus limité, à l'arrivée, que par celui des dents du peigne et, au départ, par celui des notes qu'était capable de générer l'émetteur.

Ce procédé fut appliqué pendant de longues années à de nombreuses télécommandes multicanaux, avant d'être supplanté par le filtrage électronique.

La technique a fait bien du chemin depuis : l'"état de l'art" actuel est la télécommande proportionnelle à transmission numérique. "Proportionnelle", parce que la vitesse du mouvement de l'élément mécanique animé par l'un quelconque des servomoteurs du modèle réduit, est identique à la vitesse de déplacement de la manette actionnée par l'homme. Tout se passe comme s'il y avait une liaison physique, effective et directe, entre la manette de commande et la pièce mobile du modèle réduit. "Transmission numérique", parce que l'émetteur ne transmet plus une suite de fréquences mais des informations codées sous forme de bits, les mêmes unités binaires qu'utilisent les ordinateurs.

Dans ce mode de télétransmission, chacun des servomoteurs se caractérise, vis-à-vis de l'émetteur, par une adresse et un contenu, tout comme les unités de mémoire dans un système informatique. Le contenu indique l'état — la position physique — du servomoteur à l'instant donné. L'émetteur, qui

est maintenant un véritable micro-ordinateur, passe son temps à consulter une à une l'ensemble des adresses et communique à chacune d'elles une quantité chiffrée correspondant à la position demandée, par exemple le degré d'inclinaison d'un mécanisme rotatif ou la distance d'avancement d'un mécanisme linéaire. L'exploration successive des adresses s'opère très rapidement, si bien que pour le "pilote", les choses se passent en tout point comme si les différentes commandes s'effectuaient simultanément.

Devant une pareille évolution de la technique, il aurait été étonnant que la radiocommande n'intéressât finalement que les seuls modélistes. Un des premiers appareils courants à avoir été ainsi équipés est le téléviseur familial. Mais l'émetteur radio convenait assez mal à ce type d'usage, car sa portée n'est pas toujours facile à maîtriser. La multiplication des radiocommandes dans un grand immeuble d'habitation, par exemple, risquait de poser des problèmes d'interactions entre des appareils proches. Il fallait donc recourir à un autre support de transmission (2). Les ultrasons, qui contrairement aux ondes radioélectriques sont incapables de traverser la moindre cloison, ont été essayés au départ mais abandonnés pour des raisons de coût. Enfin, grâce aux progrès de l'optoélectronique (3), on a pu dompter les ondes infrarouges, dont la portée a les mêmes limites physiques que les ultrasons et dont la propagation est plus fiable. De plus, l'infrarouge autorise un débit de transmission bien supérieur : avec les ultrasons, on jouait sur des ondes acoustiques de quelque 30 kHz, donc très restreintes en bande passante, alors que les possibilités en fréquence des infrarouges dépassent largement ce qu'on est capable aujourd'hui d'exploiter en matière de modulation. Grâce à ce nouveau support, il devenait facile de faire travailler "à travers l'air" des données de plus en plus complexes.

Les applications de ce mode de transmission sont devenues monnaie courante, du casque sans fil aux portières de voiture. Là se pose un problème de sécurité. Que le programme d'Antenne 2 apparaisse sur l'écran du téléviseur alors qu'on avait demandé l'émission de FR3, voilà qui n'est que moyennement grave. Mais trois voitures en stationnement qui déverrouillent intempestivement leurs portières parce qu'un automobiliste ouvre la sienne à proximité, c'est déjà plus sérieux.

Il faut donc garantir la stricte personnalisation du code inscrit sur la "clé" de télécommande.

(suite du texte page 184)

(2) La télécommande peut utiliser différents types de supports pour véhiculer ses signaux : organes mécaniques pour les courtes distances (l'aiguillage de chemin de fer, par exemple), câble électrique ou fibre optique (comme la commande des relais téléphoniques), faisceau lumineux (laser, infrarouge), et bien sûr ondes hertziennes.

(3) Un domaine en pleine expansion qui associe les technologies de l'optique et de l'électronique.

# L'économie n'est pas une science exacte. Ce n'est pas une raison pour baisser les bras.

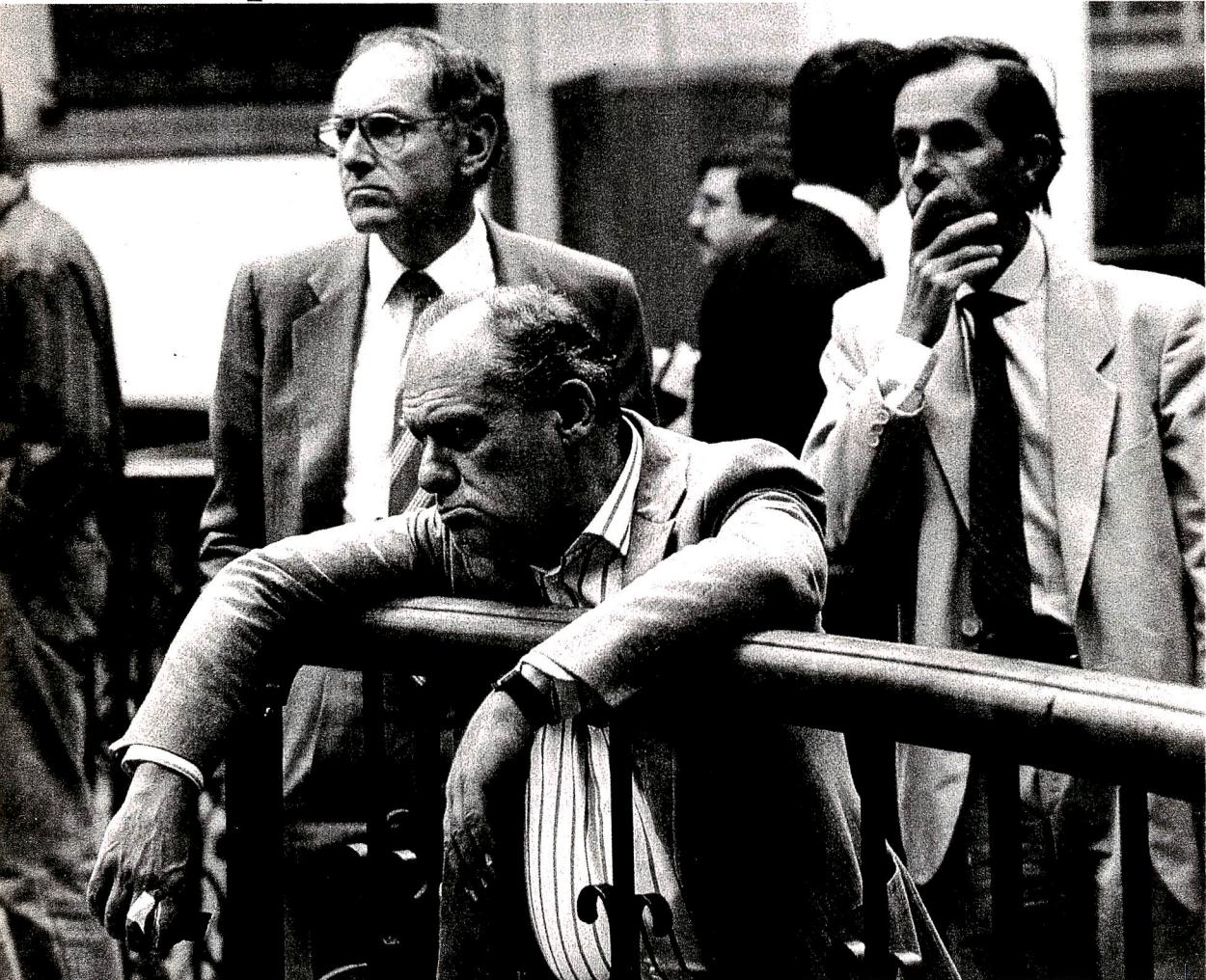


Photo ATGER/EDITING

**L**es grands événements qui bouleversent l'économie semblent imprévisibles. Mais si personne ne peut dire quand ils interviennent, on peut expliquer pourquoi et comment.

Vous ne trouverez pas dans SCIENCE & VIE ECONO-

MIE la chronique du monde des affaires. Nous préférons nous consacrer à l'analyse des mouvements de fond qui animent la vie économique à l'échelle de l'entreprise comme à celle des Etats.

Pour nous, l'important c'est de décrire les étapes concrètes de la construction européenne, de savoir pourquoi telle industrie se délocalise à Taïwan, de recenser les critères de recrutement dans les entreprises, de faire le point sur les différentes formes d'épargne, etc.

Et pour parler de tout cela, il nous paraît essentiel d'être clair, accessible, précis et complet.

## SCIENCE & VIE ECONOMIE

AU SOMMAIRE DU  
NUMÉRO DE NOVEMBRE :

O.P.A., FUSIONS, RACHATS,  
QUI TIRE LES FICELLES ?

LES MARCHÉS COMMUNS  
DU TIERS MONDE

LE MODÈLE ALLEMAND  
AU BOUT DU ROULEAU

S & V Economie. Comprendre pour agir

# FILMS ULTRA-SENSIBLES : AUX FRONTIÈRES DE L'IMPOSSIBLE

En utilisation "normale", tous les films que nous avons testés donnent de bons résultats. Par contre, on constate de nettes différences dès que ceux-ci sont "poussés".



*Avec l'hiver, les photographes amateurs utilisent surtout des films inversibles de haute sensibilité pour se jouer de la pauvreté de la lumière sans avoir recours à un éclairage artificiel. Ces films, de 400 à 3 200 ISO, ont des sensibilités qui peuvent d'ailleurs être doublées ou quadruplées. Voici les qualités réelles de ces films pour diapositives, éprouvées par Science & Vie.*

**L**es films inversibles présentent de moins en moins de différences et les photos qu'ils procurent sont très semblables, avec d'excellents rendus des couleurs. Telle était la conclusion de *Science & Vie*, en juin dernier, après un banc d'essai des émulsions de faibles et de moyennes sensibilités (25 à 200 ISO). Une conclusion qui ne convient plus lorsqu'on passe aux films de haute sensibilité (400 à 3 200 ISO) dont nous venons d'essayer les principaux types disponibles sur notre marché ! Certes ces émulsions ultra-sensibles sont de bien meilleure qualité que celles que proposaient les fabricants au début des années 80, mais selon les conditions d'utilisation, des différences nettes apparaissent d'une marque à l'autre.

Il est vrai qu'il n'est pas si simple d'élever la

sensibilité d'un film sans augmenter en même temps sa granulation apparente et sans compromettre l'équilibre des couleurs et des contrastes. De ce fait, d'ailleurs, les films "haute sensibilité" tolèrent mal des contrastes élevés d'éclairage par ailleurs bien acceptés par les émulsions 3 ou 4 fois plus lentes. Une émulsion de 1 000 ISO n'a qu'une très faible latitude d'exposition, de l'ordre de - 1 à + 1 diaphragme, ce qui signifie que tout sujet comportant des écarts d'éclairage supérieurs ne sera pas correctement reproduit. Il faudra en sacrifier soit les parties les plus claires qui seront alors "délavées", sans détails, soit les plages sombres qui seront "bouchées".

Ainsi, les conditions d'utilisation des films de haute sensibilité sont-elles limitées, variables selon les sujets, et nous allons le voir, susceptibles d'être

(suite du texte page 148)

# 8 films ultra-sensibles pour diapositives au banc d'essai



**Afachrome 1 000.** A son indice nominal, ce film donne des couleurs fidèles malgré une légère tendance à une dominante magenta. Bonne netteté malgré une forte granulation. A 2 000 ISO, le gain de sensibilité n'est que d'un demi indice de lumination, ce qui correspond à une sensibilité effective de 1 500 ISO. Le grain devient plus important et la dominante vire un peu sur le bleu. Même comportement à 4 000 ISO mais augmentation de la dominante bleue. Cette particularité peut être tournée en avantage lors de prises de vues en lumière artificielle pour éliminer en partie des tons trop chauds.



**Ektachrome 400.** Un très bon film. Très bonne saturation des couleurs. Contraste et grain discrets. Pratiquement pas de dominante. L'émulsion supporte parfaitement une exposition à 800 ISO. Elle donne encore de très bons résultats à 1 600 ISO mais avec une granulation plus forte que celle de l'Ektachrome 800/1 600 à cette même sensibilité. Le contraste est aussi plus important mais le rendu des couleurs est plus vif tout en restant neutre. Avant de choisir entre pousser l'Ektachrome 400 jusqu'à 1 600 ISO ou utiliser le 800/1 600 à sa deuxième sensibilité, il est conseillé de faire des essais.



**Ektachrome 800/1 600.** A 800 ISO, ce film a un rendu des couleurs tout à fait correct, un contraste moyen, une très bonne précision des contours et une granulation assez discrète. Une légère dominante cyan est sans effets perceptibles sur l'ensemble des couleurs, elle est même bénéfique à la gamme des verts, qui s'en trouve renforcée. A cette sensibilité, on pourra préférer l'Ektachrome 400 poussé à 800 ISO. A 1 600 et 3 200 ISO, la diapositive est trop dense, cette sous-exposition est d'environ 1/2 diaphragme, ce qui donne respectivement 1 200 et 2 400 ISO effectifs. Le rendu des couleurs, bien qu'un peu terne, est encore bon, même à la sensibilité la plus élevée, malgré une perte de saturation dans les noirs qui vireront un peu au brun et une dominante magenta qui apparaît dès la plus minime sous-exposition.



**Scotch-chrome 400.** Avec ce film le rendu des couleurs est correct, même dans les nuances les plus fines. La granulation est relativement discrète et le contraste est le plus bas de tous les films testés. La définition est bonne et l'émulsion supporte mieux la surexposition que la sous-exposition. Exposé pour 800 ISO, il donne toujours un bon rendu des couleurs bien que l'on puisse leur reprocher de manquer de saturation. La définition est encore bonne malgré une sérieuse montée de la granulation. La latitude d'exposition n'excède pas un demi-indice de lumination dans le meilleur des cas. Il est déconseillé d'essayer de gagner 2 indices de lumination avec ce film. Il vaut mieux passer au Scotch de 1 000 ISO en doublant la sensibilité si besoin est.



**Fujichrome 400.** A 400 ISO, le rendu des couleurs est excellent avec une tendance aux tonalités chaudes traduite par un léger apport de jaune surtout visible dans le gris. Le grain est discret, la définition bonne, le contraste normal. A 800 ISO, le rendu des couleurs est toujours bon, tout en perdant la légère coloration chaude. Le contraste et le grain augmentent légèrement. Ils sont importants à 1 600 ISO et ici le rendu des couleurs risque d'être moins bon qu'avec un Fujichrome 1 600.



**Fujichrome 1 600.** Un excellent film. Parfaite neutralité des couleurs. Granulation assez importante et contraste un peu fort éliminant toute tolérance aux écarts de luminosité un tant soit peu importants. A 3 200 ISO, ce film est sous-exposé d'un demi indice de luminosité (soit une sensibilité réelle de 2 400 ISO). Pour avoir un résultat correspondant à 3 200 ISO effectifs, il faudra "pousser" cette émulsion à 6 400 ISO avec comme corollaire une granulation très importante et un fort contraste, mais le rendu des couleurs sera encore excellent et pratiquement sans dominante.



**Scotch-chrome 640 T.** Le seul film haute sensibilité pour les prises de vues en lumière artificielle. Il est satisfaisant malgré une dominante rougeâtre. Nous conseillons aux amateurs de sacrifier un film pour voir si éventuellement il est utile d'utiliser un filtre de correction. Attention, telle correction valable pour telle source d'éclairage peut être incorrecte avec une autre. Le rendu des couleurs est satisfaisant, sauf dans les verts. La définition est bonne malgré une assez forte granulation. Un contraste des plus raisonnables permet d'obtenir des images acceptables avec des expositions  $\pm 1$  indice de luminosité (surtout à 1 000 ISO). A 1 280 ISO, peu de changement dans le rendu des couleurs. La granulation gagne en importance mais le contraste reste assez bas. Le 640 T "poussé" à 2 400 ISO se comporte normalement. La dominante est toujours présente ; les couleurs sont un peu ternes. Le rendu desverts et des gris est médiocre. Bien que le grain soit envahissant, la définition est encore acceptable. Attention, le film supporte mal des écarts d'exposition.



**Scotch-chrome 1 000.** Tout ce qu'on peut reprocher à ce film est une très forte granulation, préjudiciable en particulier à un rendu correct des couleurs, lesquelles manquent de saturation. Le contraste général est assez faible. Il n'y a pas de dominante. La latitude d'exposition peut aller jusqu'à  $\pm 1$  indice de luminosité. Bons résultats par temps couvert. A 2 000 ISO, le grain grossit. Le gain de sensibilité est effectif. Les couleurs et le noir manquent toujours de saturation. Pour la latitude d'exposition, on peut encore compter sur une fourchette de  $\pm 1$  demi indice de luminosité. Mêmes remarques à 4 000 ISO. Seule apparaît, en plus, une dominante brunâtre surtout sensible en cas de sous-exposition.

## 8 FILMS ULTRA-SENSIBLES POUR DIAPOSITIVES AU BANC D'ESSAI

ÉMULSION	DURÉE DU PREMIER DÉVELOPPEMENT			RENDU DES COULEURS			DOMINANTE			GRANULATION
	Sensibilité nominale	+ 1 indice de lumination	+ 2 indices de lumination	Sensibilité nominale	+ 1 indice de lumination	+ 2 indices de lumination	Sensibilité nominale	+ 1 indice de lumination	+ 2 indices de lumination	
<b>AGFACHROME 1 000 1 000 ISO</b>	6 min	9 min	12 min	Bon ***	Bon ***	Assez bon ***	Légèrement magenta ***	Magenta **	Bleuâtre ***	Forte ***
<b>EKTACHROME 400 400 ISO</b>	6 min	9 min	12 min	Très bon ****	Très bon ****	Très bon ****	Négligeable ***	Négligeable ***	Négligeable ****	Moyenne ****
<b>EKTACHROME 800/1 600 800 ISO</b>	8 à 9 min	10 à 13 min	12 à 15 min	Bon ***	Assez bon *	Assez bon ***	Légèrement verdâtre ***	Magenta **	Magenta **	Moyenne ****
<b>FUJICHROME 400 400 ISO</b>	6 min	9 min	12 min	Très bon ****	Bon ****	Assez bon ***	Négligeable ***	Négligeable ****	Légèrement magenta ***	Moyenne ****
<b>FUJICHROME 1 600 1 600 ISO</b>	12 min	15 min	18 min	Très bon ****	Bon à 2 400 ISO **	Médiocre ; sous-exposition	Légèrement cyan ***	Légèrement bleuâtre ***	Bleuâtre **	Forte ***
<b>SCOTCH CHROME 400 400 ISO</b>	6 min	8 min	12 min	Bon ***	Assez bon *	Très médiocre ; déconseillé à 1 600 ISO	Légèrement jaunâtre ***	Légèrement jaunâtre ***	Déconseillé à 1 600 ISO	Moyenne ****
<b>SCOTCH CHROME 640 T 640 ISO</b>	6 min	8 min	12 min	Bon ***	Assez bon *	Médiocre	Légèrement magenta ***	Magenta **	Fortement magenta *	Forte ***
<b>SCOTCH CHROME 1 000 1 000 ISO</b>	6 min	9 min	Non conseillé	Bon ***	Médiocre ; perte de saturation	Médiocre ; perte de saturation	Négligeable ***	Négligeable ***	Légèrement magenta ***	Forte ***

modifiées par les temps de traitement.

Les films de 400 ISO sont les plus courants et les plus employés. Ils conviennent à la photo de sport, la chasse photographique et, en général, pour toute prise de vue au téléobjectif à main levée lorsqu'il est indispensable d'utiliser de grandes vitesses d'obturation, et cela dans des conditions d'éclairage normal. Bien sûr, il y aura un peu plus de grain qu'avec une émulsion de 100 ISO, mais la résolution sera encore très bonne avec — selon les marques — un peu moins ou un peu plus de 50 traits/mm (elle est de 60 traits/mm pour la plupart des films de 100 ISO et atteint 100 traits/mm avec certains films de 25 à 64 ISO).

Si la sensibilité nominale s'avère être un peu faible, on peut la doubler, la quadrupler même. Gagner ainsi 2 diaphragmes ne pose aucun problème avec les films Fuji ou Kodak qui donnent des résultats sensiblement identiques à ceux que l'on peut obtenir avec un film de 1 000 ISO, à condition toutefois de le développer avec le plus grand soin, comme il sera dit plus loin.

Les films de 1 000 ISO et plus sont d'usage moins souple du fait de leur granulation. Ils donnent des couleurs moins saturées que les films plus lents. Les tonalités obtenues sont parfaitement normales pour des sujets où dominent les teintes pastel, ce qui ne veut pas dire que des couleurs plus saturées ne pourront être restituées sur le film : elles man-

queront seulement de brillance, semblant parfois recouvertes d'une sorte de voile donnant l'impression de vues prises à travers une légère brume. Cette perte de saturation affectera aussi les noirs, surtout à sensibilité très élevée.

Les films ultra-sensibles modernes ont une granulation apparente à l'oeil nu, mais qui reste tout de même très discrète, les grains se fondant les uns dans les autres. Cette granulation augmente lorsque le film est "poussé" au développement pour gagner 1 diaphragme (c'est-à-dire pour utiliser l'émulsion en doublant ou en quadruplant la sensibilité nominale). Un quadruplement de la sensibilité n'est d'ailleurs qu'un pis-aller car il s'accompagne d'une importante perte de saturation des couleurs, d'une diminution de la latitude d'exposition et très souvent de l'apparition d'une dominante — généralement magenta ou bleue.

Les amateurs qui développent eux-mêmes leurs films devront opérer avec le plus grand soin, en s'astreignant à un contrôle régulier du PH des différents bains et en respectant scrupuleusement la température et les durées de traitement. L'usure des bains et leur oxydation atmosphérique, même occasionnée par un stockage de 1 ou 2 jours dans des flacons partiellement remplis, peut provoquer des dominantes importantes.

Les films haute-sensibilité sont particulièrement instables à l'humidité et à la chaleur. Il faut éviter

		CONTRASTE	PRÉCISION DES CONTOURS	LATITUDE D'EXPOSITION (en indice de lamination)	TOTAL D'ÉTOILES	CONCLUSIONS
+ 1 indice de lamination	+ 2 indices de lamination					
Forte ***	Forte ***	Moyen ***	Moyenne **	$\pm 1/2$	32	Bon film, mais attention à la dominante magenta.
Forte ***	Très forte **	Moyen à fort **	Très bonne ***	$\pm 1/2$	41	Excellent film, rendu froid pour les sujets à l'ombre.
Forte ***	Très forte **	Faible à fort **	Bonne ***	$+ 1/2$	31	Bon film. Éviter les forts contrastes lumineux. Meilleur au soleil qu'à l'ombre.
Moyenne ****	Forte ***	Moyen à fort **	Bonne ***	$+ 1 - 1/2$	39	Excellent film. Bonne tolérance aux écarts entre hautes et faibles lumières.
Forte ***	Très forte **	Moyen à fort **	Bonne à moyenne *	$+ 1 - 1/2$	28	Très bon film pour sa sensibilité. Convient particulièrement pour des prises de vues sans soleil. Ne pas essayer d'aller au-delà de 3 800 ISO.
Forte ***	Forte ***	Moyen à faible ****	Bonne ***	$+ 1 - 1/2$	29	Bon film à utiliser de préférence par temps couvert ou à l'ombre.
Forte ***	Forte ***	Moyen ***	Bonne ***	$+ 1 - 1/2$	27	Seul film "lumière artificielle". Supporte mal les traitements "poussés". Bon film en conditions normales d'emploi.
Forte ***	Forte ***	Moyen à faible ***	Moyenne **	$+ 1 - 1/2$	30	Bon film. Rendu neutre dans les ombres. Accepte assez bien les écarts de contraste entre les ombres et les lumières.

de les laisser séjourner trop longtemps dans l'appareil photo. Une fois exposés, ils doivent, autant que possible, être développés immédiatement. Un stockage prolongé, des conditions hygrométriques défavorables et des températures élevées peuvent modifier l'image latente et, en même temps, l'équilibre chromatique.

