

SCIENCE & VIE

MENSUEL

N° 829 OCTOBRE 1986

ISSN 0036 8369

L'USINE À CELLULES HUMAINES



**DÉSARMEMENT :
LES TRICHEURS DÉMASQUÉS**

16 F

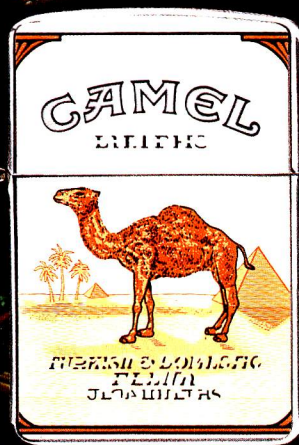
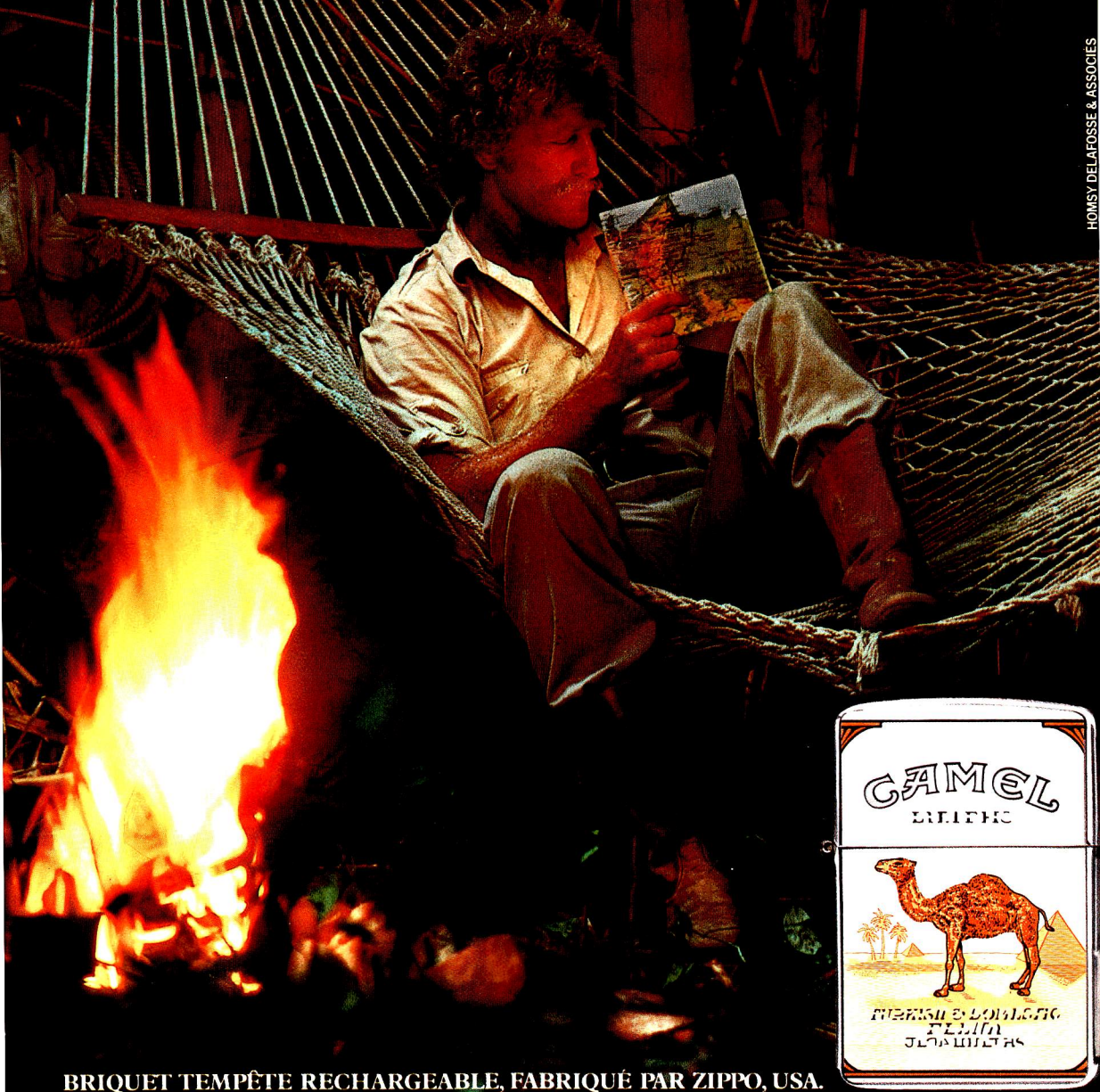
N° 829

| | |
|----------|----------|
| SUISSE | 5 FS |
| CANADA | \$2,95 |
| BELGIQUE | 110 FB |
| ESPAGNE | 450 Ptas |
| MAROC | 17 Dh |
| TUNISIE | 2,09 DT |

DETOKY

CAMEL

BRIQUETS



BRIQUET TEMPÊTE RECHARGEABLE, FABRIQUÉ PAR ZIPPO, USA.

SCIENCE & VIE

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. 45 63 01 02
Principaux associés : JACQUES DUPUY, YVELINE DUPUY, PAUL DUPUY

• DIRECTION, ADMINISTRATION

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

• REDACTION

Rédacteur en Chef : PHILIPPE COUSIN
Rédacteur en Chef Adjoint : GERALD MESSADIE
Chef des Informations.
Rédacteur en Chef Adjoint : JEAN-RENE GERMAIN
Rédacteur en Chef Adjoint : GERARD MORICE
Secrétaire Général de Rédaction : ELIAS AWAD
Secrétaires de Rédaction : DOMINIQUE LAURENT, FRANÇOISE SERGENT
Rédacteurs : MICHEL EBERHARDT, RENAUD DE LA TAILLE, ALEXANDRE DOROZYNSKI, PIERRE ROSSION, JACQUES MARSAULT, FRANÇOISE HARROIS-MONIN, SVEN ORTOLI, JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR, MARIE-LAURE MOINET, OLIVIER POSTEL-VINAY, ANNY DE LALEU, ROGER BELLONE, JEAN-MICHEL BADER

• ILLUSTRATION

ANNE LEVY intérim : CARLIJN FOURNIER
Photographe : MILTOS TOSCAS

• DOCUMENTATION

CATHERINE MONTARON

• CONCEPTION GRAPHIQUE

TOTEMA, ANTONIO BELLAVITA

• MAQUETTE

CHRISTINE VAN DAELE Assistant : LIONEL CROOSON

• CORRESPONDANTS

New York : SHEILA KRAFT, 115 East 9 Street - NY 10003 - USA
Science & Vie + Hors Série available monthly at International Messengers inc. 3054 Mecom Bldg. 10 Houston Texas 77032.
Tél. : (713) 443 21 60. Subscription price is \$ 62,50 for one year.
Second class postage paid at Houston.
Londres : LOUIS BLONCOURT, 16, Marlborough Crescent, London W 4, 1 HF
Tokyo : MARIE PARRA-ALEDO - The Daily Yomiuri 1-7-1 Otemachi Chyoda-Ku, Tokyo 100

• SERVICES COMMERCIAUX

Marketing - Développement : ROGER GOLDBERGER
Abonnements : SUSAN TROMEUR
Assistée de : CHRISTIANE HANNEDOUCHE
Vente au numéro : BERNARD HERAUD
Assistée de : MARIE CRIBIER
Belgique : A.M.P. 1, rue de la Petite-Isle 10.70 Bruxelles

• RELATIONS EXTERIEURES

MICHELE HILLING
Assistée de : ANITA LJUNG

• EXPORTUNITES

GHISLAINE DICHY - Tél. 42.25.53.00

• PUBLICITE

Excelsior publicité - INTERDECO
67, Champs-Élysées 75008 Paris - Tél. : 42.25.53.00
Directeur de la publicité : DIDIER CHAGNAS
Chefs de publicité : FRANÇOISE CHATEAU
GHISLAINE DICHY
Adresse télégraphique : SIENNVIE PARIS
Numéro de commission paritaire : 57284

• A NOS LECTEURS

• Courrier et renseignements : MONIQUE VOGT

A NOS ABONNÉS

Pour toute correspondance relative à votre abonnement, envoyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi. Changements d'adresse : veuillez joindre à votre correspondance 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

CE NUMÉRO DE SCIENCE & VIE A ÉTÉ TIRÉ À 422 500 EXEMPLAIRES



ABONNEZ-VOUS A

SCIENCE & VIE

ETRANGER :

BENELUX 1 an simple

1 200 FB - 1 an couplé 1 650 FB

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

CANADA 1 an simple 35 \$ Can. - 1 an couplé 50 \$ Can.

PERIODICA Inc. C.P. 444. Outremont, P.Q. CANADA H2V 4R6.

SUISSE 1 an simple 55 FS - 1 an couplé 80 FS

NAVILLE ET CIE, 5-7, rue Levrier, 1211 GENEVE 1.

USA 1 an couplé 62.50 \$

International Messengers Inc. P.O. Box 60326 Houston - Texas 77205

AUTRES PAYS 1 an simple 250 F. - 1 an couplé 320 F.

Commande à adresser directement à SCIENCE & VIE.

Recommandé et par avion nous consulter.

1 AN - 12 Numéros

176 F 2 ans : 330 F

1 AN - 12 Numéros

+ 4 Hors Série

230 F 2 ans : 445 F

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.....

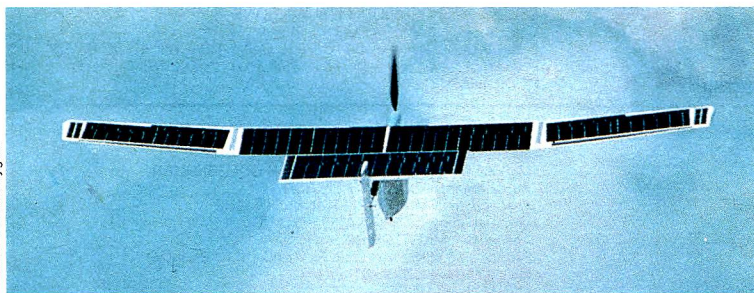
Ville.....

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.

SV 829



S O M M A

SAVOIR

Forum

D'après des chercheurs français, les moustiques pourraient transmettre le SIDA. Une hypothèse contestée par la plupart des spécialistes. p. 71



Photo A. et J. Six

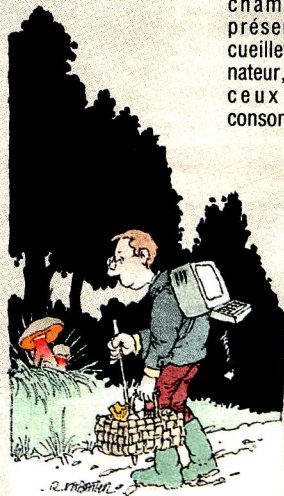
| | |
|--|----|
| Essais nucléaires : le détecteur de mensonge des géophysiciens | 6 |
| <i>Sven Ortoli</i> | 16 |
| Tchernobyl (suite) : l'iode s'en va, le césium reste | 28 |
| <i>Jacqueline Denis-Lempereur</i> | 36 |
| Le vrai coût d'un accident nucléaire | 41 |
| <i>Françoise Harrois-Monin</i> | 50 |
| La civilisation solaire | 56 |
| <i>Antoine Labeyrie</i> | 62 |
| La Lune, fille de notre Terre | 71 |
| <i>Anna Alter</i> | 74 |
| Des atomes piégés dans la lumière | 81 |
| <i>Sven Ortoli</i> | 88 |
| Cellules humaines fabriquées à l'usine | 92 |
| <i>Alexandre Dorozynski et Jean-Michel Bader</i> | 99 |
| Le moustique vecteur du sida ? | |
| <i>Yves Houllaves</i> | |
| Que s'est-il passé au Cameroun ? | |
| <i>Michel Rouzé</i> | |
| Criquets : en France aussi ! | |
| <i>Louis-Paul Delplanque et Michèle Roux-Saget</i> | |
| Le radeau des cimes | |
| <i>Pierre Rossion</i> | |
| Notre concours : gagnez un voyage en Antarctique | |
| <i>Echos de la recherche</i> | |
| <i>Dirigés par Gerald Messadié</i> | |

POUVOIR

| | |
|----------------------------------|-----|
| L'ANVAR du décor | 106 |
| <i>Gérard Morice</i> | |
| L'écopier noté par la machine | 114 |
| <i>Bernard Desprez</i> | |
| Echos de l'industrie | 117 |
| <i>Dirigés par Gérard Morice</i> | |
| Des marchés à saisir | 122 |

Encart Time Life, paginé I à IV entre les pages 96 et 97

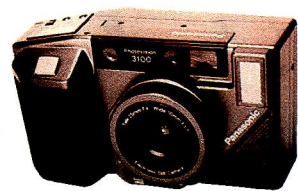
Amateurs de champignons, présentez votre cueillette à l'ordinateur, il vous dira ceux qui sont consommables. p. 126



Dessin R. Sabatier

Couverture :
dessin M. Dehoky

Science & Vie
N° 829
OCTOBRE 1986



Le marché de la photo vient d'accoucher de nouveaux produits comme ce premier compact de photo magnétique de Panasonic. p. 130

I R E

UTILISER


-  **L'immigrant clandestin**
Eric Joly **124**
- Les champignons identifiés par ordinateur**
Jacques Lebbe **126**
- Photokina 86 : le mariage discret de la photo et de la vidéo**
Roger Bellone **130**
- Les machines à écrire portatives s'informatisent**
Laurent Douek **136**
- Les jeux**
Yves Delaies, Daniel Ferro, Renaud de La Taille, Henri-Pierre Penel **142**
- Science & Vie**
al pour vous **158**
- Echos de la vie pratique**
Dirigés par Roger Bellone **164**



Photo G. Ebersolt

Une partie de la faune et de la flore de l'Amazonie nous est inconnue, vivant en haut des arbres. Grâce à ce "radeau des cimes", une équipe de chercheurs va se poser sur leurs sommets pour les examiner. *Science & Vie* fait le bilan des préparatifs.

p. 88



Photo R. Guillard/E.P.F.

La date limite de notre concours (voir *Science & Vie* n° 828) est reportée au 15 novembre. Ci-contre, une vue de la base Dumont d'Urville. Contrairement aux apparences, nos heureux gagnants bénéficieront de tout le confort souhaitable.

p. 92

DEPASSE



C 0664 PHOTO CHESNET/MAG. E&K

© PUBLICIS

88 ch DIN. Avec le Turbo, le Diesel change de rythme. Superbe mécanique en alliance avec le Diesel, elle ne manque ni de puissance, ni de brio. Alors attention: ce Diesel-là pourrait bien vous entraîner à dépasser 177 km/heure sur circuit. Entrez dans le monde du silence! Pure, lisse, fluide... La Renault 21 Turbo Diesel vous offre l'air sans turbulence. En quelques tours de roues, vous avez compris. Le plaisir est au rendez-vous. Vous êtes libre. Libre de dépasser le vent. Modèle présenté Renault 21 Turbo Diesel 107900. Millésime 87. (Peinture métallisée en option). Consommations normes UTAC: 5,0 L à 90 km/h. Corrosion 5 ans sur tous les véhicules millésime 87. DIAC votre financement. **RENAULT** recommande **elf**.

RENAULT 21 TURBO DIESEL

R LEVENT.



léger de 2068 cm³, ce 2 litres ne
les allures prohibées par la loi:
Turbo Diesel, grâce à son CX exceptionnel, glisse dans
ous. Vous êtes à bord d'une Renault 21 Turbo Diesel.
Renault 21 à partir de 70 800 F, prix au 01/07/86.
7 L à 120 km/h, 8,3 L en cycle urbain. Garantie anti-



LIBERTE INTENSE.

FORUM

Les ondes de la mauvaise humeur

Nous avons reçu de l'Association internationale d'irradiation industrielle une lettre inspirée par la mauvaise humeur et, par ailleurs, injurieuse, au sujet de notre information du N° 826, p. 59. L'auteur nous prie de la publier au lieu et place où l'information est parue : nous n'en ferons strictement rien, parce que cette Association n'ayant pas été mise en cause, elle n'a pas de droit de réponse légal.

Nous informerons toutefois nos lecteurs des points essentiels de notre correspondant.

- Il nous est reproché d'utiliser le terme "stérilisation". Le Larousse définit celle-ci comme la destruction des microbes dans un milieu. Notre correspondant parle de destruction des parasites et de "décontamination" microbienne : c'est la même chose : nous maintiendrons donc stérilisation.

- Notre correspondant, nous cherchant querelle sur le point de la trichinose du porc, déclare que « la viande de cheval ne supporte pas la congélation », seul procédé industriel aujourd'hui capable de résoudre ce problème. L'allusion fait référence à l'intoxication survenue l'été 85 avec de la viande de cheval (hôte inhabituel) importée. Des meilleurs contrôles d'information sur le rôle de la cuisson des viandes ne feraient-ils pas aussi bien l'affaire que l'irradiation ?

- « Les auteurs », poursuit notre correspondant, « écrivent que depuis 25 ans le problème de l'irradiation alimentaire reste entier. Le problème est résolu depuis 25 ans. Tout le monde attend le bon vouloir des autorités pour obtenir des autorisations. L'ignorance et la routine sont les deux ennemis que l'on rencontre dans toute innovation. » Nous relevons ici une accusation implicite : de-

puis 25 ans, les experts du gouvernement français seraient donc des ignorants et des routiniers, selon l'Association internationale d'irradiation industrielle. Il nous semble, à nous, qu'ils sont justement prudents.

- A propos de la sécurité des installations pour les travailleurs, notre correspondant assure que l'irradiation alimentaire « est une des rares industries où les règles de sécurité, les contrôles se sont développés en même temps que leur réalisation ». C'est heureux ! Et nous connaissons ces règles, d'ailleurs décrites dans *Science & Vie* (n° 795, "Les aliments irradiés"), avec une objectivité et une exactitude non contestées jusqu'à ce jour... Reste que les sources de radioactivité vont se multiplier et se disperser sur le territoire, aussi surveillées soient-elles. D'où notre réserve.

- Bien évidemment, on en arrive au point crucial : la non-toxicité des aliments irradiés. Notre correspondant avance que les faits invitant à la réserve, que nous avons cités, ont été infirmés.

Tel n'est pas notre avis pour toutes les études indiquant des effets contraires des aliments irradiés. Il nous paraît au moins curieux de prétendre que les anomalies des reins et des testicules de rats nourris avec des aliments irradiés étaient dues au fait que « l'alimentation était très riche en protéines, ce qui a stressé les rats et spécialement le système rénal. » Depuis quand donc un régime riche en protéines "stresse"-t-il le système reproducteur des rats ?

- Enfin, notre correspondant fait tout un discours sur le fait que nous avons traduit *pico-onde*, littéralement "pico-onde", par "pico-radié" et nous accuse de ne pas

savoir ce que sont les pico-ondes, ce dont nous le remercions vivement. Nous avons choisi un équivalent, ce qui est notre droit absolu, car il s'agit bien d'irradiation, comme l'indique le sujet. Le terme "pico-onde" ou "traité par pico-ondes" est un euphémisme.

Pilotes : les salaires de la peur

Le commandant Cantalloube, secrétaire général du Syndicat national des pilotes de ligne, nous écrit :

« J'ai énormément apprécié votre article d'août 1986 sur les pilotes de *Canadair*. Ayant moi-même longtemps volé dans les vallées surchauffées des djebels sud-méditerranéens avec de lourdes charges sous les ailes des avions épuisés que la nation mettait chichement à notre disposition, je comprends d'autant mieux la difficulté de leur métier et je leur ai manifesté l'estime que leur portent les pilotes de ligne.

» Mais pourquoi diantre gâcher cette bonne impression par l'encadré pavlovien sur le salaire des pilotes d'Air France, en bas de la page 160.

» Vous avez, au même titre que certains de vos confrères, été pavlovisés par la littérature de gare mais aussi par les énormes moyens d'amicale conviction des compagnies aériennes (pages de publicité, voyages d'"études" aux Antilles ou ailleurs, etc.).

» Etant des scientifiques, vous savez bien qu'un niveau de salaire n'est lié en rien :

— ni à la pénibilité, sinon l'homme le mieux payé de France serait mineur de Lorraine

— ni à la salubrité, sinon l'homme le mieux payé de France serait éboueur à Montrouge

— ni à la responsabilité, sinon l'homme le mieux payé de France serait Président ou Premier ministre (à votre choix...)

— ni à la culture, sinon l'homme

(suite du texte page 8)

REVENUS TRIMESTRIELS... REVENUS TRIMESTRIELS... REVENUS TRIMESTRIELS...



De bons revenus versés tous les trois mois sans dépenser votre capital...

... que vous pouvez, en outre,
récupérer à tout moment

4 chèques par an

Un placement
d'un bon rapport...
...et une fiscalité
avantageuse

Prenons un exemple chiffré sur la base des taux actuels du marché obligataire, que nous supposons inchangés pendant 12 mois : si vous placez 50 000 F en Cortal 1000, votre revenu annuel pourrait être, dans ces conditions, de l'ordre de 5000 F.

Et ce revenu élevé s'accompagne-rait de deux avantages :

- un chèque tous les trois mois ;
- une fiscalité intéressante : si vous êtes marié, vous pouvez ne pas payer d'impôt.

Pour connaître le détail de ces calculs, et pour en savoir plus, retournez le coupon ci-contre.

CORTAL
27, rue d'Orléans
92523 Neuilly-sur-Seine Cedex
(Reçoit sur rendez-vous)

CORTAL la garantie Compagnie Bancaire

Cortal 1000, mais aussi Cortal Pierre, Ticket Cortal, Cortal Court Terme, Cortal Immo, Cortal Monde... sont des placements proposés par Cortal, la banque du groupe Compagnie Bancaire, spécialisée dans les placements financiers. Le groupe de la Compagnie Bancaire : UCB-CFEC, LOCABAIL, UFB, CETELEM, CARDIF, COFICA..., ce sont 60 sociétés, 7000 collaborateurs, 3 millions de clients.

L'importance de ses opérations le situe parmi les 10 premiers établissements bancaires de France.

Vous avez raison d'être prudent et de ne pas vouloir entamer votre capital. Mais pourquoi le laisser dormir alors que vous pourriez en tirer des revenus confortables et réguliers : un chèque tous les trois mois ?

C'est ce que vous procure CORTAL 1000 si vous placez 5000 F (ou plus) : des revenus élevés, analogues à ceux des obligations, et des avantages originaux :

1. Vous n'avez pas de risques à prendre ni de choix aventureux à faire : CORTAL 1000 est géré par des spécialistes du groupe de la Compagnie Bancaire. Ils s'occupent de votre placement pour lui assurer, en toutes circonstances, un rendement voisin de celui des obligations.

2. Vos revenus vous sont versés tous les trois mois.

3. Vous pouvez à tout moment par un simple coup de téléphone récupérer votre argent sans risquer de mauvaises surprises. La gestion de CORTAL 1000 permet d'atténuer les variations de capital que provoquent habituellement les mouvements de taux d'intérêt. CORTAL 1000 bénéficie des mêmes avantages fiscaux que les obligations si vous êtes marié, pas d'impôt sur vos 10 000 premiers francs de revenus d'actions ou d'obligations et possibilité au-delà de vous libérer de l'impôt au taux de 26%.

Enfin, vous bénéficiez du service CORTAL, dont les qualités, de l'avis même de nos clients, sont :

• **Commodité** : tout peut se faire par courrier ou par téléphone, pas besoin de se déplacer ;

• **Facilité** : avec CORTAL 1000, la souscription minimale est d'environ 5000 F, et ensuite vous pourrez même resouscrire par tranches de 1000 F ;

• **Clarté** : chaque trimestre, avec votre chèque, vous recevez le bulletin d'information CORTAL qui vous renseigne sur l'évolution de tous les placements CORTAL, y compris, bien sûr, CORTAL 1000.

Comment vous faire une opinion avant de vous décider ? C'est fort simple.

Demandez la documentation CORTAL 1000 en composant, de Paris comme de province, le 05.10.15.20 (votre appel est gratuit : la communication est à notre charge), ou en nous retournant le coupon-réponse. Par retour, vous recevrez toutes les informations sur CORTAL 1000 et vous jugerez vous-même.

CORTAL 1000

CORTAL 1000 est une famille de fonds communs de placement (loi du 13 juillet 1979) dont le gérant est Gerfonds et le dépositaire la Compagnie Bancaire, tous deux domiciliés au 5, avenue Kleber, 75116 PARIS. **téléphone gratuit : 05.10.15.20** (Reçoit sur rendez-vous)

ADRESSEZ-MOI le dossier gratuit
qui contient tous les renseignements sur
CORTAL 1000 : sécurité, rentabilité,
fiscalité avantageuse et disponibilité

sans aucun engagement

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____

Tél. (dom.) _____ (bureau) _____

Envoyez dès aujourd'hui ce bulletin sans l'affranchir à :

CORTAL, Libre réponse 60592

92529 Neuilly-sur-Seine Cedex, ou appelez, de Paris comme de Province, le 05.10.15.20 (votre appel est gratuit : la communication est à notre charge).

CORTAL 1000
est un placement
CORTAL

(suite de la page 6)

le mieux payé de France serait professeur au Collège de France — ni à la difficulté, sinon l'homme le mieux payé de France serait le Président directeur général de Renault

— ni à la morbidité, sinon l'homme le mieux payé de France serait soldat de la FINUL au Liban.

» Mais qu'un niveau de salaire soit le résultat d'un équilibre de facteurs nationaux, historiques et surtout internationaux, que les pilotes d'Air France aient les mêmes salaires que ceux de Lufthansa, d'Aeroflot ou de Singapore Airlines, ne vous a jamais étonné. Qu'aucun pilote d'Air France ne loge avenue Foch ou avenue d'Iéna ne vous a jamais étonné ? (Il est vrai que nous ne sommes par les mieux payés de France et que je ne connais pas non plus de journaliste logeant dans ces misérables quartiers...). » Rassurez-vous toutefois, votre pavlovisme ne nuira en rien à la fidélité de près de 50 ans qui me lie à votre revue. J'ai même le

souvenir (mais hélas mes parents ne les ont pas gardés) de numéros de 1940 où je lisais les articles sur les freins de piqué des Stuka et Heinkel qui ont été pour beaucoup dans ma vocation initiale de bombardier. »

Certes, les niveaux de salaire ne sont pas toujours indexés sur le mérite, mais il nous semble que celui des pilotes de Canadair mérite relèvement. Notre intention était, il nous semble, généreuse et nous n'en avons certes pas aux pilotes d'Air France ni d'aucune autre compagnie, dont nous saluons aussi le mérite.

Faut-il parler bas ?

M. René Badré, pharmacien chimiste général, nous adresse une sorte de petite philippique amicale, dont nous extrayons les passages suivants, auxquels nous répondons au fur et à mesure.