Dès lors qu'il est courant d'utiliser ces films à une sensibilité double ou quadruple de leur sensibilité nominale, la question se pose de savoir s'il vaut mieux procéder de la sorte ou employer directement un film ayant nominalement la haute sensibilité souhaitée. Autrement dit, vaut-il mieux utiliser un film de 800 ISO ou un film de 400 ISO dont la sensibilité sera doublée en "poussant" ensuite son développement ?

En règle générale, la première technique est préférable. Mais il n'est pas rare que des émulsions donnent d'aussi bons résultats en traitement poussé.

Les essais pratiques que nous avons réalisés portent sur les principales émulsions inversibles disponibles : Agfachrome 1 000, Ektachrome 400, Ektachrome 800/1 600, Fujichrome 400, Fujichrome 1 600, Scotch-chrome 400, Scotch-chrome 640 T et Scotch-chrome 1 000. Nous avons effectué nous-mêmes les traitements afin de contrôler au mieux les résultats des films utilisés à sensibilité nominale, en doublant cette sensibilité (soit un gain d'un

diaphragme ou d'un indice de lamination-IL), enfin en quadruplant cette sensibilité (gain de deux diaphragmes ou de deux indices de lamination). Nous avons répété l'opération avec des révélateurs différents (Kodak, Tétanal...) sans observer de différences significatives, du moins en utilisant des bains neutres.

Toutes les prises de vues ont été faites en lumière du jour (sauf le film Scotch-chrome 640 T qui est équilibré à 3 200 K et qui a donc été testé à cette température de couleur). Chaque film a été exposé à 7 durées d'expositions pour vérifier la latitude de pose (valeur nominale théorique, surexposition de + 1, + 2, et + 3 diaphragmes, sous-exposition de - 1, - 2 et - 3 diaphragmes). Le sujet choisi, des timbres-poste, a permis de contrôler la précision des contours sur le trait des dessins. Un fond gris neutre a été choisi pour déceler les moindres formations de dominantes.

Les résultats et les conclusions de ces essais sont groupés dans nos *tableaux page 146 et ci-dessus*. Pour faciliter leur appréciation nous leur avons attribué de 0 à 4 étoiles en fonction des performances atteintes. Le total des étoiles obtenues donne une idée des qualités de chaque film. Toutefois, il ne faut attacher qu'une valeur indicative à ce nombre. Chaque film possède en effet ses applications, ne serait-ce qu'à cause de la possibilité d'augmenter la sensibilité d'utilisation.

Alex Kovaleff

# HAUTE DÉFINITION POUR LES TIRAGES PAPIER

*Kodak a choisi le marché européen pour lancer, ce mois-ci, l'Ektar, une nouvelle génération de films en couleurs destinée aux seuls utilisateurs de reflex 24×36*

**L**a tendance actuelle en photo couleurs, disions-nous dans le dernier numéro de *Science & Vie*, est à la diversification des types d'émulsions. Kodak en donne une nouvelle illustration en lançant deux films, les Ektar 25 et 1000, des négatifs pour tirages sur papier conçus pour un nombre assez réduit d'utilisateurs : les amateurs chevronnés, possesseurs de reflex 24 × 36 et souhaitant des images de très haute qualité (dans quelques mois, une version professionnelle de ces films sera aussi commercialisée).

Les Ektar s'ajoutent à la gamme de films Kodacolor. Ils sont d'utilisation plus délicate, un peu comme des films inversibles pour diapositive, en ce sens qu'ils ne tolèrent pas d'erreur d'exposition. En contrepartie, ils procurent une finesse de détails et une richesse de couleurs exceptionnelles.

Ces émulsions représentent d'abord un nouveau compromis dans le choix des paramètres qui gouvernent les qualités d'une émulsion. Tous les films sont en effet un équilibre entre cinq composantes : la sensibilité, le grain, la définition, la couleur et la latitude de pose. Les Kodacolor Gold, par exemple, favorisent la latitude de pose, laquelle est de l'ordre de 5 diaphragmes. De ce fait, ils tolèrent de grosses erreurs d'exposition. Avec l'Ektar, c'est la latitude d'exposition qui a été limitée afin de favoriser la finesse de grain, la définition et la richesse de la couleur.

L'Ektar 25 est un film de faible sensibilité, 25 ISO, comme le kodachrome 25. Son grain est pratiquement invisible, même à des agrandissements de 50 × 60 cm ou plus. La reproduction des couleurs, notamment des tons chair, est grandement nuancée.

Selon Wilbur J. Prezzano, vice-président de

Kodak et directeur général du groupe des produits photographiques, « Le film Ektar 25 représente le même pas en avant que l'introduction des bandes magnétiques métal ou même du disque compact dans le domaine du son. On perçoit immédiatement la différence de qualité. »

Le film Ektar 1000 répond à un autre besoin. Sa sensibilité atteint 1000 ISO, comme le Kodacolor VR 1000, lancé en 1982. Mais ses couleurs sont plus pures, plus saturées, son grain est extrêmement fin et il réagit remarquablement au mélange de lumière, donnant des résultats particulièrement bons avec un éclairage de lampes tungstène. Quels sont les secrets de ces performances hors du commun ?

Toutes les émulsions en couleurs sont produites à partir des mêmes matériaux : les halogénures d'argent sensibles à la lumière ; les coupleurs qui permettent, au traitement, la formation des colorants autour des grains d'argent en développement ; la gélatine dans laquelle l'émulsion argentique est en suspension.

Mettre au point un nouveau type de film, c'est souvent redistribuer ces éléments de façon différente. C'est, nous allons le voir, ce qu'ont réalisé les chimistes de Kodak avec les films Ektar.

Lorsqu'on prend une photo, la lumière impressionne les grains d'halogénure d'argent et donne une image latente invisible. Cette image apparaît





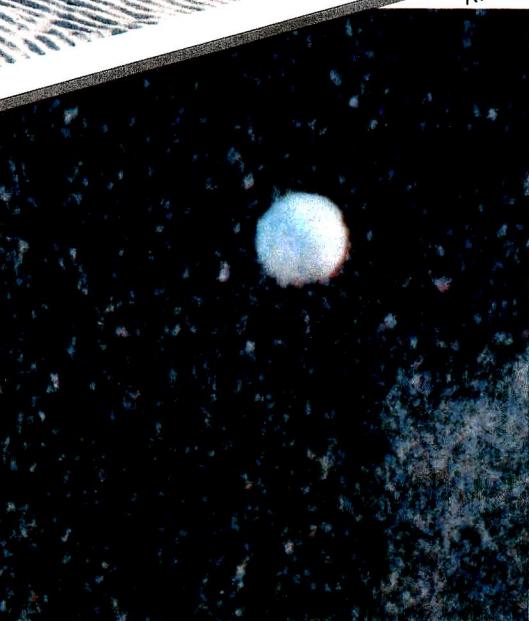
Avec l'Ektar 1000, vous pourrez photographier au 1/1000 et obtenir une haute définition.

lors du développement : les substances chimiques du révélateur transforment les grains d'halogénure d'argent impressionnés en argent métallique noir. Les autres grains (non impressionnés) ne sont pas développés et seront ultérieurement éliminés.

Dans un film en couleurs, il existe au moins trois couches d'halogénure d'argent, respectivement sensibles au rouge, au vert et au bleu. Les trois images noir et blanc obtenues sont donc respectivement les images des rouges du sujet, de ses verts et de ses bleus. Les coupleurs incorporés à ces couches réagissent avec les produits d'oxydation du développement argentique, formant un colorant autour des grains d'argent. Les coupleurs sont spécifiques de chaque couche et permettent de colorer l'image de la couleur complémentaire à la couleur de sensibilisation : cyan pour la couche sensible au rouge, magenta pour celle du vert et jaune pour celle du bleu.

En fin de traitement, les grains d'argent sont éliminés, ne laissant plus que les microscopiques bulles de colorants. La taille de ces bulles est donc fonction de la taille des grains d'argent qui se trouvaient à l'intérieur.

Par ailleurs la taille des particules d'halogénure



d'argent (les futurs grains d'argent), détermine la sensibilité du film à la lumière. De ce point de vue, Kodak avait déjà réalisé un progrès fondamental, en 1982, en créant les grains tabulaires (grains T), minces, présentant une surface plane, capables de capturer plus efficacement les photons de la lumière que les grains classiques de forme aléatoire ou les grains cubiques, plus réguliers. Ainsi il devenait possible de produire des films très sensibles sans augmenter la grosseur des grains.

Avec l'Ektar 25, les grains sont particulièrement petits, afin d'accroître la finesse de l'image. Mais la réduction des grains n'est pas sans inconvénients. Il y a une taille à ne pas dépasser car des grains trop petits tendent à diffuser la lumière et donc à réduire la définition. Autrement dit, on finit par avoir un film à grains fins et à faible définition. Les grains tabulaires réduisent cet inconvénient car leur surface plane capte mieux la lumière et leur faible épaisseur permet de réaliser des couches fines diminuant les diffusions de lumières.

Dans le film Ektar 25, les divers types de grains et de couches sont combinés pour réduire la granulation et améliorer la netteté. La couche magenta est faite à 100 % de grains T, la couche jaune, combine les grains T et les grains cubiques, la couche cyan utilise à 100 % des grains cubiques.

L'amélioration de la netteté ne dépend pas seulement du grain de l'émulsion. L'effet de bord, ou de contour joue un rôle tout aussi essentiel. Ces termes désignent la ligne de séparation entre deux détails de l'image. Plus elle est franche, plus cette

image paraît nette. Il est possible, à cet effet, d'augmenter chimiquement leur densité et de faire en sorte qu'elle apparaisse plus distinctement. On utilise pour cela des coupleurs spéciaux, dits DIAR (*Developper Inhibitor Anchimeric Releasing*) libérant un inhibiteur de développement. Expliquons-nous.

Tout d'abord, rappelons comment agissent les coupleurs ordinaires dans un film négatif couleurs. Nous l'avons vu, durant le traitement de l'émulsion, ils se combinent avec les substances d'oxydation des halogénures d'argent, se développant pour former du colorant. Ce colorant est proportionnel à la quantité de lumière reçue par les grains d'halogénure, donc à la couleur du sujet puisque les grains de chaque couche sont sensibles à une seule couleur.

Par exemple, pour représenter des fleurs bleues, la couleur complémentaire du bleu, le jaune, se forme dans la couche jaune du film. Mais, dans la nature, les couleurs pures sont rares et le bleu des fleurs contient aussi un peu de rouge et de vert. Dans les deux autres couches du film, les fleurs en cause forment donc une image plus ou moins légère de colorant magenta et cyan.

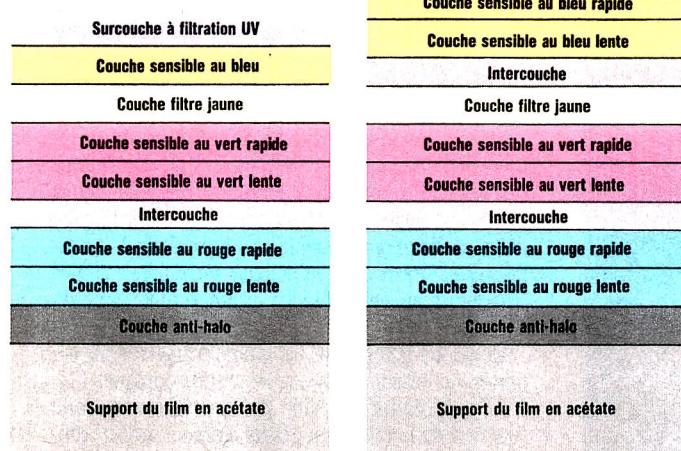
Pendant le développement, les coupleurs DIAR, qui sont aussi présents dans l'image des fleurs, et qui sont des substances agissant "à retardement", sont libérés et diffusent dans les autres couches du film où ils empêchent le développement. Dans cette action, les coupleurs DIAR ont tendance à se diffuser sur les bords des détails de l'image (à la limite de deux couleurs) et à être très actifs au centre de ces détails.

Il en résulte que les effets des coupleurs DIAR sont plus forts au centre, ce qui réduit la quantité de colorant qui s'y produit. Ils sont plus faibles sur les bords. Mais les coupleurs DIAR d'une couche du film diffusent aussi dans les deux autres couches. Ainsi, la quantité globale de colorant produit sur les bords des détails est-elle plus grande qu'au centre : ces bords apparaissent plus sombres et plus distincts.

L'utilisation des coupleurs DIAR est un véritable jeu d'adresse de la part des chimistes, car il faut calculer avec précision leur moment d'entrée en action. Si les coupleurs commencent leur action trop tôt, ils n'ont pas assez de temps pour quitter la couche qui les a libérés, ce qui réduit leur effet. S'ils sont activés trop tard, le développement est trop avancé pour qu'ils puissent avoir une action efficace. Avec le film Ektar 25, les chimistes

## Ektar 25 : le moins sensible des négatifs...

Comparé au moins sensible des films Kodak actuels, il possède un nombre réduit de couches sur un support plus mince.



sont parvenus à créer des coupleurs DIAR programmés dans le temps avec une précision telle que leur effet soit maximal.

D'autres raffinements (des intercouches, des émulsions à iodure structurées) sont utilisés dans l'Ektar 25 pour en faire un film à grains très fins et à couleurs saturées tout en conservant des tons chair neutres et agréables. L'Ektar 25 possède aussi un autre type de coupleurs, les DIR (*developer inhibitor releasing*). Leur action est comparable à celle des coupleurs DIAR, mais sans effet temporisé. De ce fait, ils ne se déplacent pas aussi vite dans les couches du film pour faire leur travail. Ils contribuent aussi à améliorer l'effet de bord. Surtout, ils freinent la formation des colorants dans les autres couches que la leur, favorisant la saturation des couleurs. En effet, une augmentation des pigments cyan, magenta et jaune produit du gris, augmentant seulement la densité de l'image. Ainsi, en empêchant la formation de ces colorants parasites, on augmente la pureté des couleurs.

Avec l'Ektar 1000, les chimistes ont voulu tenir un autre pari : améliorer la structure de l'image malgré la haute sensibilité du film alors que, traditionnellement, cette sensibilité conduit à un grain grossier, à une faible définition, à une perte de saturation des couleurs. Comme pour l'Ektar 25, la finesse repose, en partie du moins, sur l'emploi des grains T et de coupleurs inhibiteurs. Mais il y a plus.

Les films couleurs haute sensibilité sont destinés à être utilisés en lumière faible et de composition variable. Par exemple, l'éclairage tungstène est fortement jaune-rouge et très pauvre en bleu. Ce déséquilibre provoque souvent des ombres bleues sur les photos. Pour éliminer ce défaut, le film Ektar 1000 a une sensibilité accrue dans le bleu. Par ailleurs, on sait que les halogénures d'argent ont une sensibilité naturelle au bleu. Pour qu'ils puissent reproduire toutes les couleurs, il faut qu'ils soient aussi sensibles au vert et au rouge, ce qui est obtenu par adjonction de colorants sensibilisateurs. Et il est évident que si l'on peut augmenter la surface des colorants sensibilisateurs, on augmente aussi la sensibilité à la couleur spécifique (le bleu, le rouge ou le vert, selon les couches). Une fois encore, ce sont les grains T qui assurent ce rôle puisqu'ils sont, précisément, de plus grande surface que les grains ordinaires.

Autre problème des films de haute sensibilité : leurs émulsions

sont affectées par les radiations extérieures, qui voilent les basses lumières (les ombres), réduisant le contraste de l'image et la saturation des couleurs. Pour éliminer ce défaut et réduire l'influence des radiations extérieures, le contraste de l'émulsion a été augmenté seulement dans les couches du film destinées à reproduire les faibles lumières (les couches très sensibles). Pour améliorer encore la reproduction des couleurs, les coupleurs DIR ont été ajoutés aux seules couches très sensibles magenta et cyan (ces coupleurs DIR, que nous avons déjà évoqués plus haut, ne sont pas nouveaux, mais c'est la première fois qu'ils sont incorporés à ces couches).

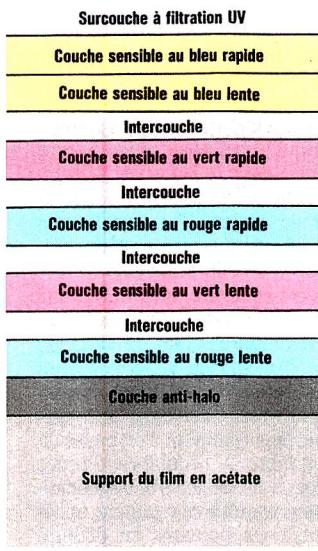
Enfin, l'ordre des couches de l'Ektar 1000 a été modifié par rapport aux films plus classiques comme le Kodacolor (**voir schéma**). En particulier, la couche rapide cyan a été remontée juste en dessous de la couche rapide magenta. Plus proche du dessus du film, cette couche reçoit un peu plus de lumière rouge.

De plus, elle bénéficie des réflexions de lumière rouge de la couche magenta lente qui se trouve au-dessous. Cette simple modification de la conception du film augmente sa sensibilité de 50 % (soit un demi-diaphragme).

Pour Peter M. Palermo, vice-président de Kodak, ces améliorations technologiques permettent à l'Ektar 1000 une finesse des couleurs et de grains que ne peut atteindre aucune autre émulsion de 1000 ISO dans des conditions de lumière identiques.

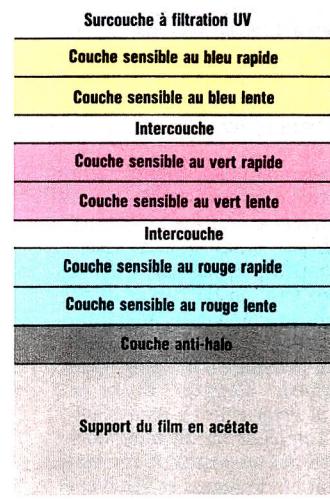
Roger Bellone

## ...et Ektar 1000 : la haute définition la plus "sensible"



Ektar 1000

Comparé au plus sensible des Kodacolor actuels, ses couches sont plus nombreuses et disposées dans un ordre différent.



Kodacolor VR 1000

# LIVRES

## Le temps, l'éternité, la neige...

*En physique, le sens dans lequel le temps s'écoule est un facteur dont on tient toujours compte pour décrire un phénomène.*

*Ici se pose déjà un piège. Si l'on fait bouillir de l'eau, elle se change en vapeur.*

*Si l'on refroidit la vapeur, elle se change à nouveau en eau. Est-ce à dire que le vecteur temps a changé de sens ?*

Certes non, car le phénomène en question appartient au domaine de la thermodynamique, née au XIX<sup>e</sup> siècle, et comme tous les phénomènes décrits par cette science, il est irréversible, comme l'avait démontré Ludwig Boltzmann. Le changement de l'eau en vapeur et de la vapeur en eau sont successifs, sont deux événements et ont tous deux exigé, l'autre après l'un, une dépense d'énergie.

D'où vient alors qu'un pendule parfait oscillant autour de sa position d'équilibre, ne connaît ni réversibilité, ni irréversibilité ? C'est qu'il obéit aux lois de la dynamique, science, elle, née au XVII<sup>e</sup> siècle. En réalité, considéré du point de vue de la thermodynamique, le frottement continual rendrait aussi son mouvement irréversible.

Le distinguo entre réversible et irréversible, dynamique et thermodynamique, semblerait être, à première vue, un de ces artifices intellectuels comme en affectionnent certains esprits. Il faut cependant lire l'ouvrage d'Ilya Prigogine et d'Isabelle Stengers, *Entre le temps et l'éternité* (1), pour s'aviser de l'ampleur du dilemme qu'il recouvre. Si l'on postule la réversibilité, on nie le temps et l'Univers est donc éternel, mais si l'on postu-

le l'irréversibilité, c'est que l'Univers est mortel. On peut donc dire que les réflexions de ce livre mènent loin.

Prigogine et Stengers ne sont certes pas opposés à la philosophie et ne répugnent pas non plus à citer des poètes. Paradoxalement, ce livre de très haute volée permet d'apprécier beaucoup mieux des poètes tels que Valéry (qui est cité dans l'ouvrage, mais à un tout autre propos). On perçoit encore plus fortement l'angoisse des vers du *Cimetière marin*, « Les cris aigus des filles chatouillées, les yeux, les dents, les paupières mouillées,... tout va sous terre et rentre dans le jeu. » Or, Prigogine et Stengers parlent abondamment de ce jeu. C'est, en termes moins élégiaques, un système dissipatif en équilibre instable.

Qu'est-ce donc qu'un système dissipatif ? C'est, entre bien d'autres définitions, celui où l'énergie passe d'un niveau supérieur à un niveau moindre, obéissant à la loi de l'entropie. C'est donc un système où, apparemment, l'on passe du déséquilibre à l'équilibre. Prenez un flocon de neige : s'il est constitué de cristaux très réguliers, sphériques, nous pouvons en déduire qu'il s'est formé près de l'équilibre.

Si, au contraire, ses cristaux présentent une structure à branches bien développées, il s'est formé loin de l'équilibre : la croissance a été très rapide, les molécules n'ont pas eu le temps de diffuser régulièrement sur sa surface. Comme quoi, soit dit en passant, l'ordre, qui semblerait supérieur dans le cristal à la structure étoilée, est en fait le reflet d'un déséquilibre — Mais nous n'en sommes, à ce point-ci, qu'aux préliminaires de l'exposé de Prigogine et Stengers. Dans le dernier chapitre, ils démontrent par exemple comment l'on s'efforce de concilier réversibilité et irréversibilité dans une théorie globale de la philosophie des sciences. On éprouvera sans doute, prévenons-en le lecteur, quelque difficulté à les suivre dans leur raisonnement sur les révisions actuelles du modèle d'un univers en expansion.

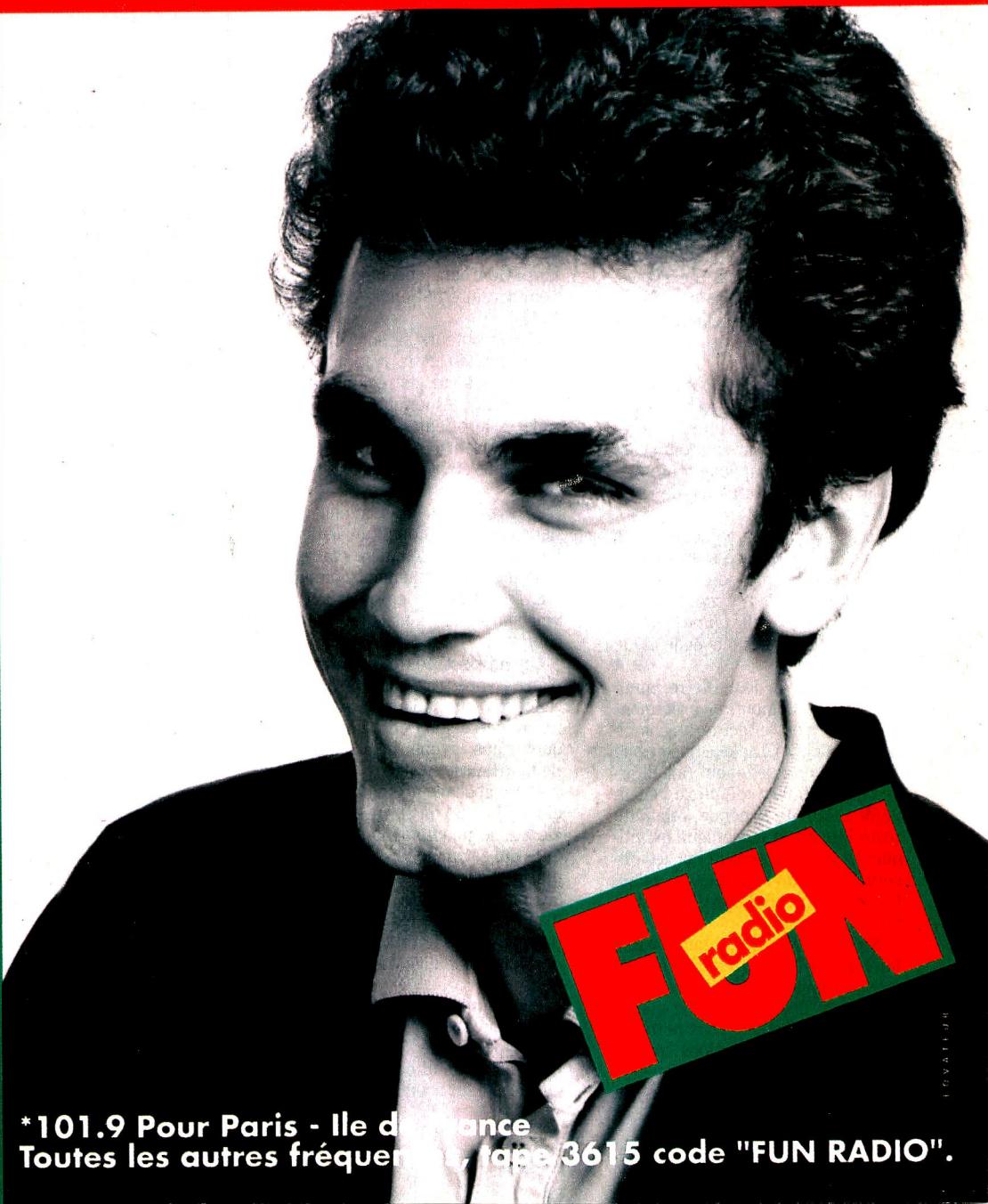
Impossible de résumer un livre aussi dense, aussi riche et aussi complexe. Sa vertu principale ne réside toutefois pas seulement dans ses informations, mais tout autant dans la leçon magistrale de nuance qu'il propose. Prigogine et Stengers démontrent que, dans les abstractions supérieures, aucune définition n'est jamais fermée ; l'ordre peut engendrer le chaos et inversement, par exemple. Le chaos n'est chaos que d'un certain point de vue, et il y règne un ordre différent. Le caractère inobservables du monde selon la mécanique quantique n'implique pas qu'on ne puisse pas se représenter le monde selon la même mécanique. Et s'il faut bien souscrire au postulat de Kant, selon lequel on ne peut pas se faire une idée scientifique de l'Univers parce qu'on ne peut pas en faire un sujet d'expérience, il n'en est pas moins vrai qu'on ne peut pas se faire une idée du monde autre que scientifique...

Il ne s'agit certes pas là d'un ouvrage qu'on puisse lire pour se délasser ; il exige au contraire un grand effort d'attention et un peu plus que quelques rudiments de science. Mais l'effort en vaut la peine, car c'est aussi l'un des livres les plus nourrissants de ces derniers temps.

Gerald Messadié

# Good FUN\*, Cooky !

DU LUNDI AU SAMEDI DE 9H A 13H.



\*101.9 Pour Paris - Ile de France  
Toutes les autres fréquences, tape 3615 code "FUN RADIO".

**Jean-Pierre Luminet**  
**LES TROUS NOIRS**

Belfond-Sciences, 334 p., 98 F.

Les ouvrages en langue française traitant des trous noirs ne sont pas légion. Le travail de Jean-Pierre Luminet vient donc à point pour combler une lacune de l'édition scientifique française. A part quelques chapitres dans des traités plus généraux d'astrophysique, le public français devait en effet jusqu'à ce jour connaître la langue de Shakespeare pour accéder à la très riche littérature anglo-saxonne sur le sujet.

Docteur ès-sciences et astronome à l'observatoire de Meudon, considéré comme "le" spécialiste français des trous noirs, Jean-Pierre Luminet pose d'emblée une question fondamentale : les trous noirs, ou du moins ce que l'on désigne comme tel, correspondent-ils à des objets mathématiques imaginaires, des inventions théoriques, ou sont-ils au contraire des objets bien réels, mais difficilement observables du fait même de leur nature ?

Fondamentalement, les trous noirs sont des régions particulières de l'espace-temps à l'intérieur desquelles le champ gravitationnel est si intense qu'il empêche toute matière et toute lumière de s'en échapper.

Dès 1796, l'astronome français Pierre-Simon Laplace avait dégagé le concept de trou noir en combinant la notion de "vitesse finie" de la lumière avec celle d'une "vitesse de libération", héritée celle-ci de Isaac Newton.

Partant de là, Jean-Pierre Luminet nous démontre brillamment comment s'est effectué le cheminement depuis Laplace jusqu'à la conception actuelle, qui fait intervenir un subtil et complexe mélange de relativité générale, relativité restreinte et de mécanique quantique. Le tout s'appuyant sur les observations d'un véritable zoo galactique et extragalactique, et c'est là tout son mérite.

Ne le cachons pas, il faut parfois faire des efforts pour suivre les démonstrations de Jean-Pierre Luminet quand il nous explique que la théorie actuelle des trous noirs repose sur des vérifications expérimentales, et que, en conséquence ceux-ci ne sont pas des vues de

l'esprit. Mieux, qu'il s'agisse de trous noirs microscopiques ou de la dimension du système solaire, ils devraient pouvoir nous fournir l'explication d'une foule de phénomènes : des sources de rayonnements X aux phénomènes hyper-énergétiques du centre de notre Galaxie, jusqu'à l'Univers lui-même, qui ne serait qu'un gigantesque trou noir.

Un ouvrage passionnant et utile.

**Jean-René Germain**

**André Leroi-Gourhan**  
**DICTIONNAIRE DE LA  
 PREHISTOIRE**

PUF relié, 1232 p., 495 F.

Formidable somme, magistral ouvrage qui fait honneur à la tradition universitaire française et qui, cela ne surprendra personne dans ce domaine, est signé d'André Leroi-Gourhan, spécialiste de renommée internationale décédé en 1986.

Douze auteurs se sont partagés l'introduction et la responsabilité des entrées sur les régions (Europe, Afrique, Amériques, Asie centrale, Asie orientale et Océanie et Moyen-Orient), André Leroi-Gourhan s'étant réservé l'Asie centrale.

L'ouvrage est éminemment pratique, parce que constitué de fiches qui donnent, de manière claire, et toujours opportunément commentée, l'essentiel de ce qu'il faut savoir sur le site dont le nom fait la rubrique.

On ne peut, toutefois, manquer d'être frappé par l'absence de référence au site sud-américain de la Pierre percée ou Pedra Furada, auquel nous avons déjà consacré deux articles.

Cette absence ne semble pas accidentelle, si l'on se réfère à l'article sur le peuplement des Amériques qui est singulièrement désuet, puisqu'il ne fait qu'exposer les thèses en cours il y a une quinzaine d'années. Et elle est d'autant plus frappante que le texte sur le Sitio do Meio est rédigé par Niède Guidon.

Sans doute est-ce là un effet de la prudence des auteurs que de ne pas avoir publié les résultats de travaux de datation qui indiquent que ce site fut occupé il y a quelque

35 000 ans... On est, en revanche, surpris de trouver une autre prudence en ce qui concerne les cailloux de Glozel.

On eut souhaité un peu plus de coordination dans les notes. C'est ainsi que l'article sur Mohenjo-Daro donne cette ville du III<sup>e</sup> millénaire comme le plus ancien exemple d'une disposition en carrés, sans expliquer pourquoi Catal-Hüyük est, par ailleurs donné également — avec plan en illustration — comme ayant utilisé cette même disposition en carrés agglutinés, et cela dès le VII<sup>e</sup> ou VI<sup>e</sup> millénaire. Il eut été intéressant de citer également Tell Mureybet à cet égard, puisque ce site du VIII<sup>e</sup> millénaire compte aussi des structures rectangulaires.

La concision, parfaite dans les articles courts sur des artefacts ou des industries, frise un peu la sécheresse quand il s'agit de sites considérablement plus importants du point de vue historique, comme justement Mohenjo-Daro. Mais enfin, ces réserves mineures ne changent rien à l'importance de l'ouvrage.

**Serre**  
**RECHUTE**

Glénat (*humour*), album, 55 F.

Ce n'est pas la première fois que notre ami Serre, dont nos lecteurs ont pu apprécier l'humour souvent assez corrosif, s'en prend aux hommes en blanc (en fait, ils sont désormais en vert).

Sa "rechute" est grave : si la finesse du trait ne correspond pas toujours à celle de l'observation, il y a là pas mal de traits féroces et justes, tel celui de ce neurologue qui déclare à son patient au vu de l'électro-encéphalogramme :

« Vous êtes complètement c... ». Ou encore la devise affichée dans un bloc opératoire : « Cent fois sur le métier remettez votre ouvrage ». Comme on voit, le métier médical n'est pas le favori des gens d'esprit...

G.M.



**Yves Coppens, Eric de Grolier,  
Yves Pélicier, Hubert Reeves,  
Jacques Reisse.  
Sous la direction de Philippe Brenot.**

**LES ORIGINES**

*L'Harmattan, coll. "Converscences",  
251 p., 140 F.*

Origines de l'Univers, de la vie, de l'homme, du langage, tels étaient les thèmes des Deuxièmes journées internationales d'écologie humaine qui eurent lieu en novembre 1986 à Bordeaux. Ils viennent de faire l'objet d'un livre.

On trouve, à la fois les conférences des intervenants et les réponses aux questions du public. Pour quelqu'un qui n'est pas familier des thèses des auteurs, qui sont parmi les plus compétents dans leur spécialité, c'est passionnant, bien que parfois un peu ardu. Mais c'est surtout le débat suivant chaque intervention qui est intéressant, car les questions, vraisemblablement sélectionnées, sont celles que nous nous posons nous-même.

A la question : « Les virus sont-ils des structures prébactériennes, ou des fragments d'ADN ou d'ARN ayant acquis une certaine autonomie par rapport à une cellule préexistante ? », la réponse du Pr Reisse est admirable de modestie : « Je ne peux pas vous répondre. Les virus ont certaines caractéristiques des être vivants, ils n'en ont pas d'autres, et les difficultés de classification des virus que l'on a à l'heure actuelle sont liées au fait qu'il n'y a pas un consensus unanime sur la définition de ce que c'est un être vivant ».

Autre question, cette fois au Pr Coppens : « Peut-on dater l'origine de l'élevage chez l'Homo sapiens ? ». Réponse : « Je suis assez peu au courant de ces problèmes, mais je peux vous dire tout de même que le premier animal qui

semble avoir été domestiqué par l'homme, c'est le chien. » A la question : « Existe-t-il un Dieu créateur ? » Hubert Reeves nous laisse sur notre faim : « C'est une question que chacun doit donner pour lui-même avec sa personnalité, avec sa sensibilité. La seule réponse qui est importante c'est la vôtre. »

Toutes les théories débattues par les auteurs ne sont pas définitives. Elles n'ont pour prétention que de faire le point le plus honnête sur les dernières connaissances.

Pierre Rossion

**André Bouju**

**LE BREVET AMÉRICAIN**

*Editions juridiques associées, 468 p., 250 F.*

Ce n'est pas un hasard que le sous-titre retenu pour cette véritable bible en la matière soit « Protéger et valoriser l'innovation ». Dès les premières lignes, l'auteur nous avertit par une boutade de l'extrême complexité du système américain des brevets : « Deux disciplines donnent à ceux qui les approchent la notion de l'infini : la science mathématique et l'astronomie. Je serais tenté d'en ajouter une troisième : le système américain des brevets ! »

On sait que l'obtention d'un brevet américain représente pour un inventeur une référence incontestable, un label de qualité indiscutable. A qui l'obtient, tous les espoirs sont permis. Mais c'est au prix d'un véritable et éprouvant parcours du combattant, fort mal connu des Européens, qu'André Bouju décrit précisément, objectivement et — c'est à souligner — dans un langage clair, accessible et utile à tous. Son ouvrage est ainsi un véritable guide, tant pour réfléchir avant de « se lancer » que pour agir de façon constructive et fructueuse une fois la décision prise.

Car, si les Etats-Unis, pays innovateur par excellence, constituent bien un domaine privilégié pour lancer une innovation, ou y trouver une nouvelle technologie, il est essentiel, si on ne veut pas y « laisser toutes ses plumes », de ne pas se précipiter tête baissée : échecs et déboires y atteignent la hauteur des espoirs... Le droit américain sur l'innovation, si particulier qu'il est unique en son genre, comporte

en effet de nombreuses originalités et, plus que partout ailleurs, nul n'est censé ignorer la règle juridique.

L'auteur met particulièrement l'accent sur les différences avec les régimes français et européens, qu'il s'agisse des conditions préalables à l'obtention d'un brevet américain efficace, de la dynamique juridique des contrats de licence, de l'impact de ces derniers sur la législation anti-trust, des ressources du droit (qui permettent de protéger une technique, même non brevetée, et de maintenir une licence en cas de rejet du brevet), des voies de recours en cas de contrefaçon ou encore des risques sévères encourus pour toute infraction aux brevets détenus par des tiers.

L'ouvrage, le premier publié sur le sujet en langue française depuis de longues années et le seul à jour, constitue un véritable travail de Titan qu'il a fallu plusieurs fois remettre en chantier, du fait du renversement de certaines tendances que l'on croyait définitivement acquises et qui ont été bouleversées par le profond changement de politique économique voulu par le président Reagan et l'administration républicaine.

André Bouju avoue lui-même que sa tâche s'en est trouvée grandement « compliquée, voire en a été rendue plus éprouvante ». Nul autre que lui ne pouvait mener à bien ce travail de fourmi. Dès le début de sa carrière, en effet, il a été attiré par cette notion d'infini d'un troisième type que nous avons évoquée, et il a passé toute sa vie à l'étudier et à l'approfondir. Ingénieur diplômé de Polytechnique et de l'Ecole supérieure d'électricité (ESE), conseil en brevets et en propriété industrielle, professeur à l'ESE et au Centre d'études internationales de la propriété industrielle (CEIPI) de Strasbourg où il enseigne le droit américain des brevets, il est aujourd'hui reconnu comme le spécialiste international de ce droit.

Avec cet ouvrage, il nous apporte la clarification tant attendue et si nécessaire sur un monde complexe où des faits disparates et contradictoires, ainsi que des écrits le plus souvent prolixes, cachent les véritables et fondamentaux principes directeurs.

Gérard Morice

157

(suite du texte page 158)



Gallimard

## LES YEUX DE LA DECOUVERTE

Déjà parus dans cette collection : "De l'os au squelette", "Le nid, l'oeuf et l'oiseau", "Roches et minéraux", "Armes et armures"; à paraître "De la chenille au papillon", "Les secrets de l'arbre", "Des sports et des jeux" et "L'étang et la rivière". Chaque vol. album coul. relié, 64 p., 85 F.

Rare est le livre qui offre l'illusion d'un contact quasitactile de manière aussi saisissante que chacun des albums de cette nouvelle collection.

Une présentation rigoureuse, le plus souvent sur fond blanc, restitue contours et volumes avec autant de netteté que si l'on était penché sur l'objet réel. Mais, en plus, chaque photo est complétée par un schéma au trait qui rétablit le rap-

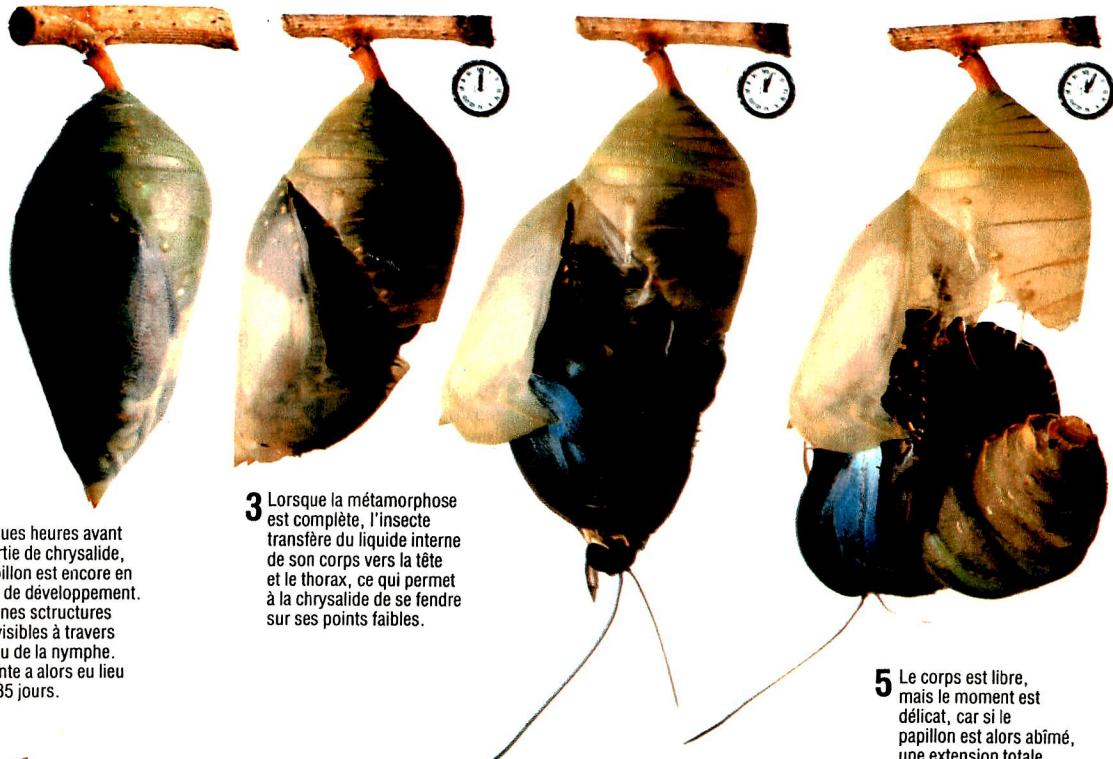
port de l'objet à son environnement, dans l'organisme s'il s'agit d'un os ; dans le système animal et l'espèce, s'il s'agit du nid, de l'oeuf ou de l'oiseau ; dans l'histoire géologique, les techniques et les civilisations, s'il s'agit des roches et des minéraux ; dans l'art militaire et l'histoire s'il s'agit des armes blanches, armures et armes à feu.

C'est l'une des démonstrations de pédagogie les plus abouties, et donc les plus efficaces, que nous ayons eu l'occasion d'admirer. Et, comme toute pédagogie, elle n'a pas d'audience déterminée, elle s'adresse à tout le public, sans distinction d'âges, de savoirs ou de métiers.

Il s'agit là d'une découverte intégrale parce que ces livres offrent un



regard entierement neuf sur des objets ou des sujets qu'on croyait connaître. Car tout le monde a vu des minéraux, par exemple, mais bien peu de gens ont pu se faire une idée globale de ce qu'est le charbon (on en faisait autrefois des bijoux) ou de ce que sont les cristaux. En



**2** Quelques heures avant sa sortie de chrysalide, le papillon est encore en cours de développement. Certaines structures sont visibles à travers la peau de la nymphe. La ponte a alors eu lieu il y a 85 jours.

**3** Lorsque la métamorphose est complète, l'insecte transfère du liquide interne de son corps vers la tête et le thorax, ce qui permet à la chrysalide de se fendre sur ses points faibles.

**4** Le corps de l'insecte s'est gonflé d'air, ce qui accroît son volume et accélère le déchirement de la chrysalide. La tête et les organes gustatifs, ou palpes, apparaissent.

**5** Le corps est libre, mais le moment est délicat, car si le papillon est alors abîmé, une extension totale des ailes sera impossible et l'animal restera infirme.



**1** De l'œuf à l'adulte, un papillon a plusieurs occasions de se renouveler. Cette succession d'images est le film condensé de l'élosion du Morpho bleu, *Morpho peleides*, d'Amérique tropicale.



**e f f e t ,**  
quelques  
lignes concises accolées à chaque  
photo résument ce qu'il faut en re-  
tenir.

Des histoires telles que celle de  
l'élosion d'un papillon diurne, qui  
illustre cette page, et qui constitue  
par ailleurs une assez remarquable  
prouesse technique, permettent

également de  
saisir la dynamique  
des phénomènes du vivant, quand  
il s'agit du vivant.

On ne sait exactement ce qu'il convient  
de louer en premier  
lieu, de la qualité exceptionnelle  
de l'illustration,  
de celle de l'impression,  
qui rivalise avec elle, de l'intelligence  
des schémas explicatifs, de  
la clarté des textes ou du sens pédagogique  
remarquable de l'ensemble.  
Tant qu'il y aura des livres  
scientifiques de cette qualité, il n'y  
aura guère lieu de s'alarmer sur la  
concurrence de l'audiovisuel.  
De telles réussites sont exceptionnelles,  
il convient donc de les saluer  
et de les signaler à nos lecteurs  
avec les honneurs qu'elles méritent.

G.M.



**9** Après quelques exercices  
d'ouverture et de fermeture des  
ailes, le papillon prend son vol. Le  
bleu chatoyant de la face supérieure  
de ses ailes, lorsqu'il a atteint l'âge  
adulte, contraste avec le brun terne  
de leur face inférieure.



**6** Sept minutes  
se sont passées  
depuis la première  
image. Le papillon  
éjecte ses déchets  
et la gravité fait passer  
le sang vers les ailes,  
encore froissées.



**7** Les ailes sont remplies  
de sang. Leur extension  
doit être rapide, car  
elles pourraient sécher  
avant d'avoir atteint  
leur taille maximale, ce  
qui serait un lourd  
handicap pour l'insecte.



**8** Les ailes ont enfin  
atteint leur taille  
maximale ; il faut alors  
que le papillon attende  
qu'elles durcissent,  
avant de pouvoir voler.

(suite p.160)

**Thérèse Encrenaz et Jean-Pierre Bibring**

### **ASTROPHYSIQUE : LE SYSTEME SOLAIRE**

*Editions du CNRS, coll. Savoirs actuels, 390 p., 210 F.*

Les ouvrages d'astrophysique publiés directement en langue française sont suffisamment rares pour que l'on se réjouisse de la publication de cette Astrophysique du système solaire.

Après avoir été prépondérante au siècle passé, l'étude du système solaire (c'est-à-dire de tous les corps célestes soumis à la sphère d'attraction du Soleil) a connu une pause au milieu du notre, alors que se développaient l'astronomie solaire, stellaire galactique et extra-galactique. Mais le développement de la recherche spatiale devait lui faire connaître un nouvel essor en permettant, pour la première fois dans l'histoire, de mesurer *in situ* des objets relativement proches de la Terre.

L'avènement de nouvelles techniques, et notamment de l'observa-

tion dans l'infrarouge, qui convient particulièrement bien aux corps froids que sont les planètes, allait permettre d'accroître considérablement nos connaissances sur celles-ci et les autres satellites.

La multiplication des investigations eut pour conséquence de rapprocher des disciplines jusqu'alors indépendantes : les planétologues consultaient les géophysiciens lorsqu'ils considéraient la surface des planètes ; la découverte de molécules prébiotiques sur Titan renforça leurs liens avec les chimistes et les biochimistes, etc. L'ouvrage fait d'ailleurs sous une forme systématique la synthèse des découvertes physico-chimiques effectuées ces dernières années dans le système solaire.

Les quatre premiers chapitres présentent le système solaire dans son ensemble. Ensuite, ses différents objets (les planètes intérieures et leurs satellites ; les astéroïdes ; les planètes géantes ; les corps dénus d'atmosphère ; les satellites entourés d'une atmosphère ; les comètes ; les poussières et les météorites) ont droit à sept

chapitres, suivis d'un huitième et dernier sur les tendances actuelles de la planétologie.

**G.M.**

**Francis Robinson et Peter Brown**

### **ATLAS DU MONDE ISLAMIQUE DEPUIS 1500**

*Franz Time-Life, noir et couleur, 240 p., 22 F de frais de port.*

Cet ouvrage se veut à la fois atlas et synthèse historique. Vaste ambition qui semble avoir été dictée par l'auteur, Francis Robinson, et dont la mise en œuvre s'articule autour de trois thèmes directeurs : le conflit entre les croyants et le pouvoir dans le monde musulman ; les influences entre païens et musulmans au cours de l'islamisation de l'Asie du sud-est et de l'Afrique ; l'unité dans la diversité de l'Islam.

Précisons d'emblée que ce sont là des thèses très personnelles, voire des présupposées. Le conflit entre les croyants et les hommes du pouvoir n'est apparu qu'au XX<sup>e</sup> siècle quand, à l'instar des démocraties occidentales, les Etats islamiques ont cherché à laïciser leurs

**36, 51, 54, 63 et 70 cm:  
Vous n'avez que l'embarras  
du SHARP!**



**SHARP®**  
**une touche de génie**

### **DIPLOMES DE LANGUES**

anglais allemand espagnol italien

**Visez  
européen !**

Assurez-vous la maîtrise d'au moins deux langues étrangères, et une compétence linguistique opérationnelle, sanctionnée par des diplômes officiels :

- o Examens européens de langues
- o Chambre de Commerce Etrangères
- o Université de Cambridge

*Examens, diplômes, préparation tous niveaux accessible à tous, dans toute la France... Tout est dans la documentation complète (et gratuite !) de :*

**LANGUES & AFFAIRES, sce 4794,  
35 rue Collange 92303 Levallois.**

**Tél. : (1) 42.70.81.88**

structures. Ce type de problème n'existe d'ailleurs pas aujourd'hui en Iran ou en Indonésie, par exemple. Et quand il existe, il n'a été déclenché que par des intégristes ; or, il s'en faut que l'histoire de l'Islam ait été faite par eux. Pour ce qui est des influences entre musulmans et "païens", on peut certes affirmer qu'il y en a eu, mais il semble un peu hardi d'appeler les bouddhistes ou les hindouistes des "païens". Quant à l'unité dans la diversité, c'est encore un thème que l'auteur ne démontre pas vraiment de façon convaincante.