« Certes j'apprécie beaucoup certaines enquêtes, comme par

exemple contre les charlatans de l'ionisation artificielle de l'air (j'ai même eu l'honneur d'être cité) ou les pseudo preuves objectives de l'effet des médicaments homéopathiques.

» Pour les "tricheurs en blouse blanche", on ne peut contester l'intérêt de connaître les faits que vous rapportez et 40 ans de travail de recherche m'ont donné l'occasion de connaître des travaux de "savants" qui manquaient complètement de rigueur et d'objectivité quand ils n'étaient pas franchement malhonnêtes.

» Mais où je ne vous suis pas du tout, c'est lorsque vous généralisez à partir de ce qui s'est passé aux USA, en mettant en cause l'honnêteté des experts désignés pour le contrôle des médicaments en France. Naturellement ce ne sont que des hommes et nul ne peut affirmer que tous sont au-dessus de tout soupçon, mais laissez entendre à vos lecteurs qu'il peut y avoir beaucoup de "tricheurs" parmi eux c'est à la

(suite du texte page 10)



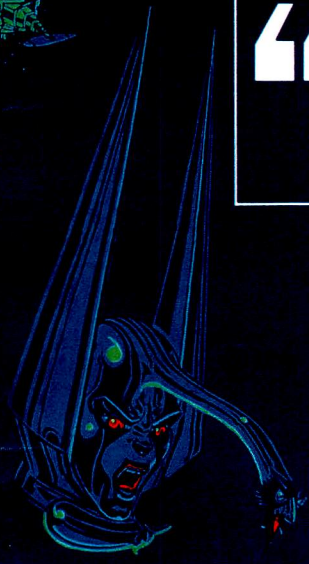
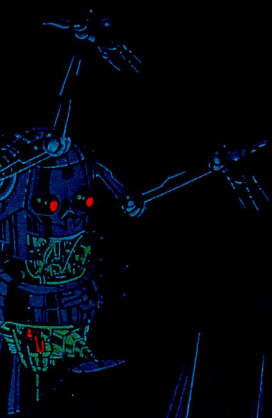
Comment j'ai fait le mur.

TUBE NESTLÉ

330 g d'énergie pure

Lait concentré sucré
Nestlé

IL Y A DES JOURS OU L'ON A ENVIE DE HURLER: "METAL!"



Mais non... restez, on ne va pas vous faire l'article style X% B.D. et Y% texte. Ou bien, un doigt de SF et un pied de Rock. 100% Métal Hurlant c'est tout ce qui nous importe de la couverture à la dernière bulle.

De nouvelles rubriques en nouveaux talents, nous sommes complètement décidés à vous infliger pas mal d'idées méchantes et intelligentes (sic). Encore 2 mots, juste pour vous représenter que Métal Hurlant est mensuel et coûte 22F. Voilà tout est dit.

**MÉTAL
HURLANT**

UN PULL, UNE HEURE, QUELLE QUE SOIT... LA LAINE

► Dernière née des machines à tricoter (voir S&V 811), la "Bond" présente bien des avantages : légère, elle se fixe directement sur une table avec 2 brides. D'une grande simplicité d'emploi, le travail se fait directement à la pelote, en utilisant des plaques de numéros différents selon les fils utilisés.

Elle ne nécessite aucun réglage : pour changer de grosseur de fil (même en cours de tricot), il suffit de poser une autre plaquette de calibrage ; celle-ci, transparente, permet de voir à tout moment les aiguilles en cours de travail.

La grande particularité de la "Bond" réside dans sa capacité d'avaler n'importe quel fil, grosseur 3 à 8, (mohair, angora, chenille, coton, lacet, grosse laine spot, etc.).

Autre avantage, non négligeable pour le consommateur, la "Bond" ne coûte que 1375 F, alors que la majorité des machines à tricoter classiques qui ne présentent pas ces avantages originaux valent 2 à 4 fois plus cher. Enfin, ses performances permettent à la "Bond" de tricoter en une heure un pull à manches dont l'aspect ressemble à du tricot fait main.



Equippée de 100 aiguilles de tricotage, la "Bond" a une largeur de 100 cm (largeur utile 80 cm) avec la possibilité, en option, de rallonges comportant chacune 30 aiguilles qui lui permettent de tricoter des couvertures allant jusqu'à 2,50 m ou plus (contre 1 m maximum pour les machines à tricoter classique).

NOUVEAUTE 86/87
2^{ème} FONTURE adaptable

ILAMA 89, bd de Courcelles,
75008 Paris, Tél. 43.80.84.46.

fois leur faire injure et inquiéter les utilisateurs éventuels des médicaments. Je ne sais pas comment sont choisis les experts aux USA, mais vous dites qu'en France il suffit d'en faire la demande et que c'est accordé automatiquement, ce qui est tout à fait inexact. En tous cas il me semble hautement improbable, d'après ceux que j'ai pu connaître, qu'il y ait, parmi les experts agréés en France, quelqu'un qui soit capable de se comporter de façon aussi indigne et stupide que les Dr 31, 21 ou autres que vous citez. »

Notre objet, en dénonçant des abus commis dans le domaine de l'expérimentation pharmaceutique, tendait à rappeler que nul n'est au-dessus des soupçons et que, même dans un pays doté d'une législation sourcilieuse, comme les Etats-Unis, ces abus sont possibles.

Comme dit le philosophe, le pouvoir corrompt, le pouvoir absolu corrompt absolument. La leçon est universelle.

« Pourquoi tout ce battage sur le pyralène alors qu'il n'est dangereux que s'il est décomposé à température élevée ? Combien d'autres dérivés halogénés faudrait-il alors proscrire ? Je me souviens que, dans les premières années de sa commercialisation, le téflon avait donné lieu à une véritable psychose, notamment dans les ateliers qui le travaillaient, parce que sa pyrolyse était réputée comme très dangereuse, alors que maintenant on en revêt l'intérieur des poêles. »

Il n'y a nul "battage" sur le pyralène, mais la dénonciation d'un danger bien réel. L'émotion suscitée dans le public et dont la grande presse s'est fait l'écho démontre la justesse de nos alarmes. En ce qui concerne le téflon, les alarmes ont, justement, inspiré ces consignes de sécurité apparemment efficaces.

« Pourquoi essayer de convaincre de renoncer à l'énergie nucléaire ? Dans ses utilisations "civiles" elle n'est pas plus dangereuse que beaucoup d'autres activités. L'automobile tue en France 10 000 personnes par an mais personne songe à y renoncer. »

C'est grâce à la réglementation

sur la sécurité que le nombre des victimes de la route a pu être réduit depuis quelques années. Mais il ne semble pas que les contrôles de sécurité puissent être efficaces à 100 % dans le domaine nucléaire. Or les périls atomiques peuvent être beaucoup plus graves que ceux de la route.

« Il me semble surprenant que les conclusions des spécialistes (SCPRI, EDF, CEA), même si elles diffèrent quelque peu entre elles, soient si éloignées des vôtres... »

« Il est en tout cas très regrettable que des informations contradictoires, inexactes peut-être, ou mal interprétées, puissent par exemple ruiner quelques exploitants d'herbes aromatiques dont l'utilisation, même pour de grands amateurs et même à plus de 30 000 Bq/kg, ne présente aucun danger. »

« Vous n'ignorez pas d'ailleurs que les doses maximales admissibles ont constamment évolué à la baisse depuis 40 ans, sans que pour autant des preuves vraiment objectives aient été le plus souvent trouvées pour le justifier (il y a moins de 20 ans on admettait 5 µc soit 185 000 Bq pour la thyroïde) »

« Les essais nucléaires nombreux effectués précédemment dans l'atmosphère ont libéré des quantités bien supérieures à celles de Tchernobyl sans que pour autant on ait pu objectiver des conséquences manifestes dans le monde. Dieu sait pourtant ce que l'on aurait pu trouver si l'on avait fait alors les mesures de radioactivité. »

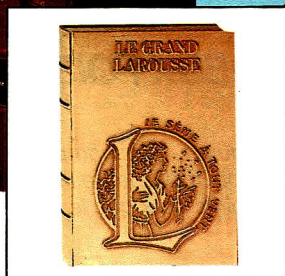
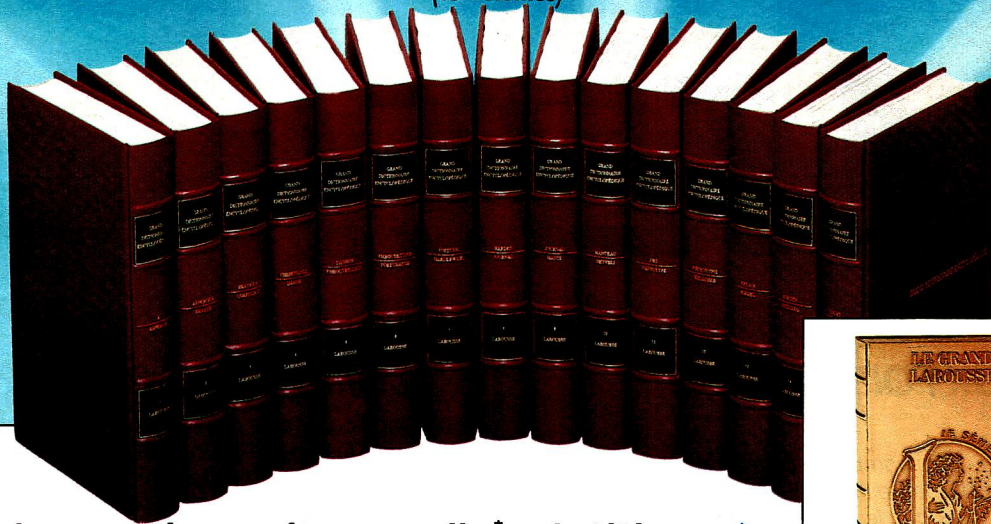
Nous n'avons certes pas plaidé la cause des essais nucléaires. Quant aux doses minimales tolérables, notre correspondant a bien de la chance de les connaître ou d'avoir dessus une opinion définitive. Pour notre part, nous restons beaucoup plus réservés, suivant en cela l'opinion d'experts qui estiment qu'il n'y a pas de doses minimales absolument inoffensives.

En fin de compte, M. Badré nous reproche en quelque sorte de parler haut. Ce ne doit guère être mal, puisque, enfin, nous avons été entendus. Faudrait-il donc parler bas quand on traite de dangers qui menacent notre vie quotidienne ?

NOUVEAU

LE GRAND LAROUSSE AU COMPLET

(15 volumes)



Acceptez en cadeau ce Larousse d'or* qui célèbre la parution complète du plus grand dictionnaire français.

... Et examinez gratuitement pendant 10 jours le premier volume du Grand Dictionnaire Encyclopédique Larousse

Le plus grand dictionnaire d'aujourd'hui est né :

Aujourd'hui, le Grand Dictionnaire Encyclopédique Larousse est paru dans sa totalité, et vous avez la chance de pouvoir profiter d'un tel événement qui fera date dans l'histoire du savoir moderne : nous vous proposons, en effet, d'examiner gratuitement, chez vous, pendant 10 jours le 1^{er} volume du Grand Larousse. Vous découvrirez ainsi, en famille, un véritable trésor de connaissances et d'images : 15 volumes illustrés, magnifiquement reliés, 100 000 noms communs, 90 000 noms propres, 12 000 dessins, 12 000 photographies, 1 000 cartes et 60 triptyques.

Le témoin irremplaçable de notre temps :

Pendant sept années de recherches, mille collaborateurs ont œuvré pour que le Grand Larousse devienne cet interlocuteur moderne, ce pédagogue à la fois savant et patient qui répondra mieux que personne aux innombrables questions : orthographe, étymologie, médecine, histoire, géographie, sciences et nouvelles technologies, économie, peuples du monde entier... Dans n'importe quel domaine, le Grand Dictionnaire Encyclopédique Larousse vous ouvrira les portes du futur.

Un investissement très rentable :

Pour la réussite scolaire de vos enfants, pour l'évolution de votre carrière, pour vos vacances, vous serez heureux et fier de faire entrer dans votre bibliothèque le plus grand et le plus récent des grands dictionnaires...

Recevez vite le 1^{er} tome du Grand Dictionnaire Encyclopédique Larousse : après 10 jours d'essai gratuit vous serez libre de le renvoyer aux frais de Larousse si vous n'êtes pas enthousiasmé par ce chef-d'œuvre du savoir.



Le Larousse d'or célèbre la parution complète du plus grand dictionnaire d'aujourd'hui : Le Grand Dictionnaire Encyclopédique Larousse en 15 volumes. Un événement qui prend toute son importance lorsque l'on sait qu'un grand dictionnaire Larousse de cette envergure voit le jour tous les vingt-cinq ans seulement :

* Reproduction miniature dorée à l'or fin.

GRATUIT
10 jours
à l'essai chez
vous.

BON POUR UN ESSAI GRATUIT

OUI, adressez-moi le tome 1 du Grand Larousse pour un examen gratuit de 10 jours, sans obligation d'achat. Si je ne suis pas enthousiasmé, je vous le retournerai dans son emballage d'origine, aux frais de Larousse, mais, quelle que soit ma décision, je garderai ma reproduction

du Larousse d'or. Si je décide de conserver le tome 1 et de souscrire à la collection, je bénéficierai des conditions d'achat les plus avantageuses et je recevrai mon second cadeau avec les 14 autres volumes. Ces conditions me seront précisées lors de l'envoi du tome 1.