De plus, l'ouvrage comporte quelques étrangetés que nous nous expliquons mal. Notamment, on n'y trouve pas de carte de l'Empire ottoman, démantelé en 1919 ; aucune mention n'est faite des efforts de certaines régions pour s'ériger en Etats autonomes, et tout particulièrement de la Circassie, qui fut pourtant pendant un an une république indépendante (1919-1920) ; si l'on traite beaucoup du soufisme, et surtout de Djelal el Dine el Roumi, on passe sous silence son représentant le plus marquant,

Hussein Mansour el Hallâj.

Par ailleurs, on ne saisit guère que le renouveau de l'Islam a coïncidé avec le retrait de l'Occident et la disparition des empires coloniaux occidentaux, et le rôle immense joué par l'Islam dans la transmission des savoirs antiques est esquivé. Quant au glossaire, il comporte des singularités telles que la définition suivante : « *Basmala* : formule par laquelle les musulmans commencent tout acte important et qui signifie au nom du Dieu clément miséricordieux ». Un peu plus de connaissance de l'arabe inviterait d'abord à écrire *Besm Allah*, puis à compléter par le reste de l'invocation — car ce n'est pas une formule mais une invocation — que les musulmans ne manquent pas de prononcer : *al rahmân al rahîm*.

Ouvrage disparate donc, déroulant, et que plus d'un islamologue eut rédigé avec bien plus de clarté et de compétence. Encore un méfait de la manie des éditions conjointes : un livre est écrit dans une langue, traduit dans deux ou trois autres, imprimé ailleurs... G.M.



### Jim Unger AU SUIVANT

*Glénat (humour), album, 69 F.*

Jim Unger, créateur de Herman, sorte de victime éternelle, a décidé de faire de celui-ci la proie des médecins.

C'est un peu gros de trait, mais l'excès résume bien certaines situations absurdes que tous les "patients" (drôle de mot !) ont rencontrées une fois ou l'autre dans leur vie. A lire impérativement en salle d'attente !

G.M. ▲



**Pourquoi  
emprunter  
les cheveux  
des autres...**



**n'allez pas chercher ailleurs  
ce que vous possédez déjà**

#### la chirurgie esthétique

vous fera retrouver en une intervention

**simple - efficace et indolore**

votre **VRAIE** chevelure

poussant naturellement souple et vivante,  
s'éclaircissant au soleil et s'argentant avec  
l'âge, car jamais plus vos cheveux ne tomberont.

#### CLINIQUE DU ROND-POINT DES CHAMPS-ÉLYSÉES

(Autorisation Ministère de la Santé du 23-10-1950)

61, AV. F.-D. ROOSEVELT, 75008 PARIS - 43 59 49 06 / 71 63  
Consultation gratuite et documentation envoyée sur demande

NOM .....  
ADRESSE .....

### LA CULTURE GENERALE

clé de votre réussite aujourd'hui !

Oui, dans toutes vos relations, pour tous les emplois, on vous jugera sur votre culture. Votre réussite professionnelle et personnelle en dépendent.

Oui, grâce à la Méthode de Culture Générale de l'ICF, claire et pratique, vous pouvez en quelques mois compléter vos bases, acquérir plus de confiance et une meilleure aisance, affirmer votre personnalité et être à l'aise dans tous les milieux..

20 cours (Arts, littératures, droit, philosophie, économie, sciences, politique, etc...). Le parcours santé de l'équilibre et de la réussite., accessible à tous.

Documentation gratuite à : Institut Culturel Français, Service 40II, 35 rue Collange 92303 Paris-Levallois, Tél. : (1)42.70.73.63



#### BON D'INFORMATION GRATUITE

à compléter et retourner à ICF, service 40II ,  
35 rue Collange 92303 Paris-Levallois.

Veuillez m'envoyer à l'adresse ci-dessous, la documentation complète sur votre méthode.

Nom : .....

Adresse : .....

# SCIENCE JEUX

## Un typhon dans une bouteille

PHYSIQUE AMUSANTE

*La nature a, paraît-il, horreur du vide, chose difficile à croire quand on voit l'isolement des astres au ciel. Mais on dit moins qu'elle a aussi horreur de la ligne droite, ce qui est pourtant évident dès qu'on ouvre les yeux.*

**L**es électrons, les satellites, les planètes, les étoiles, les galaxies et les nébuleuses ne connaissent pas la ligne droite ; il n'est que trajectoires courbes dans l'univers. Quant au monde vivant, ce sont justement les courbes qui font sa beauté. La droite, et le plan qui lui est associé, existent pourtant à l'état de rareté naturelle : arêtes des cristaux, rayons du soleil derrière les nuages, araignée au bout de son fil. Cette puissante notion intuitive de ligne droite, codifiée par les géomètres grecs, n'a été réalisée à bonne échelle qu'à partir de l'ère industrielle : on sait aujourd'hui faire des règles ayant des dizaines de mètres qui, si on pouvait les poser à la surface d'un étang, révéleraient tout de suite que le plan d'eau n'est pas un plan mais une portion de sphère.

Pour le reste, on peut dire que tout tourne autour de tout, et réciprocquement ; dès qu'un corps est abandonné à lui-même, il est immédiatement pris en charge par l'univers tout entier et prend une trajectoire qui n'est jamais rectiligne - ni, pour être juste, circulaire : le cercle est, comme la droite, affaire

de fraiseurs et de tourneurs. Sorti de l'atelier, les mouvements courbes sont paraboliques, elliptiques, ovoïdes, hyperboliques, ondulés, sinusoïdaux, en chaînette, en hélice ou en spirales de toutes sortes, mais jamais tout ronds.

En pratique, trop de forces agissent sur tout élément matériel pour que sa trajectoire soit jamais une courbe simple ; même dans l'espace où les seules forces en jeu relèvent de l'attraction universelle, les planètes sont assez nombreuses pour que leurs attractions combinées les entraînent mutuellement dans des courbes qui ne sont qu'en première approximation des ellipses. Dès qu'on observe assez longtemps, on voit qu'elles s'écartent de cette trajectoire idéale - c'est même cet écart qui permet de découvrir Neptune et Pluton.

Sur terre, les seuls éléments un peu libres de se promener à leur guise sont les molécules de l'air ; l'attraction universelle les empêche de s'échapper dans l'espace, mais d'autres forces viennent compliquer leur mouvement : la rotation de la terre, qui entraîne toute l'atmosphère avec elle ; la chaleur

du Soleil, qui dilate l'air et le rend plus léger ; l'évaporation des océans qui charge l'air de vapeur d'eau ; le froid des pôles où l'air est plus lourd ; et tous les vents dus à ce que l'air dense des régions froides vient prendre la place de l'air chaud que sa légèreté fait monter.

Tous ces paramètres rendent les mouvements de l'atmosphère à peu près aléatoires, et en tout cas parfaitement instables : l'air avec ses nuages, ses vents et ses pluies n'est qu'un immense château de cartes qui tombe et se rebâtit sans cesse. Or un château de cartes, si haut soit-il, reste à la merci d'un puceron qui se promène dedans. C'est ce qui a fait dire aux météorologues que le vol d'un papillon autour de la Tour Eiffel peut déclencher un cyclone aux Caraïbes.

Le cyclone, ou typhon, est le type même du basculement des phénomènes instables — l'écroulement du château de cartes — et un bon modèle de processus tournoyant. Il ne faut toutefois pas le confondre avec le cyclone au sens large, auquel fait pendant l'anticyclone (chez nous, en général celui des Açores).

Par suite des variations de température selon l'heure et selon la latitude, l'air est plus ou moins dense et la pression atmosphérique est donc essentiellement variable d'un endroit à un autre. Les pressions moyennes les plus élevées, de l'ordre de 765 mm, se rencontrent à hauteur de l'Afrique du Nord ; vers l'équateur et dans l'Atlantique nord, elles tombent à 760 mm, et plus bas encore, 740 mm, aux approches du Pôle Sud.

Si on relie sur une carte tous les points où la pression atmosphérique est la même, on obtient des courbes, dites isobares, dont certaines sont des courbes fermées. Les régions entourées d'isobares fermées sont le siège de ce que l'on appelle, soit un cyclone (ou dépression) si la pression est plus faible à l'intérieur de la courbe qu'à l'extérieur, soit un anticyclone dans le cas contraire. Ce sont des régions en perpétuel déplacement puisque, nous l'avons vu, la pression est sans cesse variable.

On pourrait croire que les vents vont en ligne droite de la région à forte pression vers la zone à basse pression, autrement dit de l'anticy-

clone vers le cyclone ; il n'en est rien : dans l'hémisphère nord, les vents tournent dans le sens trigonométrique autour des dépressions, et dans le sens des aiguilles d'une montre autour des anticyclones. C'est l'inverse dans l'hémisphère sud. L'explication de ce phénomène, qui prouve encore que la nature n'aime pas la ligne droite, relève de la mécanique générale, et plus particulièrement de la composition des mouvements.

Le cas universellement cité de mouvement composé est celui du voyageur dans un train dont on suppose les wagons transparents ; comme toujours il y a 2 observateurs, 1 assis le long de la ligne, et 1 debout dans le train qui roule à vitesse constante. Celui du train laisse tomber son briquet et le voit descendre en ligne droite vers le luxueux tapis du couloir ; l'observateur assis au sol le voit tomber selon une courbe qui est une parabole. Autre observation : le passager regarde une tache de peinture sur la roue de son wagon et la voit décrire un cercle ; l'homme au bord de la voie voit cette tache décrire une série d'arches comme s'il fallait dessiner un immense pont — ces arches sont des cycloïdes.

Le même mouvement vu par 2 observateurs n'a donc pas même allure. La description mathématique de ces différences reste simple quand ces 2 observateurs sont en mouvement uniforme l'un par rapport à l'autre : les vitesses s'ajoutent algébriquement. Si le voyageur du TGV part d'un bon pas vers le wagon bar en tête du train, sa vitesse par rapport au sol sera de 275 km/h — 270 pour le train + 5 pour lui ; si le bar est en queue, il ira à 265 km/h (270 - 5).

Jusqu'ici, tout est donc simple ; mais supposons maintenant que le train soit en pleine accélération dans une courbe : à ce moment le briquet ne tombe en ligne droite ni pour le voyageur, ni pour l'observateur au bord de la voie. Autre hypothèse : un autre observateur dans une bulle spatiale, immobile par rapport aux étoiles fixes : pour lui le passager se déplace dans un train qui lui-même se déplace par rapport à la terre, laquelle se déplace dans l'espace.

Comme on le voit, tout dépend du poste d'observation qui consti-



tue le système de référence, ou référentiel. Chaque observateur ayant son propre référentiel, on peut ramener le problème au mouvement des référentiels les uns par rapport aux autres. S'ils sont en translation uniforme, les vitesses s'ajoutent, et les accélérations

aussi. Dans la réalité, 2 référentiels ne sont jamais en translation uniforme l'un par rapport à l'autre : freinage et accélération cassent l'hypothétique vitesse constante, de même que tous les virages qui amènent une accélération centrifuge.

Dans ce cas général, les vitesses continuent bien à s'ajouter, mais pas les accélérations : l'accélération résultante pour un objet Z d'un référentiel A qui est mobile par rapport à un référentiel B est la somme vectorielle de l'accélération de Z par rapport à A, de l'accélération de A par rapport à B, et d'une accélération complémentaire (dite aussi de Coriolis, du nom de ce mathématicien français qui l'avait mise en évidence en 1812).

Cette accélération complémentaire est fonction de la rotation instantanée d'entraînement de A par rapport à B, et de la vitesse de Z dans A. Elle a des conséquences importantes : ainsi, un tireur lilliputien placé au centre d'un 33 tours et visant une mini-cible fixée au bord du disque n'atteindra pas cette cible mais un point à gauche de celle-ci. Plus réaliste : un objet lâché de très haut est censé tomber selon une verticale, ce qui est faux — la nature n'aime toujours pas la ligne droite. Par suite de la rotation de la terre, la chute dévie lentement vers l'est : pour une hauteur de chute de 160 m, cette déviation est de l'ordre de 3 cm.

Et c'est encore l'accélération complémentaire due à la rotation de la terre qui fait que les vents tournent autour des centres de pression ou de dépression. Cette rotation peut devenir extrêmement violente et rapide quand certaines conditions de température et de pression sont réunies : c'est alors le cyclone au sens habituel du terme, ou trombe, ou tornade. Plutôt rare dans nos régions, il atteint les dimensions d'un vrai cataclysme dans les zones tropicales.

Il survient lorsque la température en altitude est supérieure à celle qui correspond à la pression de l'air à même hauteur : un petit déplacement vertical de l'atmosphère l'amène dans une région de densité plus faible que la sienne propre, et le mouvement amorcé s'accentue. L'air est aspiré vers le haut et crée jusqu'au niveau du sol une dépression de faible diamètre mais de grande puissance si les divergen-

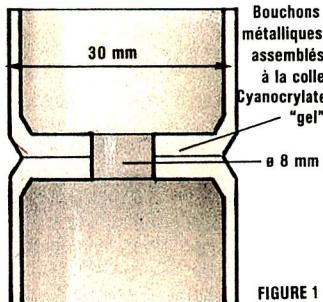


FIGURE 1

ces entre température et pression sont fortes, chose fréquente dans les pays chauds.

Sous l'influence des forces de Coriolis, l'air vient combler cette dépression en tournant autour. Mais comme le diamètre d'aspiration est faible, le mouvement de rotation voit sa vitesse angulaire augmenter à mesure qu'il se rapproche du centre — conservation du moment cinétique. Le tourbillon ascendant prend alors une vitesse et une ampleur fantastiques tout en se déplaçant par rapport au sol. En mer, la force d'aspiration est telle qu'elle fait monter l'eau de la surface qui grimpe en altitude sous forme de gouttellettes de plus en plus finement divisées.

Vu de loin (ce qui est préférable), le typhon a l'aspect d'une vaste colonne en entonnoir spiralé, et c'est cet aspect que nous allons reproduire avec une expérience très simple à réaliser. Le sens du tourbillon sera ici donné par l'expérimentateur, la force de Coriolis n'ayant pas une intensité suffisante pour jouer un rôle sur un si petit volume de liquide. Toutefois la conformité d'aspect entre le tourbillon grandeur nature et celui en bouteille est dû à ce que les paramètres mis en jeu sont les mêmes : mouvement ascendant d'une colonne d'air, rotation, influence de la force centrifuge qui élargit la colonne montante en entonnoir, interaction entre le fluide qui monte et celui qui descend pour prendre sa place, et ainsi de suite.

Le dispositif est de construction très aisée : il se compose exclusivement de 2 bouteilles en plastique (PVC) et d'eau. Afin que le phénomène dure le plus longtemps possible, on essaiera de se procurer des bouteilles d'une contenance de 2

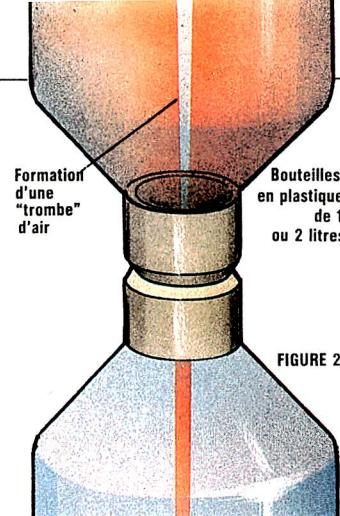


FIGURE 2

litres (une marque mondiale de boissons gazeuses que nous ne nommerons pas ici vient récemment de lancer des conditionnements de ce genre). Toutefois, les bouteilles de 1,5 litre très répandues conviendront également sous réserve qu'elles soient transparentes et, si possible, non cannelées.

On enlèvera les étiquettes et on récupérera les 2 bouchons à vis. Ces bouchons, en aluminium embouti, ont leur partie supérieure légèrement convexe ; on s'arrangera pour les aplatis afin qu'ils puissent être accolés comme indiqué figure 1. Il restera à les assembler par collage à la colle cyanoacrylate du type gel ou, à la rigueur, avec de la colle époxy à 2 composants. Après séchage, lequel dépend du type de colle employé, on percerà (avec une perceuse électrique ou une chignole) un trou de 8 mm au centre ; la fabrication du dispositif est terminée.

La mise en œuvre n'est pas plus compliquée : on remplira aux 3/4 l'une des bouteilles et on vissera les bouchons assemblés et la seconde bouteille vide ; comme on le fait avec un sablier, on retournera l'ensemble afin que la bouteille remplies se trouve placée au dessus — figure 2. Dans ces conditions, rien ne se passera car le liquide ne peut s'écouler : la pression atmosphérique l'en empêche.

Mais si l'on saisit la bouteille supérieure avec la main et que l'on imprime à l'eau qu'elle contient un vif mouvement circulaire, il arrive un moment où des bulles d'air se forment en provenance du récipient inférieur et on les voit peu à peu se rejoindre et former un tube d'air tourbillonnant ; le typhon mi-

niature est amorcé et il persistera jusqu'à ce que toute l'eau soit épuisée.

On constatera, en faisant varier la vitesse de rotation, que sa stabilité est grossièrement fonction de cette vitesse ; il peut même arriver, si elle est insuffisante, que la trombe s'affaisse et que le typhon s'arrête (typhon, trombe, cyclone : le nom change selon le lieu où il se produit, mais le phénomène est dû aux mêmes causes).

Nous avons recréé un dispositif analogue à celui qui est à l'origine des cyclones, mais analogue seulement : pour le mettre en évidence dans ce modèle réduit, nous utilisons 2 fluides, l'eau et l'air, dont le rapport des densités est bien supérieur à celui que l'on rencontre lors de la formation des vraies trombes ; il s'agit alors de masses d'air dont les densités relatives sont dépendantes de la température et de la pression.

Dans un véritable cyclone, le centre (ou œil), comme nous l'avons vu, est à une pression très basse. Lorsque l'on se trouve sur le passage d'un cyclone, chose peu souhaitable, on commence par enregistrer des vents extrêmement violents ; puis suit un calme correspondant aux faibles pressions qui règnent dans l'œil et, ensuite, le déchaînement des éléments reprend avec des vents tout aussi terrifiants, mais dont la direction est inversée par rapport aux précédents.

De fait, nous l'avons vu, le vent tourne en rond autour du centre ; à mesure qu'il approche puis passe le typhon, on commence donc par voir le vent souffler dans un sens, puis le calme, puis il souffle dans l'autre sens. Ce changement de direction des vents ajoute encore à l'effet destructif du phénomène car il reprend en quelque sorte à rebrousse poil les dévastations déjà occasionnées.

Notre expérience peu coûteuse, très facile à reproduire et spectaculaire en donne une image simplifiée. Elle facilitera la compréhension de phénomènes atmosphériques particulièrement redoutés par les habitants des zones tropicales, et nous donnera une raison de nous féliciter d'habiter dans un pays où de telles manifestations sont très rares.

**Renaud de La Taille**  
Modèle Pierre Courbier

# Les petites planètes

JOURNAL DE L'ASTRONOME

Lorsqu'on parle du système solaire, on a l'impression de penser essentiellement aux neuf planètes qui, de Mercure à la lointaine Pluton, gravitent autour du Soleil. En fait, il ne s'agit là que des planètes "principales", car on oublie trop souvent que plusieurs milliers de petites planètes font aussi partie de notre système planétaire. C'est de ces planètes "oubliées" que nous allons parler aujourd'hui.

**La loi de Titius-Bode.** En 1772, un astronome allemand, dit Titius, formula une loi mathématique de la répartition des distances des pla-

compte ces nombres aux distances réelles des planètes au Soleil, en prenant la distance de la Terre pour unité, on a :

Planètes : Mercure, Vénus, Terre, Mars, ???, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune, Pluton.

Distances : 0,39 0,72 1 1,52 ??? 5,2  
9,6 19,2 30,1 39,4

Bode : 0,4 0,7 1 1,6 2,8 5,2 10 19,6  
38,8 77,2.

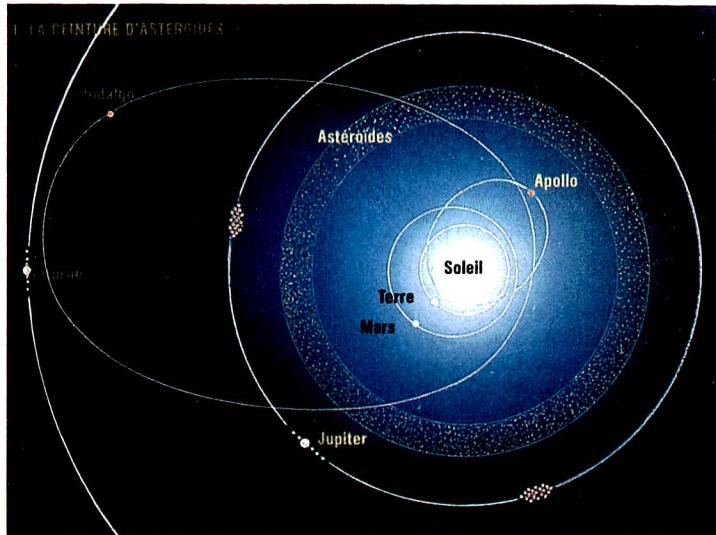
La loi est valable avec une bonne approximation jusqu'à Uranus. Pour Neptune, par contre, l'écart est très important ; quant à Pluton, le problème est différent en raison

que à l'heure actuelle, malgré les nombreuses études qui lui ont été consacrées, la loi de Titius-Bode et qu'elle est surtout considérée comme un moyen mnémotechnique pour se souvenir de la distance des planètes.

Le résultat ne se fit pas attendre. Le 1<sup>er</sup> janvier 1801, un astronome sicilien, Giuseppe Piazzi, observant à Florence, découvrit dans la constellation du Taureau une petite planète gravitant à la distance de 2,8 du Soleil. Le trou était bouché et la communauté astronomique satisfaite ! Piazzi nomma "sa" planète Cérès, du nom de la divinité protectrice de la Sicile. En raison de son faible diamètre, 1 000 kilomètres, Cérès fut appelée astéroïde ou petite planète.

**Rien de va plus !** 15 mois plus tard, le 28 mars 1802 exactement, le bel équilibre planétaire allait basculer. Car, cette nuit-là, l'astronome Olbers, de Brême, découvrait un nouvel astéroïde situé à 2,77 unités astronomiques du Soleil, auquel fut attribué le nom de Pallas. Les astronomes se retrouvaient avec deux planètes au lieu d'une à la distance prévue par la loi de Titius-Bode. Ils entreprirent alors une révision de leur carte et une surveillance systématique du ciel. C'est ainsi que, en 1804, Junon fut découverte par Harding puis, en 1807, Vesta, par Olbers à nouveau.

Les découvertes vont alors se succéder à un rythme croissant, d'autant que le perfectionnement des instruments autorisait l'observation de corps de moins en moins lumineux. Ainsi, en 1868, on comptait cent astéroïdes, pour atteindre 450 en 1900 et, à l'heure actuelle, la

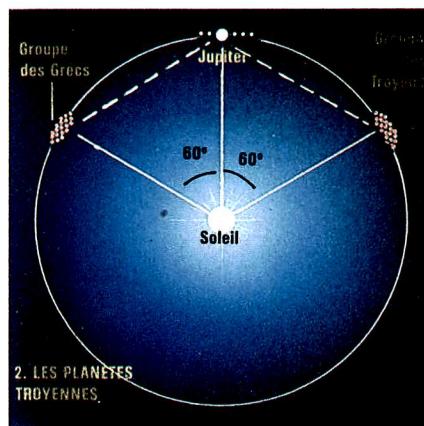


nètes au Soleil. Il s'appuyait pour cela sur une constatation faite 30 ans plus tôt par Wolf. Mais le travail de Titius passa inaperçu ; c'est trois ans plus tard que le directeur de l'observatoire de Berlin, Bode, la fit véritablement connaître. c'est pourquoi cette loi est connue sous le nom de Titius-Bode.