M. _____
Mlle _____
Mme _____
Prénom _____
N° _____ Rue _____

Ville _____
Code postal _____ Tél. : _____
Date _____
Signature indispensable : _____
(pour les mineurs, signature des parents)

Votre premier cadeau : une magnifique reproduction miniature dorée à l'or fin du Larousse d'or (format : 4,75 x 3,35 cm, épaisseur 0,75 cm) accompagnera votre tome 1 à l'essai.

Votre deuxième cadeau : si vous devenez acquéreur du Grand Dictionnaire Encyclopédique Larousse en 15 volumes, vous recevrez le très beau livre de Curnonsky « Cuisine et Vins de France ».

Cette offre, valable pour la France métropolitaine, la Belgique et le Canada, est susceptible d'être modifiée le 31 décembre 1986.

0 8 1 5 2 1 0

Renvoyez dès aujourd'hui ce bon à LAROUSSE BP 235 - 75264 PARIS CEDEX 06



CASSEZ-VOUS LA TÊTE!

DEUX FOIS DIX?

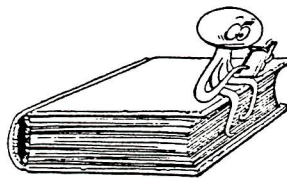
Pouvez-vous compléter cette opération ?
Trouvez les lettres qui doivent remplacer les
points pour que le résultat soit exact.*

$$\begin{array}{r} \text{DIX} \\ + \quad \text{DIX} \\ \hline = \bullet \bullet \bullet \bullet \bullet \bullet \end{array}$$

* Solution dans JEUX & STRATEGIE.

COMBIEN DE PAGES?

Dans ce livre, la première page du chapitre 1^{er}
porte le numéro 1. Chaque chapitre comporte
une page de plus que le précédent. Il n'y a pas
de page vierge et la pagination du dernier
chapitre a nécessité l'utilisation de 43 chiffres.
Combien de pages comporte ce livre ?*



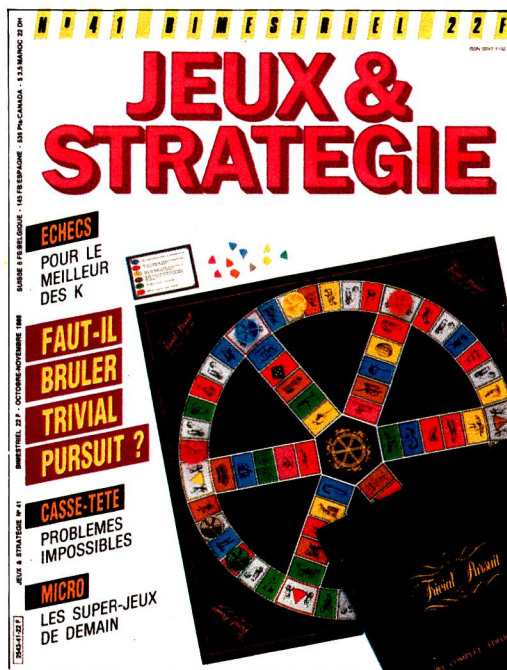
Voici deux des très nombreux jeux qui vous attendent
dans JEUX & STRATEGIE.

JEUX & STRATEGIE, N° 1 de la presse des jeux de
réflexion, c'est aussi
le magazine qui vous dit tout sur le monde
passionnant des jeux, tous les jeux : grands
classiques, casse-tête, jeux de simulation, et
naturellement, les meilleurs jeux pour
micro-ordinateurs, testés et sélectionnés pour vous.

En attendant de découvrir le tout nouveau numéro
de JEUX & STRATEGIE, creusez-vous donc un peu
les méninges... amusez-vous à réfléchir!

JEUX & STRATEGIE

CHEZ VOTRE MARCHAND DE JOURNAUX



Vous aussi vous pouvez recevoir gratuitement votre petit livre nouveau «comment Parler avec aisance»

«Depuis 20 ans je me dans le désert», tout le monde peut apprendre à Parler. Répondez-moi et vous saurez comment.»

Maurice Ogier



- Il ne vous coûtera que le prix d'un timbre et vous dira :
- comment parler sans trac et maîtriser votre émotivité
 - comment savoir toujours quoi dire en toutes circonstances

Imaginez-vous à la fin d'un repas avec des amis. Un mot vous remet en mémoire une bonne histoire ; vous la racontez sans trac plein d'humour ; les mots viennent facilement ; vous êtes le point de mire de tous. Vos amis étonnés vous écoutent admiratifs et à la fin vous applaudit. Vous êtes heureux.

Une autre fois, invité à un mariage, on vous demande de faire un petit discours affectueux aux jeunes mariés ; plus tard dans la soirée, vous engagez la conversation avec des inconnus ; vous êtes sûr de vous, les mots coulent tout seuls, là encore on vous admire.

Vous êtes à l'aise avec les personnes de l'autre sexe et vous osez danser avec plusieurs. Puis le lendemain au travail vous téléphonez très à l'aise ; vous n'avez pas peur d'affronter les correspondants les plus difficiles.

Dans l'après-midi, vous prenez un micro, vous animez les ventes d'une voix ferme et persuasive qui attire la foule autour de vous dans un centre commercial.

Vous revenez dans votre entreprise pour participer à un pot et vous faites un petit discours avec brio : Parler vous fait plaisir. Le soir vous participez à la séance du conseil municipal où vous avez été élu pour représenter l'association dont vous êtes le président.

C'est plus facile que vous ne le pensez

NON vous ne rêvez pas : dans quelques jours c'est Vous qui raconterez ces situations comme nous les racontions nos adhérents :

24 heures après réception de la méthode il fait sa première conférence publique et la Réussit

«J'ai reçu le premier envoi de vos cours Audace et Parole dans la matinée du jeudi 23 novembre. Le 24 novembre, à partir de 18 h 15 je devais prendre la parole devant une centaine de personnes : professeurs, femme du préfet... accompagnée d'un évêque. J'ai lu vos cours dans l'après-midi du 23 et dans la matinée du 24. Le soir j'étais beaucoup plus confiant... et tout se passe pour le mieux : je faisais une conférence pour la première fois de ma vie. Les gens et mes amis m'ont trouvé courageux et les comptes-rendus dans la presse furent acceptables. Nous refferons cette conférence probablement dans une autre ville la semaine prochaine.» M^{re} F.S. Sainte-Marie

Un représentant : tout le monde a les mêmes difficultés

«J'ai appris que les autres avaient les mêmes difficultés que moi ; j'ai beaucoup de clients à visiter, j'ai utilisé les méthodes que vous conseillez et elles m'ont aidé.»

M^{re} J.B. Vendôme

Un médecin nous prenait pour des charlatans : sa vie est transformée

«Je dois avouer que votre méthode m'a été d'une extrême utilité, elle a transformé ma vie ; grâce à vous j'ai pu acquérir de l'audace, l'art de parler dans toutes les circonstances, sans parler d'une méthode de relaxation qui est sans doute des meilleures, et d'autres choses encore.

Au début, avant de m'inscrire à vos leçons, je n'avais pas confiance, je me disais : encore un de ces charlatans qui se fait de la publicité et qui veut tromper les gens pour faire du pognon avec des trucs écoulés qui traînent partout et qu'il a glanés en réunissant le tout sous le nom de sa méthode.

Mais maintenant je me sens coupable d'avoir eu de telles pensées après avoir éprouvé votre méthode et ressenti ses bienfaits extraordinaires. Maintenant je parle partout autour de moi de la richesse de votre méthode. Je vous donne l'autorisation de publier cette lettre.»

Docteur C.C. Bordeaux

Une secrétaire : elle s'est débloquée, a maîtrisé son émotivité

«Avec votre méthode, j'ai souvent mis en pratique et avec succès les pensées concernant le blocage. En effet, auparavant, j'arrivais toujours à constater que j'étais bloquée et mes efforts étaient vains pour faire cesser cette situation. Maintenant j'arrive à empêcher le blocage de m'étouffer et cela est très important, peut-être est-ce le plus important de cette méthode en ce qui me concerne. Sur le plan émotif ; cela aussi est un chapitre capital car je dois toujours lutter contre ma grande émotivité et ma sensibilité extrême ; je parviens maintenant à m'améliorer et à avoir une certaine détente.»

M^{re} A.B. Besançon

Une vendeuse : sa personnalité s'est réveillée et elle parle en public avec un micro

«Votre cours m'a aidé à sortir de ma coquille, je suis maintenant une autre personne, j'ai beaucoup appris, je parle maintenant en public avec un micro, j'en suis fière et contente.»

M^{re} G.L. Fort-de-France

Un étudiant : il parle clair et net, il a appris à se battre

«J'ai fait des progrès : pensées plus claires et plus précises ; je me fais comprendre ; caractère plus combattif ; j'ai appris à me battre ; plus calme ; plus réfléchi. Quand je décide une bonne prise de parole sur tel point précis, très nette amélioration.»

M^{re} G.M.T. Braine

C'est à votre portée : «ça marche à tous les coups»

On vous a appris à vous taire : «on ne parle pas à table» ; du coup votre expression s'est bloquée, et vous en êtes malheureux.

Maintenant, pour la première fois, vous pouvez apprendre en 20 minutes par jour, le pouvoir magique de la Parole grâce à des techniques simples, plus directes que les anciennes ; c'est pourquoi elles sont accessibles à TOUS quels que soient votre âge et votre niveau d'instruction.

C'est absolument gratuit

Si vous aussi vous désirez parler avec aisance, découpez votre bon de réservation ci-dessous et adressez-le dès aujourd'hui à l'Institut Français de la Communication. Vous recevrez par retour votre petit livre «Comment apprendre à Parler avec aisance». Il ne vous coûtera rien d'autre qu'un timbre.

Chaque minute passée à le lire vous remplira d'enthousiasme et de joie de vivre.

Vous découvrirez en vous des atouts que vous ne vous connaissiez pas, des moyens pratiques pour réussir vos études, votre profession, votre vie sentimentale et avoir beaucoup d'amis.

Pourquoi cette offre gratuite ?

Les techniques infailissables de la Parole ne doivent plus rester des Secrets réservés aux privilégiés. Tout le monde doit pouvoir en bénéficier pour être heureux. Découpez à l'instant même votre bon personnel de réservation du petit livre Gratuit pendant qu'il en est encore temps sinon vous risquez d'oublier.

Maurice Ogier

Institut Français de la Communication
service 259-P 18-1
6, rue de la Plaine, 75020 Paris.

✂

LIVRE GRATUIT
Edition limitée

Envoyez-moi gratuitement «Comment apprendre à Parler avec aisance» sans aucun engagement ni démarchage. M. ☐ Mme ☐ Mlle ☐

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____

Ville _____

Institut Français de la Communication, service 259-P 18-1
6, rue de la Plaine, 75020 Paris.

Diesel



HCM



CHAMPION DU MONDE
DES RALLYES 1985

Un constructeur sort ses griffes

ssimo!



La 309 Diesel a toutes les qualités de la 309 : comportement routier exceptionnel, robustesse et fiabilité à toute épreuve, habitabilité maximale, confort et présentation particulièrement soignés ; un ensemble d'avantages que peu de voitures réunissent en un seul modèle. Avec son moteur 6 CV de 1905 cm³ développant 65 ch DIN (47 kW CEE) et sa boîte 5 vitesses,

la 309 Diesel est encore plus économique : 4,4 litres à 90 km/h, 5,9 litres à 120 km/h et 7 litres en parcours urbain (mesures UTAC). Ses performances sont remarquables : 160 km/h (sur circuit), 400 m et 1000 m départ arrêté en 19,1" et 36,2" et ce dans un silence étonnant.

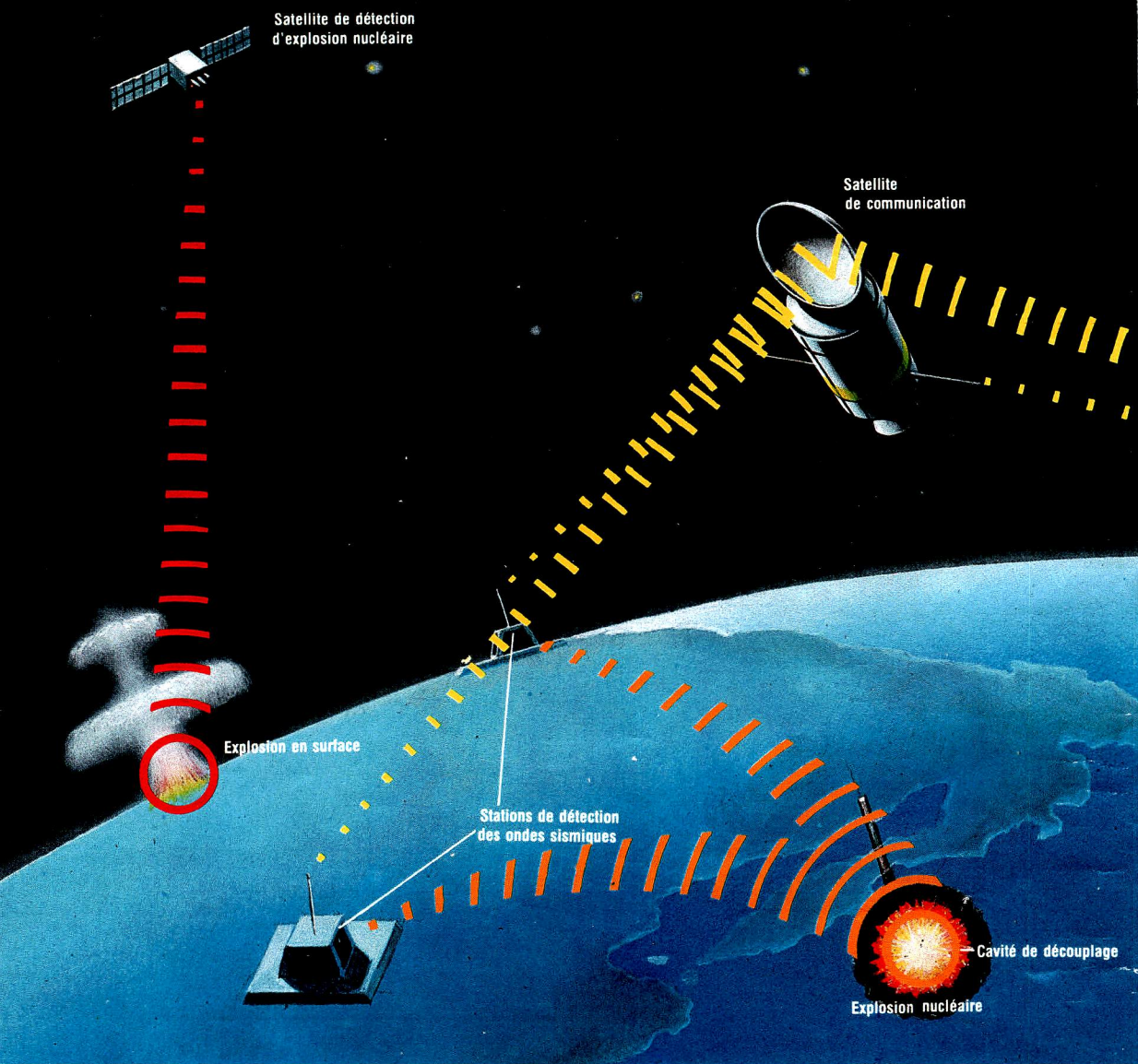
Avec les 3 versions de la 309 Diesel, roulez "Dieselissimo" !