Voici de quoi il s'agit : on forme la suite de nombres 0 3 6 12 24 48 96 192 384 768 qui, à partir du deuxième, sont une progression géométrique de raison 2. On ajoute alors 4 à chacun puis on divise par 10, le résultat est le suivant : 0,4 0,7 1 1,6 2,8 5,2 10 19,6 38,8 77,2. Si on

de ses relations avec la précédente planète.

Ce qui frappa Wolf, Titius et Bode, c'est l'absence de planète à la distance 2,8 et ce d'autant plus que, à cette époque, Uranus, Neptune et Pluton n'étaient pas encore découvertes. Précisément, l'interrogation fut encore plus grande lorsque, en 1781, William Herschell découvrit Uranus à la "bonne distance". Cette confirmation brillante de la loi de Titius-Bode incita plusieurs astronomes, dont le Français Lalande, à partir à la recherche de la planète 2,8 ! Ajoutons au passage que rien n'expli-



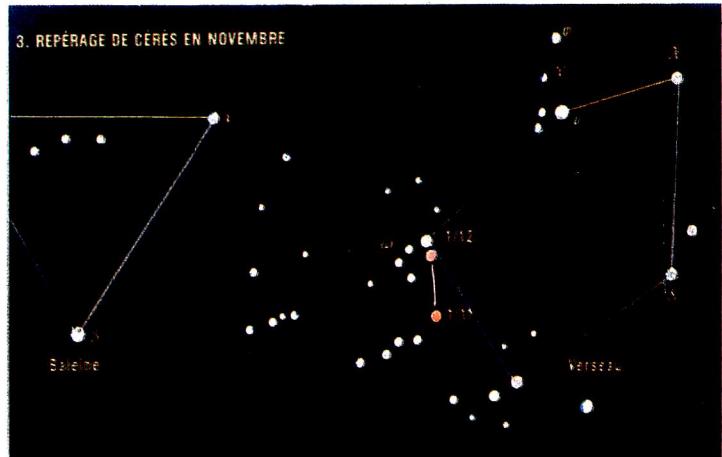
liste est forte de près de 4 000 noms.

**Le nom des astéroïdes.** L'une des difficultés majeures vint justement de la dénomination de cette pléthore de corps célestes. La règle est maintenant la suivante : lors de sa découverte, l'astéroïde reçoit un numéro provisoire, composé de l'année en cours, suivi de deux lettres. La première lettre indique le mois et la quinzaine du mois, par exemple A si on se trouve entre le 1er et le 15 janvier, B entre le 16 et le 31 janvier, C entre le 1er et le 15 février, ainsi de suite (la lettre J étant exclue de la suite). La deuxième lettre est le rang de la découverte dans la quinzaine.

Dans un deuxième temps, lorsque l'astéroïde est confirmé et les éléments de son orbite calculés, on lui donne un numéro définitif et un nom, dont le choix est laissé au découvreur. C'est là la difficulté car, après avoir épisodé les ressources de la mythologie puis de l'histoire, les noms les plus inattendus sont attribués. Citons pour l'exemple : Sapho, Cléopâtre, Juliette, Einstein, Marylin, Gagarine, mais aussi Dudu, Mimi, Perseverance, Justice. Les derniers noms récompensent plusieurs astronomes amateurs comme Alcock et Bradford, deux célèbres découvreurs de comètes, ou Jones, un observateur assidu d'étoiles variables à qui l'on doit plus de 300 000 observations en 50 ans.

**Orbites et dimensions.** Les astéroïdes sont certainement beaucoup plus nombreux que les quelques milliers déjà découverts. En fait, c'est leur taille qui limite leur détection. Ne réfléchissant que la lumière solaire, comme toutes les planètes, les objets les plus petits

3. REPÉRAGE DE CÉRES EN NOVEMBRE



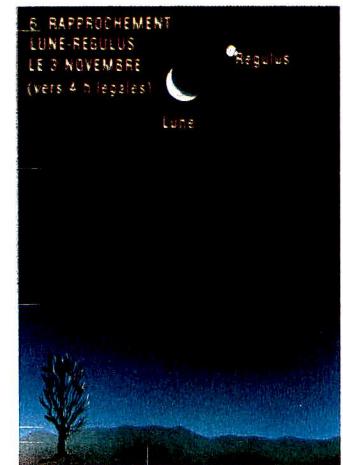
sont trop peu lumineux pour être perçus. Si le plus gros, Cérès, 1 000 km, est le premier à avoir été découvert, les autres ont des dimensions bien inférieures et les plus petits enregistrés mesurent à peine 1 à 2 kilomètres de diamètre.

L'immense majorité gravite autour du Soleil entre Mars et Jupiter, à des distances comprises entre 300 et 550 millions de kilomètres, constituant un anneau de blocs aux tailles les plus diverses et où les collisions ne doivent pas être rares. Mais cet anneau d'astéroïdes présente des zones vides, un peu comme les anneaux de Saturne. Ces zones, quasiment dépourvues d'astéroïdes, correspondent à des orbites qui sont sous-multiples de la période de révolution de Jupiter, le grand perturbateur gravitationnel voisin. C'est ce qu'on appelle les "vides de Kirkwood", du nom de l'astronome qui, le premier, en 1867, les mit en évidence.

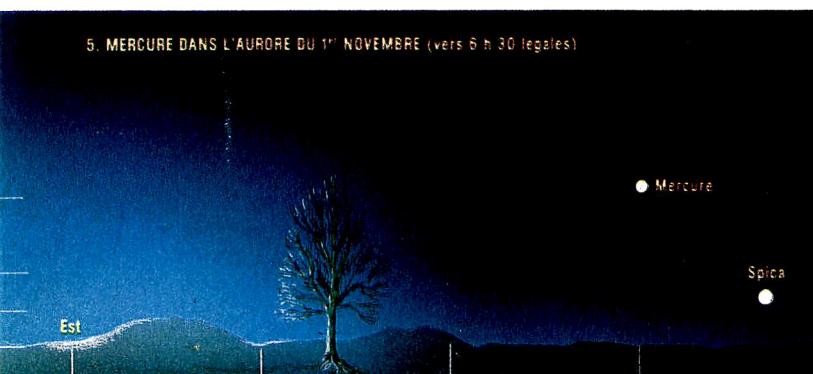
4 % des astéroïdes ne circulent pas dans l'anneau principal. Ils ont alors des orbites fortement excentriques, qui éloignent certains,

comme Hidalgo, à 900 millions de km du Soleil, près de Saturne, tandis que d'autres, comme Icare, s'en rapprochent à moins de 30 millions. (*Figure 1 page précédente*).

On a regroupé dans une catégorie baptisée *Earth Grazer* les astéroïdes dont les orbites les amènent à se rapprocher de la Terre. On en



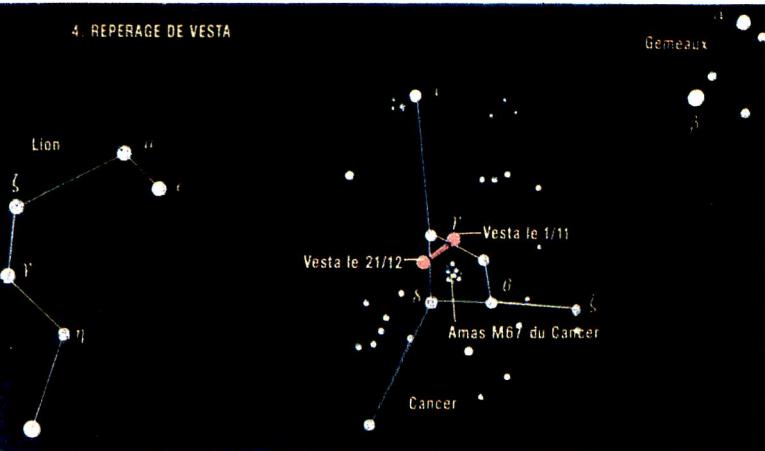
5. MERCURE DANS L'AURORE DU 1<sup>er</sup> NOVEMBRE (vers 6 h 30 locales)



connaît une soixantaine : à titre d'exemple, citons Hermès qui, le 30 octobre 1937, passa à 700 000 km de notre planète ou celui de quelques centaines de mètres de diamètre qui, le 10 avril 1975, a ricoché sur l'atmosphère terrestre à 60 km d'altitude, laissant une traînée lumineuse éblouissante, visible en plein jour ! Dans le passé, les *Earth Grazer* devaient être très nombreux et on pense qu'ils sont responsables des grands cratères d'impact sur la Lune.

**Les Troyens.** Au début du XVIII<sup>e</sup>

#### 4. REPERAGE DE VESTA



siècle, le mathématicien et astronome français Lagrange, avait démontré, en travaillant sur le problème des "trois corps", qu'il devait exister sur une orbite planétaire des zones dynamiques stables, situées de part et d'autre de la planète, pour former un triangle équilatéral avec le Soleil (*figure 2*). En 1906, fut découvert Achille, le premier astéroïde à occuper une telle place sur l'orbite de Jupiter. On en connaît aujourd'hui plus d'une vingtaine à s'être réfugiés dans cette zone de calme et, comme chacun d'eux porte un nom de la Guerre de Troie (Hector, Patrocle, Ménélas...), on a appelé ce groupe "les planètes troyennes".

**Nature et origine.** La composition des astéroïdes n'est pas sans rappeler celle des météorites. On les divise en trois classes :

La classe C, la plus importante, 60 %, regroupe des corps sombres, riches en silicates hydratés et en carbone. Ils se trouvent surtout dans la partie externe de la ceinture.

La classe S, corps rocheux constitués surtout de pyroxène, d'olivine et de phases métalliques. Ils représentent 30 % de l'ensemble et se situent dans la partie interne.

La classe M concerne les astéroïdes entièrement métalliques.

Si Olbers, le découvreur de Pallas et Vesta, imagina que les astéroïdes étaient dus à l'explosion d'une planète orbitant entre Mars et Jupiter, son hypothèse n'est plus retenue aujourd'hui. On lui préfère celle de Kuiper, publiée en 1950 ; les petites planètes ne seraient en fait que des résidus de la matière ayant donné naissance aux planètes telluriques et qui se seraient

rassemblées dans cette zone d'équilibre gravitationnel.

Vue sous cet angle, on ne s'étonnera pas si, délaissée depuis quelques années, l'étude des astéroïdes connaît une nouvelle vigueur et si certains projets spatiaux prévoient à l'horizon 2000 l'analyse *in situ* de quelques-uns d'entre eux. Les décombres du système solaire nous livreront peut-être alors le secret de l'"édifice".

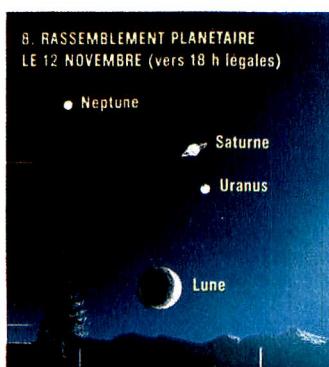
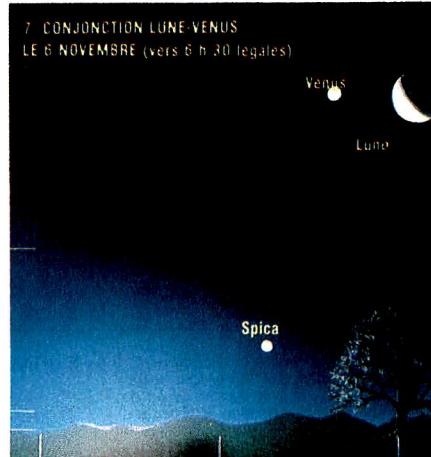
**L'observation des astéroïdes.** Les instruments d'amateurs permettent d'observer les astéroïdes les plus brillants (*tableau 1 p. suivante*). Vu leur diamètre, ils ne sont perçus que comme des points, mais il est facile de noter leur déplacement par rapport aux étoiles environnantes au fil des jours. *Les figures 3 et 4* indiquent la position de Cérès et de Vesta en novembre, où ils seront visibles dès la tombée de la nuit. Les éphémérides du Bureau des longitudes publient par ailleurs chaque année les coordonnées des astéroïdes les plus intéressants.

Ceux qui pratiquent la photographie stellaire avec de longues

poses, 45 minutes et plus, auront aussi la possibilité d'en trouver la trace sur le cliché. En effet, au bout d'un certain temps, le déplacement de l'astre est sensible et, si les étoiles fixes, ont une image ponctuelle, les astéroïdes, par contre, laissent une petite trainée. C'est d'ailleurs une méthode utilisée par les professionnels pour en découvrir de nouveaux.

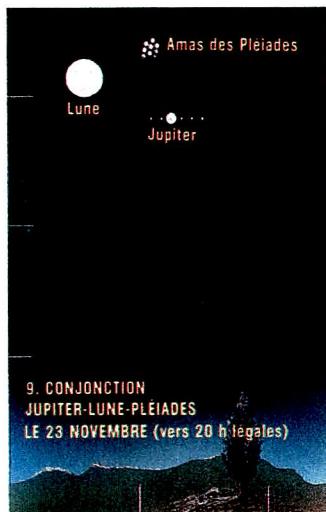
**Observations du mois.** Mars continue d'être observable dans de bonnes conditions, bien que son diamètre diminue sensiblement. On la recherchera vers 21 heures légales plein sud, à 45 degrés au-dessus de l'horizon, le 19 vers 20 heures, la planète rouge sera en conjonction avec la Lune. Comme d'habitude, le **tableau 2** indique les principales configurations observables.

Jupiter est en opposition avec le Soleil le 23 : novembre est donc particulièrement favorable pour l'observer. Et ce d'autant que, en



raison de sa déclinaison, la planète culmine à près de 60 degrés au-dessus de l'horizon. Un grossissement de 60 à 100 fois montrera les bandes équatoriales de la planète et peut-être la fameuse tache rouge. Très souvent, c'est un oculaire de 9 millimètres de focale et de catégorie orthoscopique qui donne les meilleurs résultats (1). Le jour de son opposition, le 23, Jupiter nous offrira un beau spectacle avec une conjonction Lune-Péléades (*figure 9*).

Les autres conjonctions et rap-



prochement se produiront : le 1<sup>er</sup>, où la difficile Mercure sera observable le matin, vers 6 heures, non

loin de Spica, la brillante étoile de la Vierge (*figure 5*). Le 3, vers 4 heures, on verra le croissant de Lune effleurer Régulus du Lion (*figure 6*). Le même phénomène se reproduira à la fin du mois, le 30, vers 7 heures et demie dans l'aurore. C'est à 6 heures et demie, le 6, que Vénus, étincelante, se rapprochera de la Lune (*figure 7*). Enfin, le 12 en soirée, Saturne, Uranus et Neptune surplomberont une Lune amorçant son déclin (*figure 8*).

Par ailleurs, du 13 au 20, avec un maximum le 17, l'essaim des Léonides, dont le radiant se situe à 10 degrés au nord de Régulus, peut produire une belle pluie d'étoiles filantes.

**Yves Delaey**

(1) Oculaires pour lunettes et télescopes d'amateurs en vente à la Maison de l'Astronomie, 33 rue de Rivoli 75004 Paris. Tél. (1) 42 77 99 55. Pendant le mois de novembre, 10% de remise sur les oculaires aux lecteurs de *Science & Vie*. Vente également par correspondance.

## Vous a-t-on appelé durant votre absence ?

### INFORMATIQUE PRATIQUE

Lorsqu'on attend un appel téléphonique urgent, quoi de plus agaçant que de devoir s'absenter ne serait-ce que quelques minutes ? L'interface que nous vous proposons de réaliser ce mois-ci sera donc en mesure de faire office de chien de garde. Si, en aucun cas, elle ne pourra répondre au téléphone pour avertir votre correspondant de votre absence momentanée, elle sera par contre en mesure de vous indiquer l'heure de l'appel ainsi que le nombre de fois où la sonnerie a retenti. Ces indications permettent, dans bien des cas, d'avoir déjà une idée assez précise sur l'origine de l'appel.

Le cœur de notre réalisation sera un détecteur de sonnerie. A ce propos rappelons comment France Télécom fait retentir celle-ci sur notre combiné. En dehors des tensions normales, nécessaires pour le bon fonctionnement de la communication, un signal alternatif dont l'amplitude est de l'ordre d'une centaine de volts, est envoyé sur la ligne. Ce dernier est composé de salves. Pour chaque salve, la sonnerie retentira.

Le but de notre montage sera donc de rendre exploitable de tels signaux par notre interface principale et, par voie de conséquence, de réussir par les faire traiter par le micro-ordinateur. Cependant ici deux paramètres nous posent des problèmes ; d'une part les tensions mises en jeu et, d'autre part, l'impédance que devra présenter le montage vis-à-vis du réseau téléphonique pour ne pas perturber son bon fonctionnement.

Si en courant alternatif, donc lors de la réception du signal de sonnerie, rien ne s'oppose à ce que l'impédance du montage, donc la résistance électrique qu'il présente, ne soit guère supérieure au kilohm, il reste par contre indispen-

### 1. LES ASTÉROÏDES LES PLUS BRILLANTS

Nom	Dist. moy.	Excent.	Inclin.	Diam.	Mag.
CERES	2.77	0.08	10°6	1000	7.4
PALLAS	2.77	0.239	34°8	600	7.6
JUNON	2.67	0.257	13°	250	8.7
VESTA	2.36	0.089	7°1	540	6.5
HEBE	2.43	0.201	14°8	200	8.5
IRIS	2.39	0.229	5°5	210	8.4
FLORA	2.2	0.156	5°9	150	8.9
METIS	2.39	0.123	5°6	150	8.9
IRENE	2.58	0.165	9°1	158	9.5
EUNOMIA	2.64	0.18	11°8	270	8.6
MELPOMENE	2.29	0.21	10°1	150	8.8
MASSALIA	2.41	0.146	0°7	100	9.2
AMPHITRITE	2.55	0.07	6°1	195	9.9

#### Lexique :

Dist. moy. : distance moyenne au Soleil, en unité astronomique (1 UA = distance moyenne de la Terre au Soleil, soit 150 millions de km).

Excent. : excentricité de l'orbite.

Diam. : diamètre en kilomètres.

Mag. : magnitude maximale.

Inclin. : inclinaison de l'orbite sur le plan de l'écliptique.

### 2. À VOIR SUR MARS

Date	Heure légale	LMC	Zone
5 nov. 88	20 h 00	162°	Atlantis
10 nov. 88	20 h 00	115°	Tharsis
15 nov. 88	20 h 00	69°	Candor
20 nov. 88	20 h 00	22°	Sinus Margaritifer
30 nov. 88	20 h 00	287°	Syrtis Major

Ce tableau indique, pour une date donnée, la principale configuration martienne visible, c'est-à-dire celle qui se trouve à ce moment-là au méridien central de la planète. Pour connaître les détails visibles à une autre heure et une autre date, on retranchera, à la longitude du méridien central (LMC) indiquée pour la date précédente la plus proche, 9° par jour, puis on ajoutera 14,6° par heure. La nouvelle longitude obtenue permettra d'identifier les détails visibles sur une carte martienne.

sable que, pour le continu, cette dernière soit pratiquement infinie. Ces deux contraintes expliquent que le premier "étage" de ce détecteur de sonnerie soit composé d'un transformateur dont le primaire sera monté en série avec un condensateur, ce couple étant directement connecté sur la ligne. Le condensateur assurera l'impédance infinie en continu, le transformateur l'adaptation en tension pour notre interface principale. Dans le secondaire nous préleverons donc le signal exploitable par l'ordinateur.

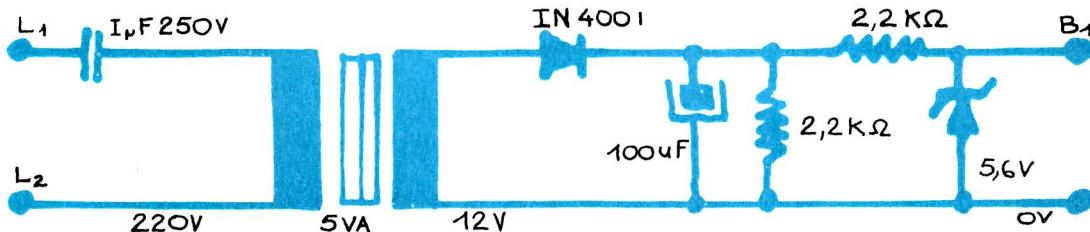
daire devra, quant à lui, présenter une tension de sortie — pour une tension d'entrée de 220 volts — d'environ 9 volts. Nous tombons donc sur un modèle de transformateur on ne peut plus standard : 200 V — 9 V — 5 VA ; composant normalement assez bon marché.

Reste qu'à la sortie du transformateur, nous ne disposons que d'une tension alternative. Or nos circuits intégrés, dans le cas présent, ne peuvent traiter que des tensions continues, qui plus est, comprises entre 0 et 5 volts. Con-



être appliqué sans danger à l'une des entrées de notre interface principale. Le reste du traitement sera assuré par l'ordinateur.

Le petit programme que nous vous proposons en illustration assurera cette tâche de comptage et de datage horaire des coups de



```

10 REM ****
20 REM * MISE A L'HEURE *
30 REM ****
40 INPUT "HEURE";H
50 INPUT "MINUTES";M
60 LET S=0:LET NS=0:LET MS=0
70 CLS
100 PRINT "HEURE DE L'APPEL Nb COUPS"
110 REM ****
120 REM * BOUCLE A AJUSTER POUR HORLOGE *
130 REM ****
150 FOR I=1 TO 40
200 LET TL=IN 255
210 IF TL=254 THEN GOSUB 1000
220 NEXT I
230 LET S=S+1
240 IF S=60 THEN LET M=M+1:LET S=0
250 IF M=60 THEN LET H=H+1:LET M=0
260 IF H=24 THEN LET H=0
270 IF NS=0 THEN GOTO 150
280 IF MS=M+1 OR (MS=59 AND M=0) THEN GOTO 300
290 GOTO 150
300 PRINT H;"h ";M;"mn ";".....";NS/20
310 LET S=S+NS
320 IF S>59 THEN LET M=M+1:LET S=0
330 LET NS=0
500 GOTO 150
1000 LET NS=NS+1
1010 LET MS=M
1020 RETURN

```

Notons que les caractéristiques électriques du transformateur restent importantes pour ne pas perturber le fonctionnement de la ligne téléphonique. Son primaire devra comporter un enroulement 220 volts, tension on ne peut plus courante, mais en aucun cas sa puissance ne devra être supérieure à 5 VA.

Ce dernier point garantit une impédance en alternatif nettement supérieure à 1 kilohm, valeur seuil de bon fonctionnement. Le secon-

vertissons donc ce signal en une tension continue à l'aide d'une diode et d'un condensateur puis nous limiterons sa valeur à 5,6 volts grâce à une diode zener. Le signal ainsi obtenu pourra donc

#### OÙ SE PROCURER LES COMPOSANTS

L'ensemble des composants est disponible chez :

△ MAGNETIC FRANCE, 11 place de la Nation, 75011 Paris, tél. (1) 43 79 39 88

sonnerie. Il comportera une routine permettant de faire office d'horloge temps réel, que l'on devra initialiser lors de sa mise en service, et une seconde routine de détection et comptage des coups de sonnerie. Il présentera ses résultats sous forme d'un tableau extrêmement simple : heure du premier coup de sonnerie et nombre de coups enregistrés. Certes il ne s'agit ici, comme d'habitude, que d'un programme embryonnaire plus destiné à contrôler le bon fonctionnement du montage qu'à être réellement exploité. Cependant rien ne vous empêche de le modifier et de l'améliorer à votre gré.

Pour terminer, précisons que le câblage de ce détecteur d'appels ne doit pas poser de problèmes particuliers. Ici le nombre de composants restant relativement réduit, il sera même inutile de le réaliser en wrapping. Quelques bonnes soudures réalisées sur une plaquette de câblage standard seront largement suffisantes pour le faire fonctionner correctement. Enfin, pour son raccordement au réseau téléphonique, nous vous conseillons vivement d'utiliser une fiche gigogne. Cette dernière permettra d'éviter d'avoir à brancher et débrancher le montage pour chaque utilisation.