PEUGEOT 309

C'EST PAS DU CINEMA !

Modèle présenté 309 SRD Année Modèle 87.

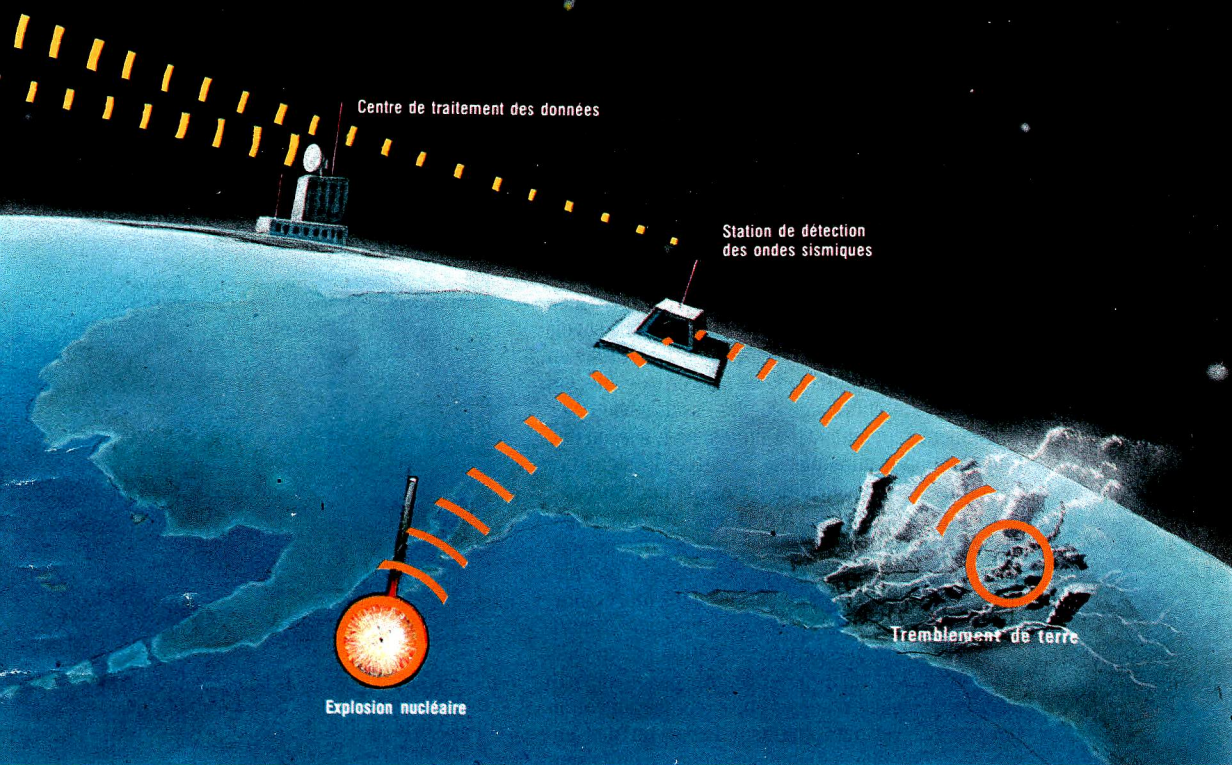


ESSAIS NUCLÉAIRES : LE DÉTECTEUR DE MENSONGES DES GÉOPHYSICIENS

Toute explosion nucléaire atmosphérique (au demeurant interdite) serait détectée par satellite. Repérer une explosion souterraine est plus compliqué parce que ses signaux sismiques peuvent être confondus avec ceux d'un tremblement de terre. Surtout si une bombe explose dans une cavité qui réduit son "bruit".

Défense

PAR SVEN ORTOLI



Les négociateurs de Genève sur le désarmement planchent sur un dossier aussi brûlant mais plus discret que celui de la "guerre des étoiles". Dans ce dossier, il y a une page qui vient juste d'être noircie au chapitre "Comment détecter une explosion nucléaire souterraine clandestine". De la réponse à cette question dépend un éventuel traité interdisant tous les essais nucléaires...

Pour fabriquer une bombe nucléaire il faut, selon sa complexité, procéder à 10 ou 20 essais souterrains. Chiffre auquel on peut ajouter un zéro pour les armes dites de troisième génération (laser X "pompe" par bombe à hydrogène, arme à impulsion électromagnétique renforcée, etc.). On peut sans doute faire mieux, c'est-à-dire faire moins, en améliorant les simulations sur ordinateur. Mais un fabricant d'armes nucléaires ne saurait de toute manière se passer d'essais en vraie grandeur.

Voilà pourquoi les Américains dans le désert du Nevada et les Français dans le Pacifique, poursuivent sans vergogne leurs expériences : les premiers pour construire les armes nécessaires au projet reaganien de défense stratégique et les seconds pour miniaturiser les charges nucléaires, en particulier celles de la bombe à neutrons.

Dans le Kazakhstan, par contre, les Soviétiques sont silencieux ; depuis le 6 août 1985, ils n'ont procédé à aucun essai nucléaire et observent un moratoire unilatéral. Pour combien de temps ? Tout dépendra de la nervosité des patrons de l'Armée Rouge. Il y a quelques semaines, il ont fait savoir que ce moratoire ne mettait pas encore la Russie en danger. Sous-entendu : cela va arriver très vite. On peut donc s'attendre à ce que les essais soviétiques reprennent rapidement... à moins, bien sûr, qu'une bonne volonté miraculeuse permette la signature d'un traité bannissant tous les essais nucléaires.

Mais pour supprimer réellement, tant sur le papier que sur le terrain, encore faut-il pouvoir vérifier à coup sûr si derrière une belle façade diplomatique les essais ne continuent pas dans une confortable clandestinité ! Or, les géophysiciens américains affirment que cette vérification est aujourd'hui techniquement possible. Et pas n'importe lesquels puisque certains d'entre eux travaillent au Lawrence Livermore National Lab., l'un des endroits où l'on gagne justement son pain en faisant des bombes nucléaires.

On peut, disent-ils, capter toute explosion subkilotonnique (inférieure à 1 kt), même dissimulée. On peut, surtout, en distinguer les vibrations, même lorsqu'elles se mêlent à celles, naturelles, d'un tremblement de terre. Ce qui revient à dire que l'on peut chercher une aiguille atomique dans une meule de foin sismique. Mais si, en plus, les signaux de l'explosion sont délibérément camouflés, c'est comme chercher une aiguille dans une meule d'aiguilles, affirmait récemment un sismologue américain.

Le problème est donc technique avant d'être politique. Et c'est la technique qui avait manqué jusqu'ici, car cela fait 30 ans que les négociateurs de Genève tentent, sans véritable succès, de mettre au point un traité interdisant les essais nucléaires.

En 1958, un moratoire était observé par les deux

Grands. Il fut résilié sur le papier par les Américains, un an plus tard, bien qu'en pratique aucune explosion nucléaire ne se produisit, tout au moins jusqu'à ce que les Soviétiques, de leur côté, reprennent leurs essais en 1961. Par un coup de tonnerre de 58 mégatonnes succédant à un long silence : la plus formidable explosion artificielle que notre planète ait jamais ressentie !

Trois semaines plus tard, les Américains s'y remettaient aussi. La plupart de leurs essais avaient jusque-là été réalisés dans l'atmosphère. A cause de la contamination radioactive un large mouvement d'opinion fit pression sur Eisenhower d'abord, sur

COMMENT CAMOUFLER UNE EXPLOSION



... En faisant exploser la bombe à quelque mille mètres de profondeur, dans un trou suffisamment grand pour que l'onde de choc soit atténuée. Les Américains l'ont vérifié en utilisant des cavités creusées par d'autres explosions nucléaires. Sur cette photo on voit une sorte de grotte de 20 sur 55 mètres, résultat de l'essai Gnome en 1961 : les

Kennedy ensuite, pour que les explosions à l'air libre soient définitivement stoppées. Un traité (*Partial Test Ban Treaty*) fut signé par les USA, l'Angleterre et l'URSS interdisant les essais en atmosphère, dans l'espace et sous l'eau. Les essais souterrains devinrent la règle pour les pays signataires.

A Genève on se mit alors à chercher comment établir un traité interdisant ce type d'essai moins visible. Pour qu'un contrôle soit possible, les Américains calculèrent qu'il leur fallait au moins cinq stations d'écoute pour détecter toute "mini-explosion" d'un kilotonne (soit 58 000 fois plus petite que l'explosion soviétique de 61), et en déterminer les caractéristiques. Soit 650 stations

pour couvrir tout le territoire soviétique. Le délégué soviétique de l'époque ne laissa tomber qu'un mot : « Inimaginable. » Lui-même proposait 110 stations au total. Un compromis fut suggéré par le délégué anglais : le seuil de détection serait relevé à 5 kt et cela ne nécessiterait plus que 170 stations. Ce fut la base des discussions de Genève.

Onze ans plus tard, enfin, Américains et Soviétiques signaient un traité (*Threshold Test Ban Treaty*). Beaucoup moins sévère, n'interdisant que les explosions 30 fois plus puissantes : 150 kt. Enfin, en 1976, année où la France renonça à son tour aux essais atmosphériques, un troisième traité (*Pea-*

Treaty) sur l'installation des stations de contrôle chez la partie adverse et la possibilité d'inspecter les sites des explosions en cas de litige. Mais, en 1980, l'arrivée de l'administration Reagan renvoya ces discussions aux calendes. L'offensive de charme menée par les Soviétiques à travers le moratoire observé depuis août 85 et prévu pour durer jusqu'en janvier 87, permettra peut-être dans les mois qui viennent de progresser vers un accord final.

Même à 1 000 m de profondeur, l'explosion d'une petite bombe comme celle d'Hiroshima n'est pas facile à cacher : le "bruit" sismique de l'explosion se transmettrait de part et d'autre de la planète. D'ailleurs le forage du trou, la préparation du matériel sur place, etc., sont déjà des indices détectables par les satellites d'observation. Bref, un essai nucléaire n'est a priori pas discret.

Chronologiquement, il se passe de la manière suivante (*voir dessins p. 20*) : on commence par creuser un trou de quelques mètres de diamètre, à quelque 900 ou 1 000 m de profondeur ; la charge, le détonateur et les équipements d'analyse (détecteurs neutrons et gamma...) sont placés au fond de cette cavité ; l'ensemble est relié à l'extérieur par des câbles qui remontent le long du trou. Celui-ci est ensuite comblé par des couches successives de sable, de graviers, béton, etc. Il ne reste plus qu'à mettre à feu.

— Dans les premiers milliardièmes de seconde, les détecteurs envoient les informations sur les variations de flux neutroniques et gamma induites par la géométrie particulière de la bombe.

— Ensuite, ces détecteurs sont vaporisés avec la roche environnante sous l'effet conjugué d'une température de 10 millions de degrés et d'une pression de quelques milliers d'atmosphères. Une sphère de gaz incandescent gonfle et s'étend en formant dans la roche environnante une cavité de plusieurs mètres de diamètre.

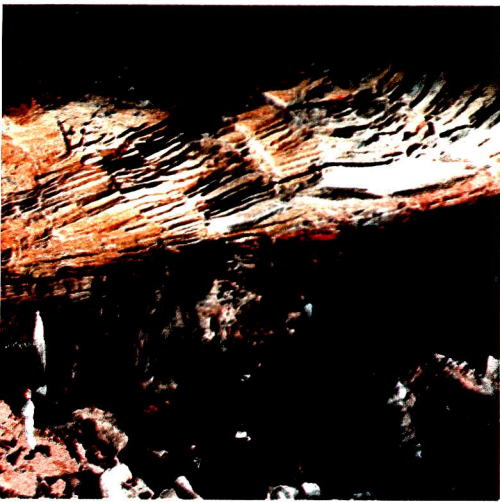
— La cavité continue de croître pendant que son enveloppe rocheuse se vaporise.

— Les roches à proximité se fracturent. C'est par les fissures ainsi formées que peuvent éventuellement s'échapper les gaz radioactifs.

— Au-delà de la zone de fracture (dont la dimension dépend de la puissance de l'explosion et de la nature du terrain), l'onde de choc devient élastique : la tension des roches se traduit par des ondes sismiques qui se propagent sans déformation ; autrement dit, après passage de l'onde, le milieu traversé retrouve son apparence antérieure.

Ces vibrations transportent de l'énergie ; donc, si la puissance de l'explosion est forte, ou si la profondeur à laquelle elle s'est produite est faible, la première onde de compression à atteindre la surface à la verticale de la bombe, va en quelque sorte faire sauter le couvercle et un cratère se

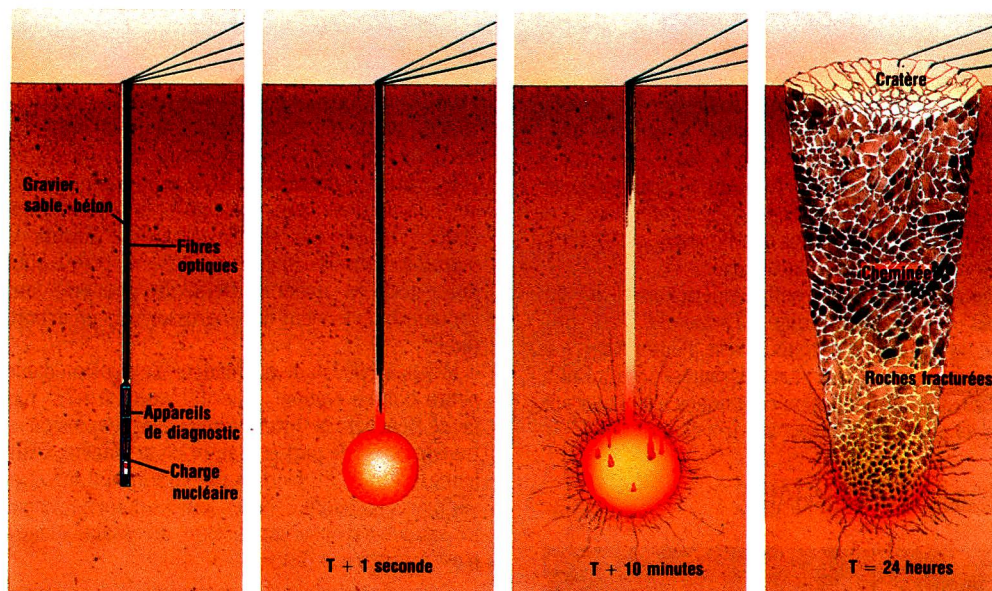
NUCLÉAIRE SOUTERRAINE ?



3,1 kilotonnes de la bombe ont provoqué un effondrement dans la couche sableuse, la recouvrant, faisant apparaître une large cavité à la verticale du point d'explosion. Les éléments radioactifs sont restés piégés sous le sable c'est pourquoi l'homme sur la photo ne porte pas de vêtements protecteurs.

ceful Nuclear Explosion Treaty) réparait un oubli : la restriction des essais nucléaires à usage civil. Les deux camps s'étaient en effet réservé la possibilité de creuser, par exemple un canal comme celui de Panama, à coups d'explosifs nucléaires. Mais comment distinguer entre explosion civile et explosion militaire ? Ces deux derniers traités furent signés, observés jusqu'ici, mais jamais ratifiés, c'est-à-dire confirmés. Nuance de taille car la ratification aurait impliqué un échange de données géologiques et sismiques permettant une définition des réseaux de détection.

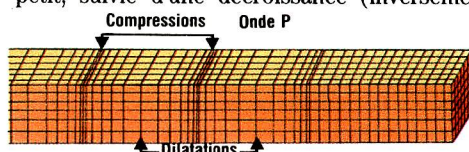
Par la suite, Américains et Soviétiques tentèrent de négocier un accord (*Comprehensive Test Ban*



formera. Le cratère peut résulter d'un autre phénomène : au bout de quelques secondes, les parois de la cavité, à la limite entre états liquide et gazeux, se refroidissent, donc se liquéfient, tombant vers le fond en formant une bouillie rocheuse, un véritable magma. Le gaz radioactif refroidit lui aussi ; bref, la température et la pression baissent. Au bout de quelques minutes, parfois quelques heures, la chute de pression est telle que le toit de la cavité s'écroule. De proche en proche, une cheminée d'éboulement se forme à sa verticale et une dépression apparaît à la surface. Ennuyeux, pour qui veut procéder à un essai clandestin ! Creuser plus profond ne suffit pas : les ondes sismiques résultant de l'explosion ne peuvent pas être étouffées. L'explosion d'un pétard au fond d'un plan d'eau ne provoquera certes pas une gerbe d'eau en surface, mais à coup sûr il y aura des vaguelettes détectables sur la rive. L'équivalent sismique de ces vaguelettes existe sous forme d'ondes de "volume" et de "surface".

Dans les ondes de "volume" on distingue :

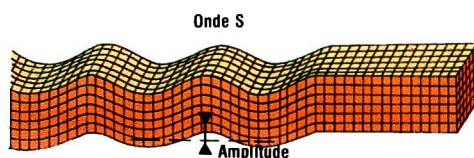
— Les ondes P (primaires). Ce sont les plus rapides (5,5 km/s dans le granit). Elles se propagent exactement comme le son, dans une succession de compressions et de dilatations (à la manière dont se déplace un bouchon sur une autoroute), aussi bien dans un liquide que dans un solide. Elles sont émises dans une gamme de fréquences comprise grosso modo entre 0 et 100 Hz avec, pour une secousse naturelle, une dominante d'autant plus haute que le séisme est petit, suivie d'une décroissance (inversement



proportionnelle au carré de la fréquence).

— Les ondes S (secondaires) sont plus lentes ; on les baptise aussi ondes de cisaillement car elles déforment le milieu traversé comme en le cisailant ou le tordant. Elles sont émises dans la même gamme de fréquences que précédemment. Les ondes S sont assez analogues aux ondes lumineuses, c'est-à-dire que, contrairement aux précédentes, leur mouvement est transverse. Conséquence : les ondes S ne se propagent pas dans un liquide, qui ne peut être cisailé.

Les ondes S et P se propagent à l'intérieur de la Terre et rencontrent donc des sous-sols variables. Les chemins qu'elles suivent sont com-



pliés d'autant ; à cela s'ajoute la création d'ondes S par les ondes P, et vice versa, dès lors qu'il y a un passage d'un milieu à un autre de plus ou moins forte densité. Au début des années 60, on avait fondé de grandes espérances sur une discrimination à partir de ces deux types d'ondes. On pensait par exemple que dans un tremblement de terre l'amplitude des ondes S, mesurée à grande distance, était très supérieure à celles des ondes P alors que ce n'était pas le cas dans une explosion nucléaire. Le critère était faux, du moins pas toujours vérifié ; il fut donc rapidement délaissé.

On s'intéressa alors un peu plus aux ondes de surface. On en distingue deux sortes :

— Les ondes de Rayleigh circulent moins rapi-

dement que les deux précédentes. Elles peuvent être comparées aux grands rouleaux des surfeurs : le mouvement qu'elles créent est à la fois vertical et horizontal (dans la direction de la propagation). Cela veut dire que la surface rocheuse bougera selon un trajet quasi elliptique, l'onde s'atténuant très rapidement à mesure que la profondeur augmente, son énergie étant "piégée" près de la surface de la Terre.

— Les ondes de Love sont aussi des ondes de surface, mais créées à partir d'ondes S : les réflexions multiples des ondes S dans les diffé-



rentes couches de la croûte terrestre fabriquent ces ondes qui n'ont pas d'oscillations verticales et dont le mouvement en surface ressemble à celui d'un serpent rampant sur le sol. Leur



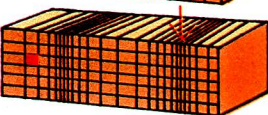
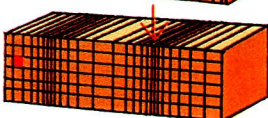
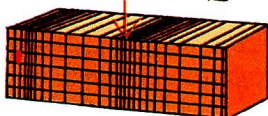
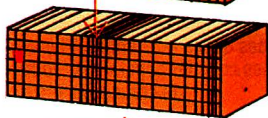
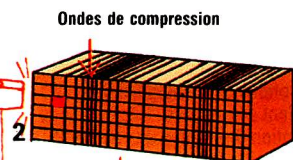
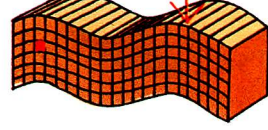
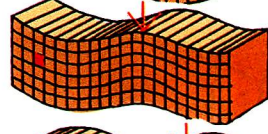
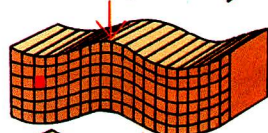
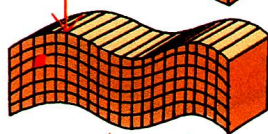
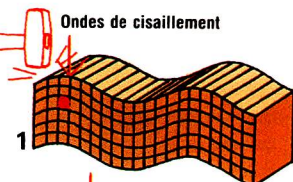
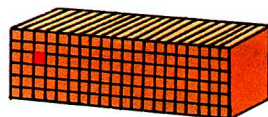
propagation, comme celle des ondes de Rayleigh, est un phénomène d'onde guidée assez analogue à celui que l'on observait dans les stations du métropolitain à l'époque des poinçonneurs : de part et d'autre du quai, les employés de la RATP pouvaient communiquer sans élever le ton, leurs voix suivant l'arc de la voûte. Les ondes de Love avaient, elles aussi, vers 1960, suscité un grand enthousiasme dans la communauté des sismologues : "Pas d'onde de Love dans les explosions", était quasiment le mot de passe de tout congrès de sismologie en 1960. Effectivement, certains essais américains n'avaient pas créé d'ondes de Love significatives. Malheureusement on constata rapidement que ce n'était pas toujours le cas. Ce n'était pas encore le bon critère mais la comparaison entre ondes de Love (et de Rayleigh) et ondes de volume allait permettre de progresser.

Les ondes de surface ont des vitesses moins élevées que les ondes de volume (inférieures à 3 km/s dans le granit) mais elles s'atténuent moins vite : la diminution de l'amplitude des ondes S et P est fonction de la distance tandis que celle des ondes R et L est fonction seulement de la racine carrée de la distance. Si par exemple une onde P parcourt 100 km, son am-

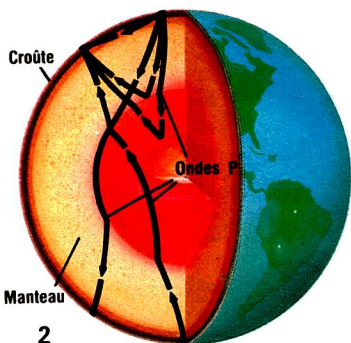
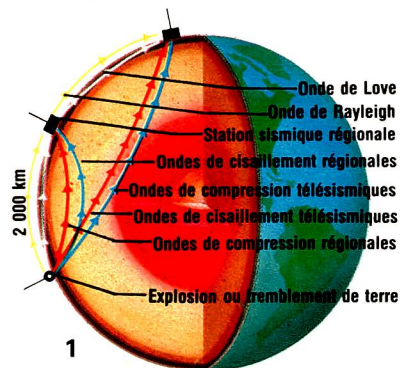
plitude est divisée par 100. Sur la même distance, l'amplitude d'une onde R ne sera divisée que par 10 : à grande distance de l'épicentre, les ondes de surface deviennent prédominantes. Quant aux ondes de volume, les zones où elles sont le mieux détectées se situent soit du point zéro (épicentre) jusqu'à 500 km (distances dites "régionales"), soit de 3 000 à 10 000 km (distances dites "télésismiques"). Entre ces deux régions il y a souvent des zones d'ombre où l'on détecte mal les ondes.

De fait, l'analyse d'un sismogramme ressemble souvent à la reconstruction d'un puzzle. Pas toujours, heureusement. Ce puzzle n'est vraiment compliqué que lorsqu'il s'agit de distinguer les signaux mélangés de plusieurs secousses. Il l'est moins s'il s'agit d'étudier les ondes apparaissant sur un sismogramme, lors de tremblements de Terre quelconques. Ceux-ci sont associés aux failles de la croûte terrestre, la lithosphère, qui s'étend grosso modo jusqu'à 70 km de profondeur et est composée d'une dizaine de plaques indépendantes. C'est du frottement de ces plaques que naissent les tremblements de terre, plus spécialement localisés à la verticale des frontières de ces plaques.

Deux blocs rocheux pressés l'un contre l'autre, se déplaçant latéralement suivant des



Un marteau peut créer une onde de cisaillement (1) ou une onde de compression (2) dans un matériau quelconque : on voit (en rouge) l'effet de l'onde sur une même portion du matériau. La flèche indique le front d'onde qui se déplace.