**Henri-Pierre Penel**

# Câblons notre écran plat

**ELECTRONIQUE AMUSANTE**

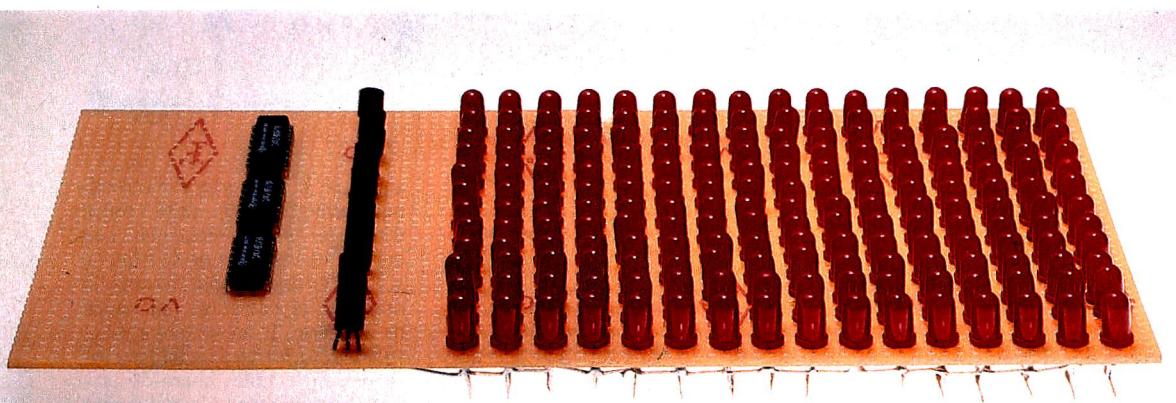
**A** près les généralités et les quelques précisions que nous vous avons apportées le mois dernier, passons à présent à la réalisation de notre écran plat. Afin que ses possibilités d'utilisation soient des plus universelles, nous l'avons doté d'un format d'affichage aux normes 4/3 ; c'est-à-dire un rapport largeur sur hauteur identique à celui des tubes cathodiques utilisés en télévision. Certes, sa résolution restera grossière, mais le

que l'écran est totalement câblé, que de contrôler la polarité de chacune d'entre elles lors du câblage. Pour éviter toute surprise lors de l'utilisation de cet écran, nous vous conseillons donc de suivre scrupuleusement les quelques conseils suivants.

La configuration en matrice ligne colonne utilisée impose quelques contraintes. De manière à obtenir une luminosité suffisante des diodes électroluminescentes, nous

de pastilles. Elles seront disposées de manière à ce qu'elles soient aussi proches que possibles l'une de l'autre sans pour autant se chevaucher, et leurs contacts seront alignés dans la direction verticale de l'écran. Précisons également que le diamètre choisi pour les diodes n'a guère d'importance. Les dimensions de l'écran et son coût seuls dicteront votre choix, les diodes de 5 mm de diamètre étant les moins chères.

Ceci conduit, pour des diodes standard, à une implantation tous les trois trous. Cependant rien n'interdit d'utiliser des diodes de plus petit diamètre. Dans ce cas, les dimensions globales de l'écran se-



principe de base que nous utiliserons pourrait parfaitement être étendu pour obtenir un bien meilleur résultat : seuls des impératifs de coût nous ont conduit à simplifier le plus possible notre réalisation. Il ne comportera donc que 16 diodes électroluminescentes dans sa largeur et 12 dans sa hauteur.

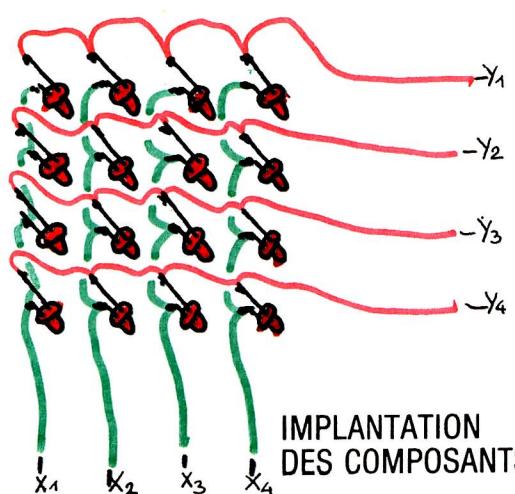
Comme nous l'avons vu le mois dernier, chaque diode électroluminescente sera commandée par la combinaison de deux signaux, l'un appliquée à sa borne négative, l'autre à la positive. Il sera donc très important de respecter la polarité de chaque diode lors du câblage de ce montage qui, au total n'en comporte pas moins de 192. Bien que finalement simple, ce câblage devra être effectué avec un grand soin. Il est en effet beaucoup plus délicat de changer une diode lors-

les commanderons par l'intermédiaire de circuits intégrés dits de puissance d'une part, et par l'intermédiaire de transistors d'autre part. La présence de ces derniers nous permettra, par ailleurs, de commander la luminosité de l'affichage ; fonction correspondant au signal Z dont nous avons parlé le mois dernier. Ceci nous permet de fixer un point de repère pour le câblage. En effet, afin de respecter la polarité des diodes électroluminescentes, il suffira de câbler leur patte la plus longue vers les transistors et la plus courte vers les circuits intégrés.

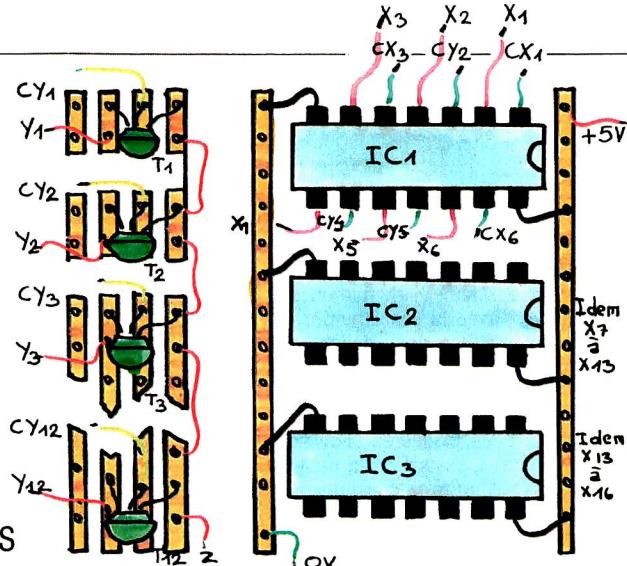
Ce point respecté, le câblage ne devra pas poser de problème particulier, si ce n'est le nombre de soudures à effectuer. Pour le réaliser nous commencerons par insérer les diodes sur la plaquette munie

ront certes plus petites, mais la résolution paraîtra meilleure. Ici l'écart entre chaque diode sera à déterminer en fonction de leur diamètre. Les deux pattes de chaque diode, après avoir contrôlé sa polarité, seront soudées sur la plaquette. Il sera bon de veiller à ce qu'elles ne soient pas placées en biais.

Une fois cette opération terminée, le dos de la plaquette de câblage devra rappeler une brosse ; les pattes des diodes étant toutes bien droites. La patte la plus longue de chaque diode, sera alors rabattue horizontalement de manière à entrer en contact avec celle de la diode voisine. Cette première opération sera réalisée de manière à ce que les pattes se trouvent aussi proches que possible de la plaquette de câblage. Chaque fois



## IMPLANTATION DES COMPOSANTS

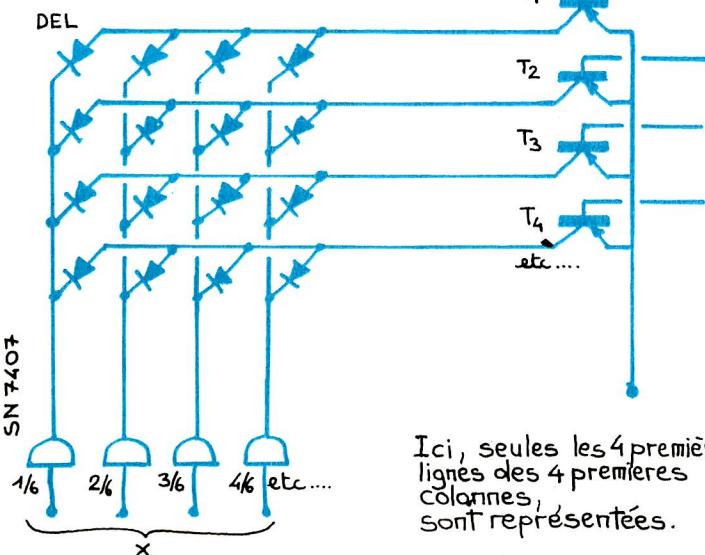


qu'une patte sera ainsi pliée, elle sera aussitôt soudée et l'excédent de fil de connexion sera coupé.

A l'issue de cette opération, 12 lignes de soudure devront donc apparaître au dos de la plaquette. Ce soudage, constituant les lignes, terminé, nous passerons au câblage des colonnes. Cette fois-ci les pattes courtes des diodes électroluminescentes seront pliées dans le sens vertical par rapport à l'écran, vers la diode voisine. Une allumette pourra ici rendre les plus grands services.

En effet, il faudra veiller à ce que cette nouvelle "couche" de soudure n'établisse aucun contact avec la couche ligne. Un espace de 1 à

## SCHÉMA ÉLECTRIQUE



Ici, seules les 4 premières lignes des 4 premières colonnes, sont représentées.

2 mm devra donc être respecté lors du pliage des pattes. Comme précédemment, chaque nouvelle patte pliée sera aussitôt soudée et, éventuellement, coupée. A l'issue de cette opération, le dos de la plaquette présentera un quadrillage composé de lignes et de colonnes séparées par un mince intervalle.

Il ne reste plus qu'à connecter chaque ligne vers un transistor et chaque colonne vers l'une des sorties d'un circuit intégré, conformément à notre schéma, pour que l'écran soit prêt à être employé ; ce que nous ferons le mois prochain. Chaque SN7407 comportant 6 circuits indépendants, il nous faudra trois SN7407 pour commander nos 16 colonnes. Précisons, pour terminer, que le câblage des circuits imprimés et celui des transistors devra respecter le brochage indiqué.

Conformément à ce que nous vous indiquions précédemment, notre écran possédera donc les trois signaux X, Y et Z indispensables à sa commande. Certes, ici, X et Y se composent de nombreux fils, mais nous verrons comment les multiplexer efficacement et résumer leur contrôle à 8 contacts, au total, seulement.

**Henri-Pierre Penel**

## NOMENCLATURE

192 diodes électroluminescentes  
 $T_1$  à  $T_{12}$  = 2N 3906  
 $Ic_1 = Ic_2 = Ic_3 = SN\ 7407$

# Indiscrétions sur 1989

## JEUX MATHEMATIQUES

**L**es lampions s'éteignent sur le deuxième Championnat de France des Jeux mathématiques et logiques, avec la proclamation du dernier résultat, celui des établissements scolaires. Ont participé, en effet, 4 000 classes, représentant près de 2 000 collèges et lycées. Vous trouverez ci-dessous le palmarès, assorti de la planche de prix, et pourrez constater que, décidément, le lycée Louis le Grand est encore en vedette, même pour un championnat où les connaissances scolaires n'étaient pas le critère n°1.

A partir d'aujourd'hui, nous vous présentons donc le troisième Championnat. Contrairement à ce que je vous avais annoncé précédemment, ce n'est que dans le numéro daté de janvier (n° 856) que paraîtront les premières questions éliminatoires, les bulletins-réponses figurant, eux, dans le numéro suivant. A cela, plusieurs raisons : d'abord faire en sorte que le Championnat se déroule intégralement en 1989, ensuite permettre au petit frère de *Science & Vie, Junior*, qui paraîtra le 20 janvier, de se faire l'écho du Championnat pour la catégorie "collèges".

**"Professionnel" devient "haute compétition".** Mis à part cela, quelques nouveautés pour la troisième édition du Championnat.

Les éliminatoires individuelles vous donneront encore trois chances, par *Science & Vie*, par *Jeux & Stratégie* et par des bulletins individuels disponibles chez les distributeurs IBM, HP, et un certain nombre de libraires. Les participants se situeront encore dans une des cinq catégories : deux catégories de collégiens, une de lycéens, une catégorie "grand public", et une catégorie "haute compétition". Cette dernière remplace la catégorie "professionnels", en ce sens que tous les joueurs auront le choix de la catégorie dans laquelle ils se sentent en mesure de concourir. La barre sera plus élevée en catégorie "haute compétition", mais les prix seront plus importants que ceux de la catégorie "grand public".

172 Des quarts de finale pour les

**scolaires.** Les éliminatoires collectives seront encore réservées aux scolaires. Elles seront diffusées par *S & V Junior* (en kiosque le 20 janvier), par *Tangente* (sur abonnements au 76 Bd Magenta Paris XX\*), et par bulletins adressés aux établissements scolaires.

La nouveauté réside cette fois dans la création d'une étape intermédiaire (quarts de finales) pour cette participation collective des scolaires. Les quarts de finales désigneront les représentants de l'établissement en demi-finales. Rapelons que les années précédentes, ils étaient élus par les élèves.

Les autres phases, demi-finales et finale, ne subiront pas de modification par rapport aux années précédentes, si ce n'est sur le plan numérique, puisqu'au moins 50 centres de demi-finales sont prévus pour 1989, ce qui devrait entraîner une sensible augmentation des effectifs de la finale.

### Palmarès des établissements scolaires

#### Lycées

- 1<sup>er</sup> : lycée Louis Le grand, Paris ;
- 2<sup>e</sup> : lycée Corneille, Rouen ;
- 3<sup>e</sup> : lycée St Joseph, Ollioules ;

#### Collèges

- 1<sup>er</sup> : collège Marie Curie, Tourcoing ;
- 2<sup>e</sup> : collège Beauregard, la Chappelle/Erdre

- 3<sup>e</sup> : collège Jean Giono, Orange

**Albert et Zoé.** Ce que vous attendez de cette rubrique, c'est de l'information, certes, mais aussi de l'entraînement. Alors, parmi les problèmes qui ont été soumis aux finalistes, nous en avons sélectionné un qui a valu du fil à retordre aux participants : Albert et Zoé. Nous vous en rappelons l'énoncé, suivi d'une solution due à notre collaborateur Roger Cuculière.

Albert et Zoé jouent à un jeu très simple : le premier annonce un nombre X compris entre 1 et 100. Le deuxième ajoute un nombre Y compris entre 1 et X + 2. Le premier joueur ajoute alors un nombre compris entre 1 et Y + 2, et ainsi de suite..., les joueurs, à tour de rôle, ajoutent un nombre compris entre 1 et celui ajouté par l'ad-

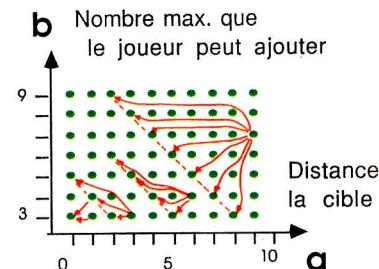


Figure 1 : quelques flèches du graphe du jeu et la droite des "descendantes".

versaire, augmenté de 2.

Ils jouent ainsi jusqu'à ce que l'un des joueurs atteigne un nombre cible C, et soit déclaré vainqueur. Albert a calculé qu'en laissant Zoé commencer, il est assuré de gagner, s'il ne commet pas d'erreur.

Que vaut C, sachant que c'est un entier inférieur à 1988 ?

**Solution.** Pour résoudre ce problème, il faut s'exprimer avec précision. Nous dirons que le déroulement du jeu est une succession de positions. La position d'un joueur est caractérisée par un couple de nombres (a, b) pris dans l'ordre : le premier nombre, a, est la distance par rapport à la cible ; le second nombre, b, est le nombre maximum que le joueur peut ajouter.

Exemple : supposons que la cible soit 80 et qu'Albert ait dit "64" en ajoutant 3 à ce qu'avait dit Zoé précédemment. Pour celle-ci, la distance à la cible est alors : 80 - 64 = 16 et elle peut ajouter au plus 3 + 2 = 5. La position dont elle hérite est représentée par le couple (16, 5). Si elle choisit d'ajouter 4 (et de dire alors : 64 + 4 = 68), la position devant laquelle se trouvera Albert sera (12, 6) car 12 = 16 - 4 et 6 = 4 + 2.

D'une façon générale, la règle du jeu permet de passer d'une position (a, b) à une position (a', b') si  $a' = a - j$  avec  $1 \leq j \leq b$ ,  $j \leq a$  et  $b' = j = 2$ .

On peut représenter chaque position (a, b) par le point de coordonnées (a, b) et joindre par une flèche la position (a, b) aux positions (a', b') qui peuvent en résulter selon la règle du jeu. On obtient ainsi le graphe du jeu (**figure 1**). Les positions qui peuvent découler d'une position (a, b) donnée, et que l'on peut nommer ses "descendantes" sont représentées par b points situés à intervalles réguliers sur une droite inclinée à 45° sur les axes.

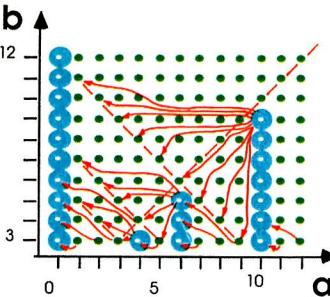


Figure 2 : positions perdantes et gagnantes pour  $a, b \leq 12$ .

Ce qui intéresse le joueur, c'est de savoir s'il pourra gagner. Une position sera dite gagnante si le joueur qui en hérite peut gagner, et perdue dans le cas contraire. Par exemple, la position  $(5,5)$  est gagnante, de même que la position  $(6,8)$  et plus généralement toute position  $(a, b)$  où  $1 \leq a \leq b$ . Par contre, une position  $(0,b)$  est perdue puisque le joueur qui est placé devant elle a déjà perdu. Autre exemple : la position  $(4,3)$  a pour descendantes les positions  $(3,3)$ ,  $(2,4)$  et  $(1,5)$ , toutes gagnantes. Si un joueur est confronté à la position  $(4,3)$ , c'est l'autre qui pourra gagner. Par suite, la position  $(4,3)$  est perdue. Nous avons ainsi un critère pratique : une position est perdue si toutes ses descendantes sont gagnantes et gagnante si l'une au moins de ses descendantes est perdue.

L'ensemble des positions perdues s'appelle le noyau du jeu. Elles sont assez rares et fort précieuses en dépit de leur appellation. En effet, si un joueur a le bonheur d'être face à une situation gagnante, c'est qu'il a la possibilité de précipiter son adversaire dans le noyau. Pour cela, il faut qu'il ait analysé la position et déterminé la stratégie correcte, qui peut être unique ou non. Dans ce cas, son adversaire se trouvera devant une situation perdue et sera donc obligé, quoi qu'il fasse, de la changer en situation gagnante. Et ainsi de suite.

Ces simples remarques permettent de déterminer graphiquement le noyau du jeu, de proche en proche, par un procédé empirique. On colorie en blanc chaque point qui représente une position perdue et en noir chaque point qui représente une position gagnante. Un point sera blanc si tous ses descendants sont noirs et noir si l'un de ses descendants est blanc. Vous pouvez faire cela à la main, vous

obtiendrez la **figure 2**. Vous pouvez aussi le faire faire par un ordinateur. En allant plus loin, on a la **figure 3**. Remarquez qu'un point situé à la verticale d'un point noir et plus haut que lui est noir lui aussi. Par suite, un point situé plus bas qu'un point blanc est blanc lui aussi. Le noyau qui apparaît peut se décrire ainsi : pour déterminer si une position  $(a, b)$  est perdue, vous écrivez  $a = 10d + u$ , où  $u$  est le nombre d'unités et  $d$  celui des dizaines dans l'écriture décimale de  $a$ .

Si  $u$  n'est pas nul, les positions perdues sont données par  $u = 4$  et  $b = 3$  ou  $u = 6$  et  $b \leq 5$ . Si  $u$  est nul, c'est-à-dire  $a$  multiple de 10, soit  $v$  le plus grand entier  $m$  tel que  $2^m$  divise  $d$ . Alors, la position  $(a, b)$  est perdue si  $b < 10 \cdot 2^v$ . En particulier si  $a = 10 \cdot 2^v$ , la position  $(a, b)$  est perdue pour tous les  $b < a$ .

La stratégie gagnante consiste, grosso modo, à laisser l'adversaire à une distance de la cible qui soit un multiple de 10, si possible.

Nous vous laissons le soin de la décrire plus précisément. Supposons par exemple que la cible soit 60 et qu'Albert commence. Il calcule :  $a = 60$ ,  $d = 6$ ,  $u = 0$ ,  $v = 1$ , donc  $10 \cdot 2^v = 20$ . Sa position est gagnante si la règle du jeu lui permet de dire 20 en commençant. S'il le

peut, il le fait. Dans ce cas, Zoé est face à la position  $(40, 22)$ . Vous vous convaincrez que c'est une position perdue. Si Zoé cherche à rester à une distance de la cible qui soit multiple de 10, elle peut ajouter 10 et dire 30, ce qui laisse à Albert la position  $(30, 12)$ , encore gagnante.

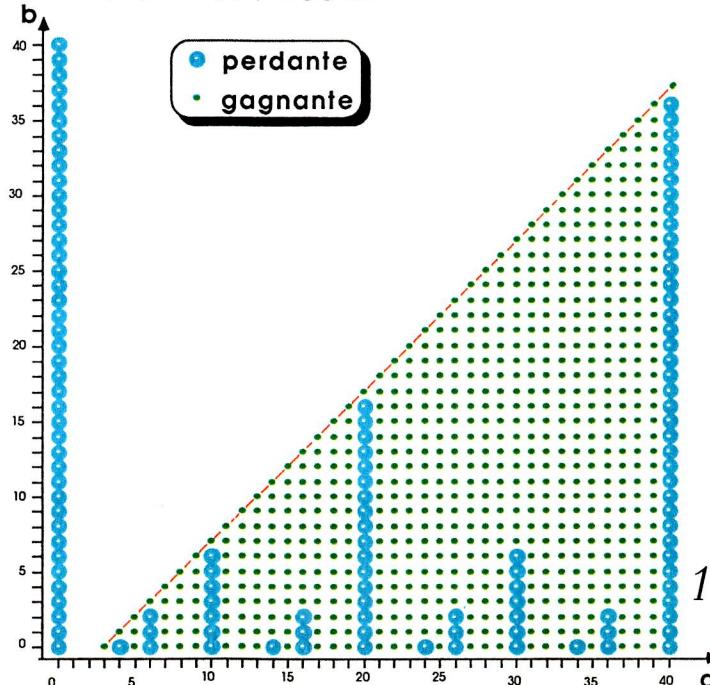
Albert redit 10 pour laisser à Zoé la position  $(20, 12)$ . Si elle ajoute 10, elle a perdu car Albert ajoutera aussi 10. Si elle ajoute, par exemple 1 pour retarder sa défaite, Albert sera confronté à la position  $(19, 3)$  : il ne pourra atteindre un multiple de 10, mais n'oubliera pas les positions perdues pour lesquelles a se termine par 6. Il ajoutera 3 et Zoé aura affaire à la position  $(16, 5)$  : elle ne pourra atteindre  $a = 10$  et Albert le pourra dans tous les cas.

Au pire, si Zoé n'ajoute que 1 pour laisser à Albert la position  $(15, 3)$ , il passe à  $(14, 3)$  et là, quoi que fasse Zoé, Albert pourra laisser à Zoé une position  $(10, b)$  avec  $b = 3, 4$  ou  $5$  : perdue.

Venons-en au problème tel qu'il était posé. On veut une cible  $c$  telle que la position initiale  $(c, 1000)$  soit perdue. Il faut donc que  $c = 10 \cdot 2^v$  avec  $10 \cdot 2^v < 1000$  et  $10 \cdot 2^v < 1988$ , ce qui donne  $100 < 2^v \leq 198$  d'où  $2^v = 128$  et la cible cherchée :  $c = 1280$ .

Gilles Cohen ▲

Figure 3 : positions perdantes et gagnantes pour  $a, b \leq 40$  (vous noterez que si  $6 \geq a \geq 1$ , la position  $(a, b)$  est gagnante).



LES RYTHMES DE L'ENFANT  
LES CLASSES-CHARNIÈRES  
L'ÉCOLE DE DEMAIN



$$\begin{array}{r} 375 \\ 015 \\ \hline 381 \end{array}$$

A red diagonal line through the subtraction calculation.