Les secousses sismiques, quelle que soit leur origine, produisent différents types d'ondes (1) : certaines (ondes de compression et de cisaillement) se propagent à l'intérieur de la Terre ; d'autres (ondes de Rayleigh et de Love) circulent à la surface. On a utilisé la propagation des ondes de volume (2) pour connaître la structure interne de notre planète : les chemins suivis par ces ondes reflètent en effet les différentes couches séparant la croûte du cœur de la Terre.

directions opposées, vont accumuler de l'énergie jusqu'à la rupture. Brutalement, les blocs vont glisser en sens opposés en un point qui sera l'origine du tremblement de terre. Le décalage peut ainsi atteindre une quinzaine de mètres et la rupture se propage en formant une faille à une vitesse de l'ordre de 3,5 kilomètres par seconde, sur une distance qui peut atteindre 1 000 km. Cas exceptionnel bien sûr, car s'il y a plus d'un million de secousses sismiques chaque année, la plupart sont tellement faibles qu'on ne peut les ressentir qu'avec des instruments spécialisés. Les tremblements de terre importants (voir **tableau p. 25**) sont beaucoup plus rares. Les plus forts d'entre eux apparaissent une fois tous les deux ou trois ans ; et parmi ceux-là il y en a d'exceptionnels comme celui qui se produisit en 1556 en Chine, y provoquant la mort de 830 000 personnes, ou celui de

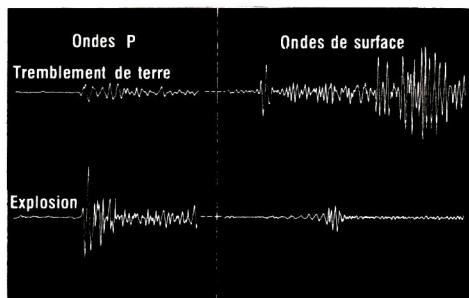
1923 qui tua 100 000 personnes à Tokyo. Dans des cas pareils, on voit littéralement les ondes se propager sur le sol.

D'une manière générale, les ondes sismiques sont créées en même temps que la faille ; les premières détectées sont les ondes P. Elles sont caractéristiques du tremblement de terre car elles suivent des chemins liés à l'orientation de la rupture ; elles ont, autrement dit, une polarité. Immédiatement après, un sismographe enregistrera les autres types d'ondes. C'est suivant l'amplitude de ces ondes que l'on peut calculer la magnitude des tremblements de terre, souvent mesurée selon l'échelle de Richter (qui donne une mesure intrinsèque de l'importance du phénomène. Comme les variations entre tremblements de Terre sont énormes, c'est une échelle logarithmique de l'amplitude des ondes sismiques. Par exemple, si un sismographe mesure

une amplitude de 10 millimètres à 100 km de l'épicentre, la magnitude de la secousse sera égale à 4. La plus forte secousse enregistrée durant ce siècle était de 8,9 et actuellement on arrive à mesurer très facilement des secousses inférieures à 1.

En fait il existe plusieurs sortes de magnitudes selon le type d'ondes mesuré ; pratiquement, deux d'entre elles sont actuellement utilisées pour définir un tremblement de terre : si les ondes de surface sont détectées avec finesse (cas d'un épicentre proche de la surface), c'est leur amplitude maximale qui est mesurée pour fournir la magnitude de surface M_s . L'autre magnitude est déterminée par l'amplitude des ondes P. Elle est un peu moins précise, mais elle a l'avantage d'être enregistrée quelle que soit la profondeur de l'épicentre. Ces mesures sont en fait plus complexes et en tous cas sujettes à des variations selon, par exemple, l'axe mesuré ou les caprices des chemins suivis par les ondes sismiques. Et l'étude de ces variations sera évidemment d'autant plus importante que leur but sera de distinguer entre secousse d'origine nucléaire et secousse d'origine naturelle.

Mais en quoi la signature d'une explosion nucléaire souterraine se distingue-t-elle de celle d'un tremblement de terre ? Le premier critère permettant l'identification d'une secousse sismique c'est d'abord la localisation de l'épicentre, en distance et en profondeur. La méthode standard requiert les mesures enregistrées, nous l'avons dit, par au moins 4 stations de surveillance (il en faut généralement plus) : le temps d'arrivée des ondes P permet, à l'aide d'une table des temps de propagation à l'intérieur de la Terre, de connaître assez précisément le point d'origine de la secousse et l'heure à laquelle elle s'est produite. Pour connaître sa profondeur on mesurera par exemple l'intervalle de temps séparant l'arrivée de la première onde P et



Les explosions nucléaires et les tremblements de terre se distinguent en principe par la quantité relative d'ondes de volume et de surface qu'ils produisent : une secousse sismique naturelle produira plus d'ondes de surface et moins d'ondes P. En principe seulement, car les exceptions sont légion.

l'arrivée de la portion de cette onde initialement réfléchiée par la surface. Si son origine est localisée par exemple aux Philippines, on pourra, sans plus chercher, classer l'événement comme tremblement de terre. Raisonnement qui est aussi valable si l'on détermine que la profondeur de l'épicentre est supérieure à 10 kilomètres (ou 20 si l'on veut se donner une marge de sécurité) : creuser à 10 km de profondeur est vraiment à l'extrême limite des possibilités offertes par la technologie.

Il n'y a donc que les tremblements de terre peu profonds qui peuvent être confondus avec une explosion. Alors, dira-t-on, il suffit de regarder, par exemple avec un satellite, si une faille s'est ouverte quelque part au-dessus de l'endroit soupçonné. Malheureusement, si un tremblement de terre est toujours accompagné d'une faille, celle-ci n'est pas toujours visible : soit qu'elle se soit produite sous l'océan, soit tout simplement qu'elle n'ait pas atteint la surface.

On pourrait aussi distinguer les spectres respectifs, c'est-à-dire la forme des ondes, d'une explosion nucléaire et d'un tremblement de terre. Car l'explosion a une symétrie sphérique et ne devrait produire en théorie que des ondes de compression P. Mais, bien entendu, ce n'est jamais le cas parce que les

roches avoisinantes sont elles-mêmes asymétriques, parce que des ondes P se reconvertissent, comme on l'a dit, en ondes S et enfin parce qu'il y a aussi des ondes de surface qui sont créées. Il y a cependant une différence avec les ondes sismiques naturelles : dans le cas d'une explosion, les ondes P se traduisent uniquement par une onde de compression à la surface, quel que soit l'endroit. Les tremblements de terre, au contraire, montrent sur des sites d'observation différents, des ondes de compression ou des ondes de dilatation.

On pourrait essayer de trouver là une distinction s'il n'était trop difficile de repérer avec certitude le diagramme de polarisation d'un tremblement de terre. Par contre on peut facilement mesurer la part relative des ondes de volume et des ondes de surface. Et c'est un critère intéressant bien qu'imparfait : au début des années 60, des scientifiques américains constatèrent que l'amplitude des ondes Rayleigh était, dans une explosion, d'un ordre de

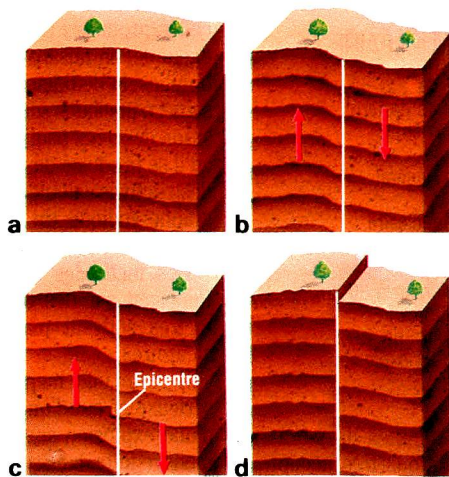
magnitude inférieur à celui d'un tremblement de terre. En comparant le rapport des magnitudes (volume sur surface) ils pensaient avoir obtenu un critère parfait ; et d'ailleurs il n'est pas mauvais (voir dessin page 24), mais leur méthode pêchait en plusieurs points.

D'abord elle ne tenait pas compte d'un éventuel camouflage de l'explosion nucléaire (on reviendra sur cette éventualité). Ensuite elle était très floue quant à la limite séparant les explosions et les tremblements de terre ayant des rapports de magnitude proches. Enfin elle laissait de côté tous les événements ne produisant aucune onde de surface détectable parce que d'amplitude trop faible (épi-

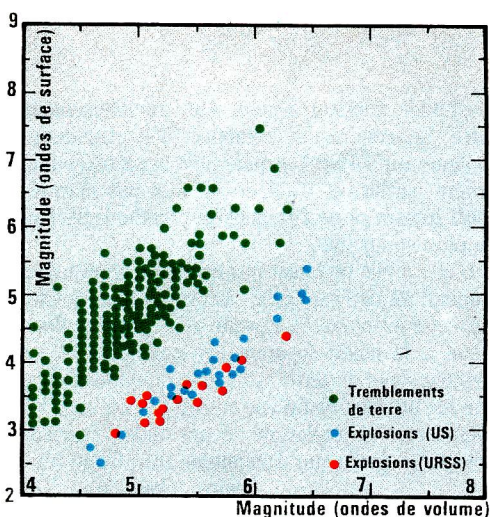
centre lointain). Les critères précédents donnaient en fait la possibilité d'identifier avec une forte probabilité tout secousse suspecte de magnitude supérieure ou égale à 4,5, soit une explosion de 10 kilotonnes dans du granit. C'est pour les magnitudes légèrement inférieures que se pose d'une manière aiguë le problème du camouflage.

La méthode la plus tentante pour camoufler une explosion c'est de la "glisser", si l'on ose dire, dans un tremblement de terre. Il faut évidemment que l'arme ne soit pas trop puissante : 1 mégatonne produit des ondes

P correspondant à un tremblement de terre de magnitude 6,7. Or il n'y a guère qu'une vingtaine de secousses analogues chaque année dans le monde. Il faut viser beaucoup moins haut : première opération, placer la bombe (20 kt par exemple) dans une région fertile en tremblements de terre peu profonds. Ensuite, attendre qu'une secousse de magnitude supérieure à 5 se produise. En général, il y a, le lendemain d'un tel tremblement de terre, une série de secousses secondaires, de magnitude comprise entre 4 et 4,5. Si la détonation a lieu à ce moment-là, elle peut se confondre avec les secousses. Mais c'est loin d'être certain ; la méthode n'est pas très sûre dans un domaine où celui qui la pratique ne peut se permettre un raté. On peut aussi imaginer de faire détoner la bombe immédiatement après le tremblement de terre. Il deviendra beaucoup plus difficile de distinguer secousses naturelles et artificielles. Mais il faut être patient : dans les Kouriles, il y a quelques secousses par an de



Lorsque deux blocs rocheux (a) sont contraints de glisser l'un sur l'autre, il y a d'abord une légère déformation (b), puis un point de rupture (c) qui se transmet le long de la faille (d).



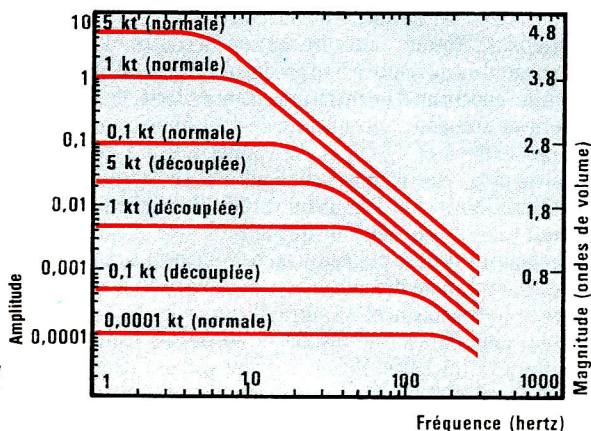
SECOUSSE NATURELLE OU NUCLÉAIRE ?

C'est un premier critère qui permet de distinguer la plupart des tremblements de terre d'une explosion nucléaire ; le rapport entre les magnitudes des ondes de surface et celles des ondes de volume montre qu'en général les secousses naturelles se situent au-dessus des secousses d'origine nucléaire. Les points de ce diagramme viennent : d'une part de l'enregistrement de tous les tremblements de terre (épisode inférieur à 30 km et magnitude de volume supérieure à 4,5) survenus durant les 162 premiers jours de 1972 ; d'autre part des enregistrements de 24 explosions nucléaires soviétiques et américaines.

magnitude 5, provoquant deux minutes de vibrations ! Ce ne sont pas des conditions très acceptables. On pourrait profiter d'autres phénomènes naturels (éruptions, cyclones, etc.), mais là encore on ne peut jamais être sûr du résultat.

Si la nature est rétive peut-être peut-on lui

Le découplage d'une explosion nucléaire permet la réduction du signal sismique : sur la figure on peut constater la baisse d'amplitude, par exemple entre deux explosions de 1 kilotonne, l'une découplée, l'autre pas.



donner un coup de pouce ? Un tremblement de terre peu profond résulte de la cassure des roches le long d'une faille géologique ; les deux côtés de la faille partent alors en sens opposé. Simulons ce procédé ! Un tremblement de terre de magnitude de surface 5,5 a généralement une rupture de faille de 10 km ; qu'à cela ne tienne. Il suffit de placer 5 bombes de quelques kilotonnes le long d'une ligne de 10 km et de les faire exploser à 1 seconde d'intervalle. Un sismographe sentira un tremblement de terre avec une rupture de faille se propageant à 2 km/s. Quelque chose d'apparemment très naturel. Est-ce vraiment réalisable ? Si c'est le cas, on s'est bien gardé de le clamer sur les toits. Il serait encore plus rusé de modéliser en quelque sorte la forme des ondes sismiques pour qu'elles simulent celles produites par un tremblement de terre. Par exemple, en faisant successivement exploser deux bombes, la deuxième étant légèrement moins puissante, à quelques secondes d'intervalle. La superposition des deux paquets d'ondes P pourrait être telle qu'il se produise des interférences constructives ou destructives calculées de telle manière qu'un sismographe indique un épisode plus profond qu'en réalité.