*Dictée:*  
~~Il a gelé sur le~~  
~~ant chien et la plu~~

M 2579 - 164 - 22,00 F-RD



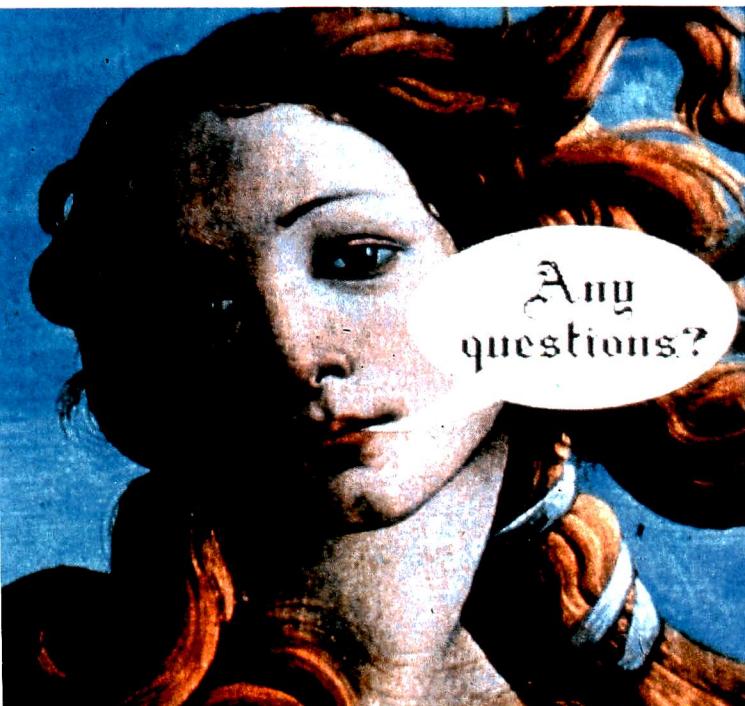
3792579022008 01640

NUMERO HORS SERIE TRIMESTRIEL

160 FB - 6,50 FS - 2,450 Dt - 600 Piastres - 28 Dh - 5000 L - \$ can 4,50 - USA NYC \$ 4,25 - OTHER \$ 4,50

## EN VENTE PARTOUT

# ECHOS DE LA VIE PRATIQUE



PHOTO

## Diapositives tirées sur micro-ordinateurs

Montage FR-1, tel est le nom d'un périphérique de micro-ordinateur qui permet la réalisation de diapositives en couleurs. Il se connecte indifféremment sur Macintosh ou sur IBM-PC (et modèles compatibles). L'impression de la photo se fait en 3 à 5 minutes dans une grande richesse de couleurs (16 millions de nuances). Cet appareil est disponible chez les concessionnaires Apple et IBM (prix : environ 77 000 F). À la fin de 1988, divers accessoires seront aussi disponibles : chargeur de 800 vues, dos Polaroid assurant un développement instantané sur papier et imprimante couleur sur papier ou transparent (Montage CP-1).

VIDEO

## Un magnétoscope numérique adapté au montage

Avec le magnétoscope SLV-7, Sony a commercialisé son premier modèle VHS. Jusqu'ici, la firme japonaise s'était cantonnée dans la production de matériels aux normes de ses propres systèmes, le Beta et la vidéo 8 mm. Et c'est seulement il y a quelques mois qu'elle a décidé d'entrer aussi sur le marché du VHS en lançant une gamme de cassettes vidéo et des enregistreurs/lecteurs.

Le magnétoscope SLV-7 comporte les tous derniers perfectionnements techniques. D'abord, des circuits numériques permettant la diffusion de deux images sur un téléviseur, l'une provenant d'une sour-

ce extérieure (caméra vidéo, téléviseur, magnétoscope), l'autre provenant de la cassette enregistrée. Ensuite, une fonction "Editing" rendant possible l'insertion de séquences dans un programme déjà enregistré.

L'appareil est doté d'un écran de lecture et de 4 têtes magnétiques

tournantes procurant une haute qualité d'image. L'étage audio assure une reproduction sonore aux normes haute fidélité (20 à 20 000 Hz avec une dynamique de 90 dB). Enfin, deux vitesses de défilement de bande permettent de disposer de 2 h 40 min ou de 8 heures de programme.



VIDEO

PHOTO

## Pied de poitrine pour camescope

Filmer caméra au poing ne permet pas toujours la prise d'images stables, surtout si le zoom est utilisé en longue focale. L'une des techniques permettant des prises de vue parfaitement cadrées consiste à donner un appui à la caméra. La société KPSP propose à cet effet "Cam Support", une épaulière destinée aux amateurs de vidéo, mais utilisable également par les cinéastes et les photographes. Ce système se présente comme un coude en plastique articulé, muni d'une courroie adaptable à la corpulence de l'utilisateur. Les points d'appui se situent sur l'abdomen et sur l'épaule et sont revêtus d'un matériau souple et antidérivant. L'accessoire est pliable, ce qui facilite son transport (37 x 14 x 10 cm). Prix : 690 F (KPSP, 15 bd Victor Hugo, 75016 Paris).

VIDEO

## Viseur couleur pour camescope

Les caméras vidéo grand public sont équipées soit d'un viseur optique, soit d'un viseur électronique noir et blanc. La réalisation d'un viseur électronique en couleurs n'a jamais été proposée en raison des difficultés de miniaturisation du récepteur couleur et, surtout, à cause du prix de revient plus élevé. C'est la firme japonaise Seiko Epson qui vient de créer le premier viseur couleur électronique pour caméras et camescopes amateurs. Son écran mesure 14 x 19 mm et comporte 70 400 cellules. L'image obtenue est très nette et contrastée. Le prix n'a pas été précisé, mais il est suffisamment modéré pour permettre l'incorporation de ce viseur à des camescopes grand public haut de gamme. Il est proposé dès ce mois-ci aux constructeurs de caméras vidéo.

## Films noir et blanc haute sensibilité

*Il y a quelques mois, Kodak lançait une émulsion ultra-sensible, T-Max High Speed, utilisable jusqu'à 50 000 ISO, mais plus couramment de 1 600 à 25 000 ISO (Science & Vie n° 850, juillet 1988). Aujourd'hui, le Japonais Fuji suit la même voie en présentant à la Photokina le film Neopan 1600 Super Presto, à grain relativement fin et capable de donner une large gradation de gris. Comme le T-Max, cette émulsion est utilisable à plusieurs sensibilités de 400 à 3 200 ISO. Elle sera disponible en 35 mm, en cartouches de 24 et 36 poses.*

MAGNETOSCOPE

## Pour copier la vidéo 8 sur cassette VHS

Il est toujours possible de copier et de monter une cassette vidéo 8 mm sur une cassette VHS ou inversement. Mais jusqu'à présent, cette opération n'était pas sans inconvénients : un défaut de synchronisation produit en effet des parasites en début de copie. Sony vient de présenter un magnétoscope VHS de salon au standard SECAM, le SLV-201F, éliminant ce défaut. Doté d'une fonction de montage synchronisé, il permet

des raccords nets entre les scènes montées. De plus, cet appareil bénéficie d'une fonction "Edit" qui, selon Sony, diminue la détérioration de l'image durant la copie. Un transcodeur PAL/SECAM est toutefois nécessaire pour copier à partir d'un camescope vidéo 8 mm.

Disposant de toutes les facilités d'un magnétoscope de salon (programmation, recherche de séquence, télécommande) le SLV-201F est vendu aux alentours de 5 500 F.



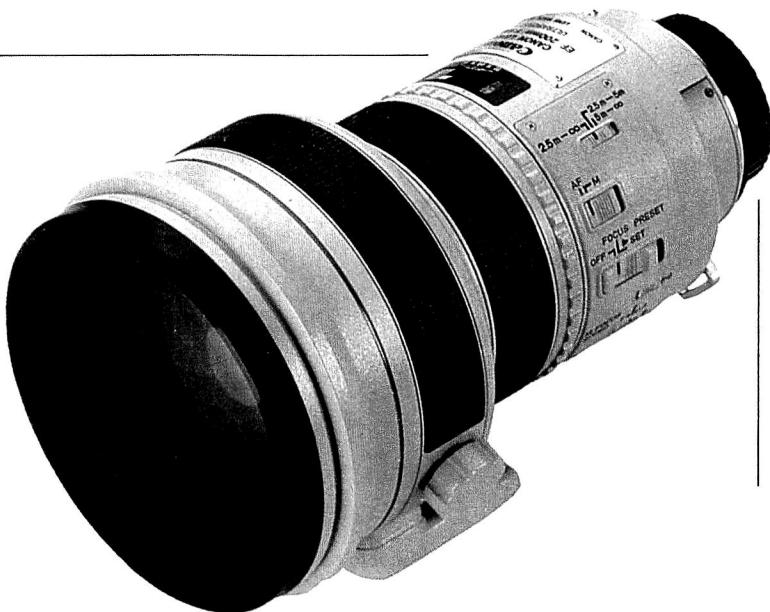
## Le son numérique sur un camescope

Lancé par Sony, le camescope 8 mm CCD V200 (dérivé du CCD-V100) est le premier modèle doté du son numérique. Plus précisément, l'enregistrement audio lors de la prise de vue se fait simultanément en analogique et en numérique, avec possibilité de réaliser un doublage son en mode numérique. Outre une amélioration de la qualité sonore, cette technique favorise les raccords de plans sonores et certains effets spéciaux. Par exemple, la réalisation de fondus enchaînés sonores synchronisés avec des fondus d'image. L'appareil est doté d'un microphone stéréophonique unidirectionnel avec un réglage du gain automatique ou manuel. Par ailleurs le CCD-V200 est équipé d'un générateur de 20 caractères majuscules et 14 minuscules, d'un zoom électrique à vitesse variable de 1,2/11-88 mm, d'un capteur DTC 440 000 cellules, d'un obturateur électronique jusqu'à 1/4 000 s, et d'un système de volet coloré permettant la séparation de deux séquences successives. Prix : environ 19 000 F.

**Sony a mis au point le FL-Mecha**, un système vidéo ultra-minaturisé pour camescope. D'un volume de 250 cm<sup>3</sup>, long de 29 mm, il pèse 185 g. Destiné aux appareils vidéo 8 mm, il utilise un tambour de têtes rotatives de 2,67 cm de diamètre, au lieu de 4 cm.

**Hasselblad, reprend les vieux modèles 500** et certains accessoires à ceux qui souhaiteraient s'équiper en appareils récents. 7 100 F pour un 500C noir, par exemple. (Hasselblad France, Courcellor I, 2 rue Curnonsky, 75017 Paris).

**Le magnétoscope Hitachi VT-F510** permet trois incrustations de programmes dans l'image principale. On peut ainsi surveiller trois émissions tout en regardant une quatrième.



PHOTO

## Un objectif 200 mm ultra-lumineux

*La firme japonaise Canon lance ce mois-ci un téléobjectif 200 mm dont l'ouverture atteint 1 : 1,8. Grâce à la présence de trois lentilles en verre UD (ultra-dispersion) la netteté reste élevée sur tout le champ. Un moteur intégré permet la mise au point automatique avec les appareils reflex Canon EOS. Poids : 3 kg.*

## La photo magnétique — suite

Pour l'instant, la photo magnétique sur disquette est réservée à des applications professionnelles, essentiellement au photojournalisme, en raison du prix élevé du matériel de prise de vue et de lecture (plus de 100 000 F). Les premiers équipements de photo vidéo commercialisés l'avaient été par Canon et Kodak l'an dernier (*Science & Vie* n°841, octobre 1987). Nikon lancera à son tour un équipement complet le mois prochain. Il comporte un reflex automatique QV-1000C d'environ 1 kg pour la prise de vue noir et blanc (vitesses de 1 s à 1/2000 s, objectifs interchangeables à baïonnette,

analyseur d'image DTC à 380 000 cellules) et un lecteur Q-1010T pour la transmission des images par radio ou par téléphone.

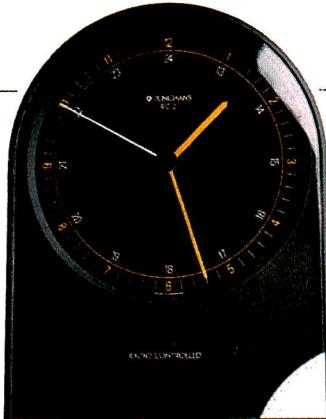
La réception et le tirage des images vidéo se fait sur une imprimante spéciale dont il existe plusieurs modèles produits par des firmes comme Canon, Konica, Sony ou Tamron. Dans ce domaine, Nikon a annoncé la réalisation d'une imprimante vidéo couleur (Nikon CP-2). Elle transfère, sur papier ordinaire format A5, l'image d'un écran de télévision en 2,6 minutes. Cette image peut provenir d'un programme télévisé ou d'un lecteur de photo vidéo.

## Utiliser

**1**

### ANAMORPHOSSES SUR VOS TASSES À CAFÉ

135 F dans les boutiques de cadeaux



## LES OBJETS DU MOIS

### 7 À LA RECHERCHE DU REVEIL

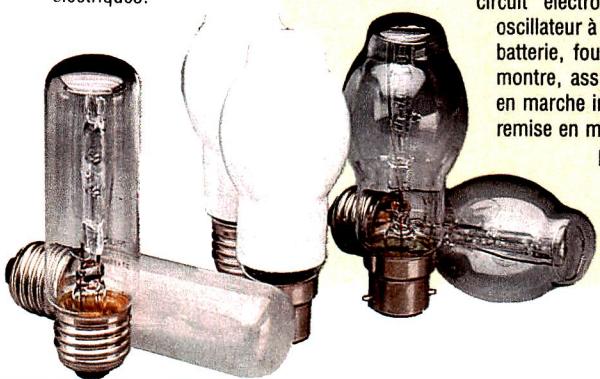
EN DOUCEUR

280 F, importé par Braun France, 24-26 rue Henri Barbusse, 92111 Clichy.



### 4 DES LAMPES QU'ON PEUT TOUCHER DU DOIGT

70 à 80 F dans les magasins de lampes et de matériaux électriques.



**1** Il y a toujours quelque chose de fascinant dans les anamorphoses, ces dessins comprimés, déformés, qui ne reprennent un aspect normal qu'observés sur un miroir cylindrique ou conique. Bruno Contensou, a eu l'idée d'en peindre sur une soucoupe. Pour restituer le dessin, il suffit de poser en son centre une tasse métallisée qui fait office de miroir cylindrique... Le tout, appelé "Tasse et soucoupe anamorphiques", comporte de nombreux thèmes s'inspirant de maîtres contemporains, Picabia, Dufy, Matisse, Balthus et de la Révolution, la Liberté guidant le peuple, Danton et Robespierre sans oublier Louis XVI et Marat mort...

**2** Plus de remontoir, plus d'alimentation électrique : une simple rotation du poignet suffit pour faire fonctionner Tamara, la première montre suisse à quartz sans pile. L'idée n'est pas totalement nouvelle. Qui ne se souvient des montres mécaniques sans remontoir, celui-ci étant remplacé par une masse oscillante qui, sous l'action des mouvements du poignet, arme le ressort d'horlogerie ? Dans la Tamara, ce ressort n'entraîne pas les aiguilles, mais un micro-générateur (8,8 mm de diamètre et 2,7 mm d'épaisseur) tournant à 1 500 t/min qui, produit un courant électrique. L'énergie ainsi produite permet une autonomie de dix jours. Transformée au préalable en courant continu, l'énergie est stockée dans un condensateur et alimente un circuit électronique avec oscillateur à quartz. Une batterie, fournie avec la montre, assure sa mise en marche initiale ou sa remise en marche après plus de dix jours de non utilisation.

**3** Que l'installation de chauffage d'un appartement ou d'une maison soit alimentée par gaz ou par fuel, les calories perdues... ne se rattrapent guère. Pour pouvoir moduler, selon les jours ou les heures, la température ambiante, la société Legrand propose un thermostat programmable. Plus petit qu'un "livre de poche", c'est en fait un programmeur hebdomadaire qui combine deux thermostats et une horloge. Il permet ainsi de prévoir à la fois une température réduite pour les heures d'absence et une température plus élevée pour les heures de présence, le changement s'effectuant automatiquement pendant une semaine. L'instrument possède aussi une position "hors gel" pour maintenir une température de 8° C sans déranger les autres programmations. Cet appareil se branche à l'aide de deux fils et peut remplacer, sans câblage supplémentaire, un thermostat d'ambiance déjà installé. Avec deux piles de 1,5 volt, il fonctionne pendant une saison de chauffage.

**4** Les lampes à halogène ont de gros avantages comparées aux lampes à incandescence ordinaires : à puissance égale, elles sont beaucoup plus petites, noircissent moins, ont un meilleur rendement lumineux et une vie plus longue. Elles ont cependant un inconvénient, elles demandent une température élevée qui oblige à utiliser pour leur enveloppe un matériau résistant à la chaleur, mais relativement fragile, le quartz. Ainsi, à froid, il ne faut pas toucher l'ampoule avec les doigts car ensuite sous l'effet de la chaleur, les substances de la sudation attaqueront le quartz. Pour éliminer cet inconvénient, Philips vient de lancer une gamme de lampes "Halogena" construites avec une double enveloppe, l'une intérieure, en quartz, l'autre extérieure, en verre. Ainsi, on peut les prendre sans précautions particulières. Très compactes, elles sont disponibles en 75, 100 et 150 W, en culots à vis et à baïonnette standard.

**6 UNE PENDULE RADIOPILOTÉE**

995 F chez SEDAO, 39 rue des Grands Champs, 75020 Paris.

**2 UNE MONTRE ÉLECTRONIQUE SANS PILE**

7 500 à 8 000 F chez Jean d'Eve, 94-96 av Léopold Robert, 2301 La-Chaux-de-Fonds (Suisse).

**3 CHAUFFAGE À LA CARTE**

973 F dans les grandes surfaces, les magasins de bricolage et chez les électriciens.



**5** Jusqu'ici, les verres des lunettes et des masques utilisés par les skieurs n'avaient qu'une vie relativement brève : rayés par les particules de neige glacée, ils perdaient leur transparence. Un inconvénient que Loubsol estime avoir éliminé avec ses masques Magic Glass dont l'écran panoramique est cicatrisable. Constitué d'acétate traité anti-buée, il est revêtu d'un film de polyuréthane qui a la propriété de se reconstituer après rayure ou choc. Cette autocicatrisation s'opère en moins d'une minute à température normale, en quelques secondes à 30 °C et instantanément à 40 °C.

**6** C'est sans doute la pendule grand public la plus précise du monde : pour la prendre en défaut d'une seconde, il faudrait attendre un million d'années. Son système d'horlogerie est en effet couplé à la base de temps au césum de l'Office fédéral physico-chimique de Brunswick (RFA). Pour cela, la "Pendule radiopilotée" est munie d'une antenne ferrite panoramique qui reçoit en permanence le top horaire de l'émetteur et le dirige sur un récepteur intégré qui le décode. Toutes les heures, ce top règle la pendule. Le passage heure d'été/heure d'hiver (et inversement) est automatique. Une pile de 1,5 V assure à cette pendule une autonomie d'environ 3 ans.

**7** Pour les réveils en douceur, il y avait déjà les réveils à musique et les sonneries douces, voilà maintenant, le Braun AB 50 RSL. Ce réveil possède lui aussi une sonnerie douce... au départ mais dont le son s'intensifie progressivement, sonnerie que vous arrêterez d'un simple signe de la main. Ce signal commandera en même temps l'éclairage du cadran. Et si vous vous accordez un temps de sommeil supplémentaire, aucun risque de ne pas vous réveiller puisque la sonnerie reprendra toutes les quatre minutes. Avec deux piles de 1,5 V, ce réveil jouit d'une autonomie d'au moins un an.

**5 MASQUE DE SKI AUTO-CICATRISABLE**

250 F chez les détaillants d'articles de sport.



## **Informations commerciales**

### **DÉBUTEZ EN INFORMATIQUE entre 100 000 / 150 000 Annuel**

puis évoluez rapidement vers : • Analyste

- Chef de projet • Ingénieur Informaticien
- Ingénieur technico-commercial, grâce à notre Formation de haut niveau

### **ANALYSTE D'APPLICATIONS**

en 18 semaines sur gros systèmes IBM-43XX sous VM - Niveau : BAC+2 à BAC+6

### **Test + Entretiens - PLACEMENT ASSURÉ**

L'institut s'engage à rembourser le coût total du stage si le stagiaire n'est pas embauché en fin de formation.

Prêts d'études

Prochaines Sessions :

28 novembre 1988 - 6 février 1989

Téléphonez : (1) 48 39 85 68, ou écrivez à :

### **I.S.2.A. - INSTITUT SUPÉRIEUR**

### **D'ANALYSE D'APPLICATIONS**

Tour Pariféric - 6, rue Emile Reynaud  
93306 Aubervilliers

## **VIDANGEZ VOUS-MÊME LE MOTEUR DE VOTRE VOITURE, DE VOTRE BATEAU, DE VOTRE MOTO, DE VOTRE TRACTEUR...**

Sans ramper sous votre véhicule, sans vous salir, sans outillage spécial, sans joint à remplacer.

**POMPECO** s'installe instantanément dans le conduit, à la place de la jauge d'huile.

En moins de 12 minutes, tranquillement, dans votre garage, sur votre parking ou dans la rue, vous procédez vous-même à la vidange de votre moteur en récupérant l'huile dans un récipient approprié. Pas de saleté, pas de pollution.

**POMPECO**, testé par l'I.C.A.M. : une vidange rapide, facile et propre, à réaliser vous-même.

## **LIVRAISON CONTRE CHÈQUE DE 218,80 F (195 F TTC + 23,80 F pour frais de port)**

A adresser à **CODIV**  
28, av. de la République  
93170 BAGNOLET

## **UNE LIBRAIRIE TRÈS PROCHE DE VOUS**

En tapant **3615 code ALIR** sur votre minitel, vous verrez apparaître sur l'écran près de 50 000 titres : romans, livres d'histoire, livres d'art, manuels scientifiques ou techniques.

Vous faites votre choix, vous formulez votre commande et **ALIR** vous livre dans les 48 heures.

Le prix du livre est le même qu'en librairie (+ 20 f de frais d'envoi si la commande est inférieure à 500 F).

### **3615 code ALIR : votre minitel librairie**

**Gilberte de PONCHEVILLE - Librairie**  
**67, rue des Martyrs - 75009 Paris.**

## **BIOSPHÈRE II : PLANÈTE DE POCHE**

(suite de la page 47)

la télévision et seront reliés au monde extérieur par téléphone et par courrier électronique.

**Qui seront les Biosphériens ?** 13 candidats, tous des scientifiques, s'entraînent activement dans les laboratoires de recherche de Biosphère II. L'intérêt de l'expérience semble exclure pour eux toute réserve à l'égard d'un enfermement de deux ans. Quatre hommes et quatre femmes, des couples et des célibataires, seront bientôt choisis parmi eux. Ils pourront à tout moment renoncer à leur mission pour des raisons médicales ou personnelles. Biosphère n'est cependant pas conçu comme une expérience psychologique ; « la structure hiérarchique sera souple, et ce sera le membre le plus expérimenté et le plus compétent qui prendra les décisions », prévoit la candidate et directrice de l'information Kathleen Dyhr.

Dire que les responsables du projet sont enthousiastes et prévoient « une révolution des sciences de la vie » est évidemment un peu faible. Evitons les emphases faciles et convenons que le projet est d'une ambition extraordinaire.

Mais les futurs "colons" gardent les pieds sur terre. Le sens des affaires n'est sans doute pas étranger à leur dynamisme ; ils espèrent en effet transformer Biosphère II en une entreprise prospère. Ils espèrent particulièrement fournir aux agences spatiales comme la NASA, ou l'ESA en Europe, le prototype d'une base autonome comme on pourrait en installer sur la Lune ou Mars. Ce qu'ils préparent est, en effet, l'unique système de telles dimensions en circuit fermé,

Le projet a reçu l'approbation de l'American National Commission on Space, commission présidentielle consultative affectée aux programmes spatiaux américains. Certains de ses experts sont toutefois plus mesurés que les futurs "colons". Le Dr James Bredt, membre de la Division des sciences de la vie à la NASA, estime, lui, que ce système est à la fois trop grand pour intéresser l'agence spatiale, et trop petit pour être viable sur une autre planète. L'océan ne peut y stabiliser le climat et la composition de l'air pose un réel problème. Par contre, quelques-unes de ses technologies, comme les systèmes d'épuration de l'eau et de l'air, intéresseront beaucoup de monde.

Du seul point de vue terrestre, Biosphère II devrait permettre de mieux comprendre les relations entre les systèmes biologiques, faune et flore, et l'environnement, et il pourrait offrir de nouvelles données sur l'effet de serre et la désertification.

Puis, il est frappant que cette masse de science finisse aussi par être poétique.

**Isabelle Bourdial**

## **LE POISON DES MORTS-VIVANTS**

(suite de la page 58)

que les occidentaux ne pratiquent pas l'enterrement préliminaire et n'utilisent pas la tétrodotoxine.

Les objections psychiatriques sont elles aussi sérieuses. Certaines formes de psychoses, groupées sous l'appellation de schizophrénie, provoquent des crises de catatonie plus ou moins durables. Le malade, alors, reste absolument immobile, le visage figé, absent ; il accepte passivement, comme un automate, la position qu'on peut lui imposer, et la garde pendant des heures (équilibre sur un pied par exemple). Parfois cette catatonie prend une forme cataleptique, les chairs du sujet prenant une consistance flasque très particulière, donnant alors au malade un aspect de mort apparente (toutefois, dans les pays occidentaux où la chimiothérapie est utilisée, on ne voit plus jamais de ces états).

Un gros choc émotionnel peut faire sortir spontanément le catatonique de son état ; et l'expérience de l'inhumation pourrait bien représenter un de ces chocs ! Mais, quand la crise catatonique s'estompe, le malade court tous les risques de retomber dans un état d'aliénation, c'est-à-dire d'absence à lui-même et à ce qui l'entoure. Il erre "de l'autre côté du miroir." Et cela ressemble certes à l'état des zombis observés par Davis. D'autant plus que, lorsque les catatoniques parlent, au sortir de leur crise, ils rapportent tout ce qui a été dit ou fait autour d'eux, alors qu'ils semblaient totalement enfermés dans leur monde inaccessible. Cela évoque évidemment la conscience de ce qui se passait pendant son enterrement, telle que l'a rapportée Clairvius.

Les critiques de Davis disent encore que la révolte des zombis évoquée par Narcisse ne correspond pas à la définition de cet état de passivité totale. Alors que la schizophrénie est un état qui subit spontanément des variations, entrecoupant les phases de passivité et inhibition, d'épisodes de violence. On peut même observer des rémissions spontanées entre les moments de psychose active. La description des zombis qui "errent" autour de leurs villages, évoque irrésistiblement le comportement des aliénés... Or bien qu'on ne sache pas encore avec certitude ce qui provoque la schizophrénie, il semble bien que la tétrodotoxine n'y soit pour rien. Les zombis ne seraient donc que des schizophrènes. Mais comment les sorciers déclenchaient-ils la maladie ? On se retrouve là à la case "départ".

Le dossier actuel ne permet donc pas de prendre parti, même si les rapports de Davis demeurent passionnantes et donnent à réfléchir. Mais, contrairement à la conclusion de W. Booth dans l'article qu'il a consacré à cette polémique dans la revue *Science*, le mystère des zombis n'est plus entier.

**Dr Jacqueline Renaud**

# **Voici mon secret pour parler avec aisance... ... et faire passer mes idées**

**A**yant à prendre la parole le lendemain devant le directoire de ma société, j'étais obsédé par la peur d'être ridicule ou de ne plus savoir quoi dire.

Me rendant chez mon dentiste, je découvre par hasard dans sa salle d'attente une brochure : «Sachez vous exprimer sans complexes en toutes circonstances». Distraitemment, je commence à lire, sans savoir que ce dossier allait bouleverser ma vie et faire de moi un orateur professionnel.

J'y ai découvert l'origine de mes «blocages», comment les surmonter, comment me libérer des signes extérieurs du trac : rougeurs, balbutiements, respiration courte, trous de mémoire, cœur qui bat la chamade, et transpiration excessive.

Ce dossier m'a donné toutes les clefs de la confiance en soi.

Depuis, si j'ai réussi dans les affaires, et si je suis souvent sollicité comme orateur (vous m'avez sans doute déjà vu à la télévision), c'est en grande partie grâce à cette méthode, l'E.L.S.

Si vous voulez, vous aussi, changer votre vie, demandez de ma part aux Editions Godefroy, leur dossier d'information : «Sachez vous exprimer sans complexes en toutes circonstances». Actuellement elles l'expédient gratuitement à tous ceux qui en font la demande.

Thierry de Foichaings



### **BON POUR UN PETIT LIVRE GRATUIT**

à retourner à : E.C.H.G., B.P. 94  
60505 Chantilly Cedex

Sans engagement, envoyez-moi vite votre dossier d'information :

«Sachez vous exprimer sans complexes en toutes circonstances». C'est gratuit, et aucun démarcheur ne me rendra visite.

Nom .....

Prénom .....

Adresse .....

Code .....

Ville .....

DG06/SV271

## LES MAUVAIS GÈNES ÉTOUFFÉS DANS L'ŒUF

(suite de la page 77)

pe ou du Sida, on utilise un anti-ARN. Là aussi, la méthode a été utilisée avec succès *in vitro*, sur différentes souches de virus de la grippe. On l'a également expérimentée sur le virus du Sida avec des résultats encourageants. Cependant, l'efficacité des anti-ARN sur le virus du Sida s'est révélée moins qu'on l'espérait ; mais on sait pourquoi : la conformation en pelote de l'ARN de ce virus fait que, fréquemment, le brin se replie lui-même, empêchant l'anti-ARN de s'y fixer pour le neutraliser. Il reste cependant suffisamment d'espaces libres pour que l'anti-ARN puisse trouver à se loger.

Pour que la séquence de "masquage" (anti-ADN, anti-ARN ou anti-ARNm) adhère bien à sa séquence complémentaire une fois qu'elle l'a reconnue, les chercheurs ont eu l'idée de lui fixer une molécule d'acridine, substance dérivée d'un agent anti-parasitaire, la quinacrine, et qui possède la précieuse propriété de s'insérer entre les barreaux de l'échelle d'ADN (ou d'ARN). Ils ont constaté accessoirement que l'acridine facilitait la pénétration de la séquence de masquage à travers la paroi cellulaire. D'ailleurs c'est en associant les "ciseaux" moléculaires à cette même acridine qu'on les aide à pénétrer dans les cellules dont on veut couper l'ADN, l'ARN ou l'ARNm. Quant au fonctionnement des "ciseaux" eux-mêmes, un nouvel espoir est permis : l'ARN viral pourra être sectionné avec des ribozymes (à ne pas confondre avec les ribosomes dont il est question plus haut), eux-mêmes constitués d'ARN. En 1981, des chercheurs américains avaient soupçonné que l'ARN pouvait être doué d'une activité enzymatique propre. Des chercheurs australiens viennent de montrer que cette propriété lui fait couper de lui-même l'ADN ou l'ARN sur lequel il se fixe (*Nature*, 18 août 1988). Ces ribozymes n'ont donc pas besoin d'activateur extérieur pour opérer, et pourraient constituer l'arme idéale contre ces virus : dès que l'anti-ARN arrive à destination sur l'ARN viral, la coupure se fait toute seule.

Après le contenu des séquences de masquage, leur longueur, leur capacité de pénétration, les "ciseaux" à leur adjoindre et le moyen de faire fonctionner ceux-ci, il restait un dernier problème à résoudre, celui de la dégradation de ces substances par les enzymes cellulaires. C'est chose faite : les chercheurs viennent de trouver le moyen d'en préserver l'intégrité jusqu'à ce qu'ils opèrent leurs effets.

Il est permis d'espérer que les études expérimentales actuellement en cours permettront de fournir une base rationnelle pour le développement de nouvelles substances pourvues d'activité antivirale, antitumorale ou antiparasitaire spécifiques.

Pierre Rossion

## UN MOTEUR MICROSCOPIQUE

(suite de la page 130)

Les ingénieurs ont tiré profit du fait que les attractions et répulsions, étant immatérielles, se soucient peu de la taille des composants. Toutefois, la mise au point de ce minuscule moteur électrostatique pose à ses inventeurs de nouveaux problèmes, aucun engin n'ayant jamais été construit à ces dimensions.

Il reste en effet à réduire l'usure et le frottement dans ces toutes nouvelles machines. Comme le dit Hazelrigg, de Berkeley, on ne sait même pas encore la signification exacte du mot frottement quand on descend à cette échelle ; toutes les lois de la mécanique — et du graissage — restent à découvrir sur ces engins qui pourraient se promener au milieu des bactéries.

Reste une question importante : au-delà du record, à quoi pourront servir ces moteurs ? En fait, il semble qu'il y ait déjà beaucoup d'applications potentielles en médecine et dans l'industrie, d'autant plus qu'on a créé en même temps des ressorts, des leviers, des axes et des cliquets de dimensions comparables ; c'est tout un ensemble de micromécanique qui va être disponible, le processeur en étant le cerveau et le moteur électrostatique le muscle.

On pourra ainsi fabriquer des ciseaux ou même des scies circulaires qui serviront aux plus délicates opérations de microchirurgie, par exemple découper quelques cellules mortes dans la rétine ou sur une terminaison nerveuse. D'autres micromachines pourront se promener dans les artères ou les vaisseaux sanguins pour enlever les dépôts de graisse. On pourra faire aussi des pilules intelligentes, à planter ou à avaler, qui débiteront au bon moment, grâce à des valves microscopiques, la dose exacte de médicament.

Dans l'industrie, les ingénieurs voient déjà des pompes logeables dans les puces pour faire circuler un liquide de refroidissement — l'échauffement des circuits intégrés est en effet un gros problème sur certains ordinateurs à très grande puissance. Des micromachines seraient également fort utiles pour certains travaux qui réclament une précision extrême comme l'alignement de diodes lasers, de cellules photoélectriques et de fibres optiques dans l'industrie des télécommunications.

Enfin, les instruments embarqués à bord des satellites et des sondes spatiales, où le poids et la place sont toujours mesurés, pourront tirer parti de ces ensembles de micromécanique. En particulier, il sera possible de mettre beaucoup plus de capteurs, détecteurs et autres senseurs dans les capsules destinées à atterrir sur les planètes, avec l'énorme avantage que tous ces appareils pourront être mobiles et autonomes grâce au moteur microbique.

Renaud de La Taille

## Informations commerciales

**TÉLÉTHON 88,**  
un défi pour l'AFM

4 et 5 décembre 1987, un véritable raz de marée déferle sur la France. Pendant 28 heures, le pays tout entier vibre à l'unisson autour des écrans de télévision. 1 million de donateurs, 200 millions de francs. C'est le premier Téléthon Français.

Les 2 et 3 décembre prochains, l'AFM s'oblige elle-même à faire mieux. Elle place la barre plus haut : encore plus de fonds récoltés, une prise de conscience et une mobilisation des Français encore plus forte.

Les 2 et 3 décembre, vous allez participer à la plus grande fête de l'espoir de l'année.

Vous allez soutenir le plus important projet de lutte contre les maladies neuro-musculaires qui ait été conçu jusqu'ici.

Vous allez contribuer avec nous à changer l'attitude de la société à l'égard du handicap.

Enfin, plus important que tout, vous allez aider à rallumer dans les yeux de dizaines de milliers d'enfants et d'adultes la flamme d'espoir et de vie qui allait s'éteindre.

Il faut que force reste à la vie !

**AFM**

**Association Française contre les Myopathies**  
13, place de Rungis - 75013 Paris  
Tél. (1) 45 65 13 00

### MOBIL ET YOUNG & RUBICAM

#### S'ATTAQUENT AUX IDÉES TOUTES FAITES

Vous pensez que tous les carburants se valent ? Comme 82% des automobilistes français vous vous trompez !

En fait, avec certains carburants, plus vous roulez, plus vous encrassez votre moteur.

C'est pourquoi Mobil a, le premier lancé deux carburants additifs : le Super et le Gazole Double Action.

#### UNE PREMIÈRE CAMPAGNE EFFICACE

Fin 87, une première campagne publicitaire sur le thème "Roulez, décrassez" sensibilisait les automobilistes au problème de l'encrassement des moteurs.

L'opinion des automobilistes évoluait immédiatement, et favorablement : deux études menées à 6 mois d'intervalle, indiquaient que la proportion d'automobilistes jugeant tous les carburants équivalents était passée de 86% avant la campagne Mobil, à 82% après, au bénéfice de la marque MOBIL, qui est désormais perçue comme la marque de carburants la meilleure pour la propétéd du moteur.

#### MOBIL PREND DE L'AVANCE

Face à la concurrence axée sur l'offre prix, Mobil anticipe l'évolution du marché et intensifie son effort pour promouvoir la supériorité de qualité de ses carburants avec une nouvelle campagne signée Young & Rubicam sur le thème "Roulez, Décrassez". Cette campagne qui a débuté en télévision se poursuit en presse magazine et met en scène le "O" rouge de MOBIL, élément d'identification des carburants Double Action.

Il sera décliné sur un important dispositif réalisé par CATO JOHNSON, qui prolongera l'action publicitaire en stations, et sur une fiche technique intitulée "Tout savoir sur les carburants additifs Mobil" disponible en stations, qui complètera l'information des automobilistes.

**La clé de l'Avenir d'un grand laboratoire pharmaceutique français (3.500 personnes).**

## Informatique de recherche

Nous vous proposons le poste de **coordinateur de l'informatique scientifique**.

Vous êtes un concepteur, mais aussi un organisateur qui communique et dialogue pour mieux adapter et développer des systèmes.

Vous êtes Ingénieur Grande école avec une expérience de 5 ans minimum dans la conception et le développement de systèmes informatiques, acquise en conseil ou dans une grande entreprise.

Votre mission prioritaire sera l'élaboration d'un schéma Directeur de Recherche et de Développement.

Vous devrez assurer ensuite la coordination des études de plusieurs centres de Recherche en France et à l'étranger, en liaison avec les équipes locales.

Merci de nous adresser lettre manuscrite + CV + photo sous référence 38827 à Média System, 6/8 Impasse des Deux Cousins 75849 Paris Cedex 17, qui transmettra.

MEDIA-SYSTEM

## Devenez Explorateur du Ciel, Grand Voyageur de l'Univers.

De la lunette astronomique sur monture azimutale pour bien débuter, pour apprendre le ciel, au télescope sur monture équatoriale stable et précise pour aller plus loin dans vos observations, en passant par les fabuleux télescopes Schmidt Cassegrain CELESTRON qui allient puissance, excellence optique et facilité d'utilisation avec les nouvelles versions Computerstar assistées par ordinateur, tous nos instruments n'ont qu'un but : vous faire découvrir les merveilles du ciel, les observer, les photographier.

Demandez notre nouveau catalogue PERL ASTRONOMIE. Plus de 100 pages regroupant tous les instruments d'astronomie que nous proposons, tous les accessoires pouvant les compléter et tout un ensemble d'autres sujets traités : la qualité des optiques, l'astrophotographie, l'utilisation de la monture azimutale ou équatoriale, la mise en station, le dessin, les planétariums, les coupoles d'observatoires, etc.

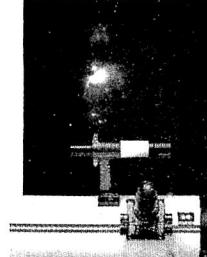
Expédition d'un catalogue PERL Astronomie contre envoi de ce bon accompagné d'un règlement de 35 F + 15 F participation frais de port, par chèque C.C.P. mandat-livre ou timbres postaux à : MEDAS S.A. 5, avenue P. Dourmer. B.P. 181. 03206 VICHY Cedex.

NOM : \_\_\_\_\_

ADRESSE : \_\_\_\_\_

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

### CATALOGUE PERL



## PÉTROLE : APRÈS LE FORAGE LE DRAINAGE

(suite de la page 126)

Dans un puits normal, même en début d'exploitation, on ne récupère jamais un pétrole pur, mais un mélange d'huile et d'eau dans des proportions variables selon les sites. Au fur et à mesure de l'exploitation, la pression de l'eau sous-jacente écarte l'huile plus légère et prend de plus en plus sa place. D'où la nécessité d'effectuer plusieurs forages pour exploiter un même gisement.

Au contraire, le puits horizontal, qui ne perce pas le gisement de haut en bas mais s'établit longitudinalement à sa partie supérieure, ne sera envahi par l'eau que bien plus tard, après avoir recueilli le maximum de brut pur.

Un forage horizontal coûte une fois et demie plus cher qu'un forage vertical, mais son potentiel de production est trente fois supérieur (selon les chiffres de la société Elf), car on arrive par cette technique à extraire une part beaucoup plus grande des réserves contenues dans un gisement. Celui de Rospo Mare produit 3 500 m<sup>3</sup> de brut par jour depuis le 1er janvier 1988, dont 3 000 m<sup>3</sup> proviennent de six puits horizontaux et les 500 m<sup>3</sup> restants de trois puits verticaux ou déviés.

**Dernier avantage**, et non des moindres, la technique du forage horizontal permettra d'aller chercher le pétrole qui gît à la verticale de lieux où il n'est guère possible de forer, comme on l'envisage aujourd'hui pour Paris.

Laurent Douek

## PHOTOGRAPHES ET ILLUSTRATEURS

(Les crédits sont indiqués page par page, de gauche à droite et de haut en bas).

P. 2 : Kodak - O. Nauze - Gamma ; p. 3 : Lanceau/Nature - Y. Delaive - P. Perrin/Sygma ; p. 20/21/22/23/24/25 : J. Bellanger ; p. 26/27 : Francolon/Gamma ; p. 28/29/30/31 : C. Lacroix ; p. 32/33 : Y. Delaive ; p. 38/39/40/41 : P. Menzel/Wheeler-Cosmos ; p. 42/43 : C. Jégou ; p. 44/45 : P. Menzel/Wheeler-Cosmos ; p. 46/47 : C. Jégou ; p. 50/51 : O. Nauze ; p. 52/53 : M. Jiausserand - D. Ruc/Ana ; p. 54 : Aucante/Nature ; p. 55 : H. Chaumeton/Nature/Armstrong/Zefa ; p. 62 : A. Ernoult ; p. 64/65 : Chromogène - Dao ; p. 67 : Tempsport ; p. 68 : Bulloz ; p. 71 : A. Louched ; p. 74 : INSERM ; p. 75/76/77 : M. Dehokly ; p. 80/81 : P. Summ/Jacana - F. Meunier ; p. 82 : F. Meunier - H. Chaumeton/Nature ; p. 83 : F. Meunier - H. Chaumeton/Nature ; p. 84/85 : Nature ; p. 86 : F. Gohier/Jacana ; p. 87 : J.-P. Varin/Jacana - M. Danegger/Jacana ; p. 95 : M. Dehokly ; p. 97 : D.R. ; p. 100/101 : Advanced Polymer Systems ; p. 102/103/104/105/106/107 : M. Dehokly ; p. 109 : Alza ; p. 111 : M. Dehokly ; p. 113 : Alza ; p. 116/117 : CNRI - Deckar/Zefa ; p. 119/120/121 : G. Delipit ; p. 125 : I. Correia ; p. 126 : L. Douek ; p. 128/129 : L. Douek - University of California ; p. 130 : AT & T Bell Lab ; p. 133/135/136 : N. Papamiltiades ; p. 137 : D.R. - N. Papamiltiades ; p. 139 : N. Papamiltiades ; p. 141 : R. Sabatier ; p. 142/143 : H.-P. Penel ; p. 145/146/147 : A. Kovaleff ; p. 150/151 : Kodak ; p. 156/157 : Serre ; p. 158/159 : M. Toscas/Gal. 27 - Ed. Gallimard ; p. 161 : J. Unger ; p. 163 : M. Toscas/Gal. 27 ; p. 164/165/166/167/168 : M. Roux-Saget ; p. 169/170 : M. Toscas/Gal. 27 ; p. 178/179 : T. Morin - D.R.

## LA TÉLÉCOMMANDE OUVRIRA LES PORTES DE DEMAIN

(suite de la page 143)

Les premiers dispositifs de ce genre ont été des systèmes antivol pour voitures. Le fait d'appuyer sur l'une ou l'autre touche d'un "porte-clé télécommande" avait pour effet d'enclencher ou de désactiver le mécanisme de surveillance. Plusieurs constructeurs virent dans ce gadget un bon attrape-client et étendirent son usage directement au verrouillage automatique des portières. Le procédé fonctionnait parfaitement pour le propriétaire du porte-clé magique ; hélas, il pouvait très bien fonctionner pour d'autres. Ainsi, il suffisait de pianoter assez longtemps sur une simple télécommande de téléviseur pour réussir à ouvrir la voiture.

Forts de cette expérience, et profitant des possibilités sophistiquées de transmission qu'offre actuellement la technique infrarouge, les industriels ont fait évoluer leur matériel. Deux exemples : Thomson et Renault.

Le premier, pour la fermeture des portières d'automobiles, a adopté un codage qui rappelle l'alphabet morse. L'émetteur porte-clé envoie une série d'impulsions de longueurs variables. Le récepteur analyse la durée de chacune de ces impulsions et leur ordre de succession. Vu le nombre de combinaisons possibles, il est tout à fait improbable que deux voitures stationnées côté à côté répondent au même code. Et pour quelqu'un armé de mauvaises intentions, retrouver le code, même avec un récepteur supérieurement bricolé, est un jeu de hasard où les chances de gagner sont encore plus mince qu'au Loto.

Thomson, avec son dispositif antivol Sécuriscan pour la sécurité des habitations (\*), est allé encore plus loin dans la recherche d'un mode de codage ultra-confidentiel. Son faisceau infrarouge est modulé simultanément en amplitude et en fréquence. Rappelons que la modulation consiste à faire varier l'une des caractéristiques — amplitude, intensité, fréquence, phase — d'un courant électrique ou, comme c'est le cas ici, d'une oscillation. Chaque émetteur porte-clé possède en mémoire son code numérique spécifique, dont le récepteur analyse la configuration et vérifie l'authenticité. Le procédé de double modulation rend très difficile la contrefaçon du codage.

Reste qu'en matière de sécurité, aucune méthode, aussi savante soit-elle, n'est à 100 % infaillible. La connaissance des techniques avancées est aujourd'hui suffisamment répandue dans le public pour rendre perméable à beaucoup de gens mal intentionnés tout dispositif dont la sécurité repose uniquement sur les arcanes de l'électronique.

Henri-Pierre Penel

(4) Voir *Science & Vie* n° 834.

Protéger les terres de France, c'est avant tout faire appel à des hommes et des femmes de qualité pour défendre la nation.

# VIVRE FORT

L'Armée de Terre, c'est un style de vie pour être performant, un rôle actif pour être présent, une évolution au cœur des technologies pour être efficace. Pour vivre fort.



Date limite d'inscription  
au concours de l'E.N.S.O.A.  
le 31 Décembre 1988

L'Ecole Nationale des Sous-Officiers d'Active (E.N.S.O.A.):  
la filière des cadres spécialistes de l'Armée de Terre.  
L'Ecole de Saint-Maixent est ouverte aux bacheliers. 6 mois  
de formation, suivis d'une spécialisation en Ecole d'Arme,  
sont dispensés aux futurs sous-officiers en fonction de leur  
choix.  
Sous-officier, un style de vie tourné tout entier vers la mis-  
sion de défense, une façon d'être responsable, impliqué,  
pour réussir de toutes vos forces.



**ARMEE DE TERRE**

**D E T O U T E S N O S F O R C E S**

Nom \_\_\_\_\_ Niveau d'Études \_\_\_\_\_

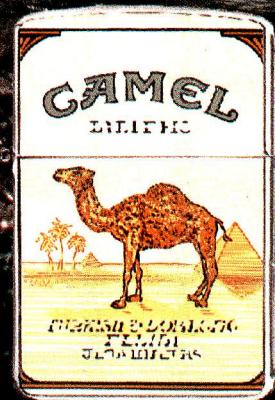
Prénom \_\_\_\_\_ Adresse \_\_\_\_\_

Age \_\_\_\_\_ Service National effectué OUI  NON

Pour obtenir une documentation sur les carrières de l'Armée de Terre, envoyez ce coupon-réponse au SIRPA TERRE, SV 5  
231, boulevard Saint-Germain 75007 PARIS.

# CAMEL

## BRIQUET



BRIQUET TEMPÉTE RECHARGEABLE, FABRIQUÉ PAR ZIPPO, USA.