Ces méthodes seraient quand même risquées. Reposant sur des calculs théoriques et des paramètres souvent mal connus, elles seraient trop aléatoires.

Il reste une menace qui serait beaucoup plus sérieuse et que l'on a évoquée dès 1959 : l'énergie d'une explosion souterraine pourrait être énormément réduite dans ses effets sismiques, en la découplant du milieu environnant. Il faudrait pour cela placer la charge explosive dans une cavité suffisamment vaste. Suffisamment, c'est-à-dire telle que ses parois soient au-delà du rayon limite où l'onde de choc cesse d'être assez puissante pour casser la roche. A ce point, les parois n'encaisseraient plus qu'un choc élastique, absorbant la pression pour la transformer en ondes sismiques beaucoup plus faibles que s'il y avait d'abord eu cisaillement de roches. Dans ces conditions, le facteur de découplage pourrait en théorie être égal à 300, donc l'énergie des ondes sismiques diminuée d'autant. Selon la profondeur, le diamètre de la cavité devait être plus ou moins important : dans le cas d'une bombe de 20 kt explosant à 800 mètres, une cavité de 120 m de diamètre serait nécessaire contre 100 mètres de diamètre à 1 200 mètres de profondeur.

La mise au point de cette méthode exigerait bien entendu de résoudre un sacré problème de terrassement : pour camoufler une explosion de 50 kilotonnes, il faudrait être capable de creuser à 1 200 mètres de profondeur une cavité capable de contenir la grande pyramide de Cheops ! Ensuite, il faudrait pouvoir se débarrasser discrètement des gravats... Ce ne serait pas impossible pour des

explosions kilotonniques. D'ailleurs cela a été réalisé par les Américains en 1966 : ils avaient fait exploser, en 1964, une bombe de 5,5 kt à 900 mètres sous le Tatum Salt Dome, dans le Mississipi ; créant ainsi une cavité de 500 × 200 mètres. Deux ans plus tard, ils y firent détoner une bombe (essai Sterling) de 0,38 kt ; ils vérifièrent ainsi que le signal sismique de l'explosion était 70 fois plus faible.

La possibilité d'un découplage semblait sonner par avance le glas d'un traité bannissant les essais nucléaires. Sauf à considérer que les Soviétiques acceptent l'installation, à demeure et sur tous les sites potentiels des républiques socialistes, des spécialistes américains chargés de l'inspection. Idée de toute évidence inacceptable, inspection rimant trop facilement avec espion. Et pourtant, un géophysicien américain, Jack Evernden, de l'US Geological Survey, et ses collaborateurs pensent avoir trouvé la solution.

Solution envisageable pour deux raisons : premièrement les instruments de détection sont aujourd'hui beaucoup plus "fins" qu'hier. Deuxièmement il existe, quand on regarde de près le spectre, des détails permettant de différencier une secousse nucléaire d'une secousse naturelle.

Techniquement les sismographes ont vécu eux aussi la révolution informatique et électronique. Les appareils les plus anciens sont constitués d'un pendule supportant un poids. Sous l'effet d'une vibration, le pendule oscille et un stylo attaché à la masse inscrit les vibrations sur une feuille : principe de base qui a été affiné par l'adjonction d'enregistreurs plus perfectionnés. Le sismographe laissé sur

la Lune par les astronautes fonctionne selon ce principe ; il est par exemple capable de détecter l'impact d'un météore de 1 kg n'importe où à la surface de notre satellite.

Il existe maintenant d'autres types de systèmes, certains mesurent les variations de pression (hydrophones), d'autres analysent électroniquement les variations de distances entre deux points fixes. Mais pour pouvoir détecter et localiser précisément une secousse sismique, il est nécessaire de recouper les informations, donc il faut des réseaux.

Pour la détection des essais nucléaires souterrains, le premier d'entre eux (LASA, pour Large Aperture Seismic Array) fut construit au début des années soixante dans le Montana. C'était une sorte de gigantesque antenne (déployée elle aurait fait plus de 200 km) formée de 625 sismographes installés en cercles concentriques. Le LASA permettait la détection d'ondes de volume (à courte période) de magnitude 3,9 avec une probabilité de 50 %. Il y eut ensuite toutes sortes d'autres réseaux (¹), certains installés à travers le monde comme AFTAC (Air Force Technical Application Center), réseau militaire constitué de 40 stations, ou WWSSN (World Wide Standardized Seismograph Network), réseau civil installé dans 60 pays.

En 1971, le réseau NORSAR (Norwegian Seismic Array) fut inauguré. Par rapport à tous les autres, il présentait plusieurs avantages : d'abord sa situation ; à 100 km d'Oslo dans une région stable et peu tectonisée, qui n'atténue donc pas les ondes. En outre il était capable de détecter aussi les ondes de Rayleigh (avec un seuil de magnitude égale à 3,0

PLUS D'UN MILLION DE TREMBLEMENTS DE TERRE PAR AN

| (MAGNITUDE ÉCHELLE DE RICHTER) | TYPE | INTENSITÉ MAXIMALE | NOMBRE PAR AN | ÉNERGIE ÉMISE EN ÉQUIVALENT D'EXPLOSIFS |
|--------------------------------------|------------|----------------------|--------------------|--|
| 0 | | | | |
| 1 | | | 700 000 | 1 kilo de TNT |
| 2 | | | | |
| 2-2.9 | | II (faible) | 300 000 | |
| 3 | | | | |
| 3-3.9 | | | 49 000 | |
| 4 | | III (léger) | | |
| 4-4.9 | Mineur | | 6 200 | |
| 5 | | VI (fort) | | 20 kilotonnes |
| 5-5.9 | Moyen | | 800 | |
| 6 | | VII (très fort) | | Bombe H de 1 mégatonne |
| 6-6.9 | Destructif | | 120 | |
| 7 | | X (désastreux) | | |
| 7-7.9 | Majeur | | 18 | |
| 8 | | XII (catastrophique) | | 60 000 bombes H de 1 mégatonne |
| 8-8.6 | Grand | | 1 tous les 2-3 ans | |

dans le cas d'ondes de surface en provenance d'Asie). Il était cependant un peu moins précis sur les ondes de volume : sa détection se limitait aux ondes P de magnitude 4,1.

Depuis cette époque les réseaux ont connu des améliorations formidables. En juin 85 par exemple, le NORESS (Norwegian Regional Siesmic Array) a transmis ses premières informations : complètement automatisé, ce réseau est installé au cœur de la région déjà couverte par le NORSAR, mais ses 25 détecteurs occupent un cercle d'environ 3 km de diamètre (le NORSAR a 125 km de diamètre) ; leurs données sont envoyées par fibre optique à un centre qui les retransmet au rythme de 32 kilobits/seconde à 4 stations réceptrices d'où elles partent soit par satellite aux Etats-Unis, soit au centre d'analyse norvégien de Kjeller.

Pour donner une idée de sa précision, en juillet 85, le NORESS a détecté une explosion de 0,25 kt à Semipalatinsk (à 4 000 kilomètres de là), soit une magnitude de 3,5 ; selon ses concepteurs, NORESS peut détecter jusqu'à 2,5. Si l'on ajoute à ce réseau, le projet sino-américain de stations à la frontière entre la Chine et l'Union soviétique, plus les inévitables stations secrètes réparties dans tous les pays limitrophes de l'URSS et sinon alliés du moins prestataires des USA, on pourrait se frotter les mains et considérer qu'une explosion nucléaire souterraine serait toujours décelée. Mais outre la question du découplage, il y a aussi le fait qu'on connaît très mal la structure géologique de l'URSS.

(1) La France, plus exactement le CEA, possède son propre réseau de détection : une trentaine de stations en métropole et quelques autres dans les DOM et TOM.

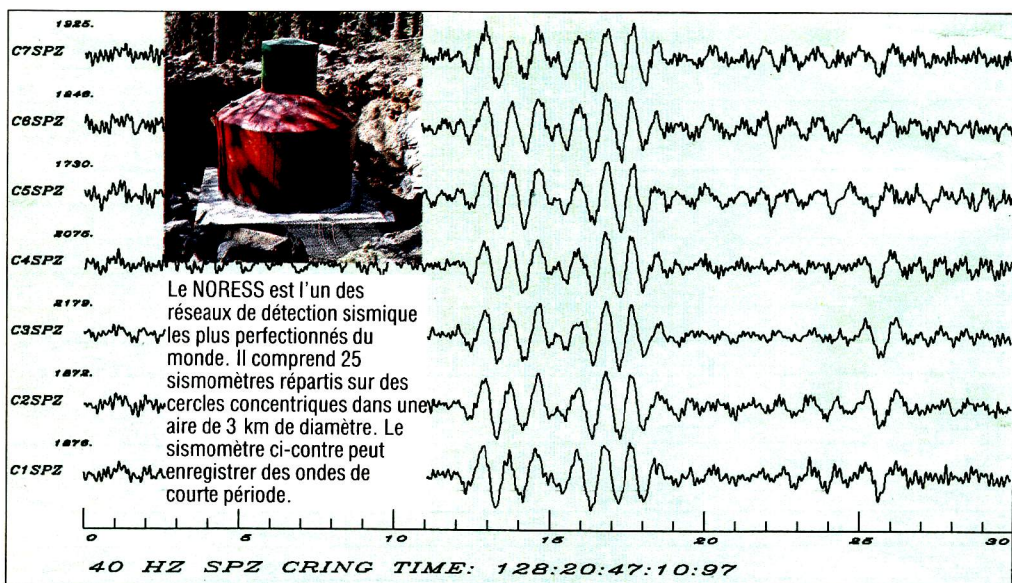
En fait, quelle que soit la solution envisagée, des stations à même le territoire soviétique seraient nécessaires.

En 1976, Evernden avait montré que la détection et l'identification d'une explosion souterraine de 1 kt pouvait être effectuée avec 15 stations simples installées en URSS, et 15 réseaux à l'extérieur ; cela en utilisant uniquement les données des ondes de courte période (1 à 3 Hz). Ce système était valable pour les explosions "normales", non camouflées. Par contre il n'aurait pas repéré une explosion découplée de 10 kilotonnes. Pourquoi ? Parce que le "bruit de fond" sismologique autour de 1 à 3 Hz (pour les ondes P) est beaucoup plus important que le signal produit par une bombe découplée.

La solution du problème, selon Evernden, c'est de rénover les réseaux sismiques de telle manière qu'en plus des données habituelles, ils soient capables d'enregistrer à haute fréquence, vers 30 ou 40 Hz. Et c'est là qu'on peut distinguer, comme on va le voir, les secousses nucléaires des secousses naturelles.

Quelles sont les caractéristiques générales de ces hautes fréquences ? Première constatation : les ondes P haute fréquence se propagent presque aussi bien (donc aussi loin) que leurs compagnes basse fréquence dans la lithosphère et la croûte ; or le bruit de fond sismique (induit par les activités humaines, le vent, les cyclones, les vagues, etc.) dans cette région du spectre est beaucoup plus faible que dans la région basse fréquence (du moins dans les zones intéressantes, donc celles où l'on peut procéder à un essai nucléaire). Les sismographes repéreront alors plus finement les signaux.

(suite du texte page 175)



Signaux sismiques en provenance de Mururoa (essai du 8 mai 1985) enregistrés sur 7 sismomètres du NORESS.



TOUT MOUSSE BIEN ENTRE NOUS.

Kronenbourg

Kronenbourg a du caractère; c'est une bière fine, juste assez amère. Elle est brassée depuis 3 siècles en Alsace.

TCHERNOBYL (suite)

L'IODE S'EN VA LE CÉSIIUM RESTE

Aujourd'hui, l'iode 131 répandu par le nuage de Tchernobyl a quasiment disparu. Mais d'autres dangereux polluants subsistent, tel le césium radioactif. En France, encore une fois, on ne semble guère s'en préoccuper.



En Lombardie, de gigantesque battues sont organisées pour supprimer les lapins, parce que leur taux en césium radioactif dépasse les normes européennes. En Grèce, leur consommation est interdite. En Suède, le gouvernement a recommandé à la population de ne pas manger plus d'une fois par semaine les poissons pêchés dans les lacs du nord et de l'est du pays, et des écriteaux ont été placés un peu partout pour dissuader les touristes de cueillir des baies sauvages. Bref, plus de quatre mois après la catastrophe de Tchernobyl, la plupart des pays touchés par le nuage radioactif continuent de se préoccuper de la santé de leurs habitants.

L'iode 131, le radioélément le plus abondamment libéré et qui a constitué la menace la plus immédiate, a aujourd'hui pratiquement disparu, en raison de sa période (1) relativement courte (8,05 jours). Restent les radioéléments à vie plus longue, tel le strontium 90 (période de 28,6 ans), le plus redoutable peut-être, parce qu'il se fixe dans les os et augmente considérablement les risques de cancers osseux, surtout chez les enfants. Mais, actuellement, les substances radioactives les plus inquiétantes sont le césium 134 et 137, dont les retombées ont été beaucoup plus importantes que celles du strontium.

Le césium 134 a une période légèrement supérieure à deux ans, et le césium 137, plus tenace, voit sa radioactivité diminuer de moitié en une trentaine d'années. L'un comme l'autre sont bien connus, car ils ont déjà fait parler d'eux à l'occasion des essais nucléaires atmosphériques des années 60. Ces produits de fission, qui n'existent pas à l'état naturel,

ont été relâchés en abondance au moment des explosions, contaminant durablement la planète, et tout particulièrement l'hémisphère nord.

Cependant, avant que ne survienne la catastrophe de Tchernobyl, le césium 134 était devenu quasiment inexistant, et les taux de césium 137 avaient eux-mêmes considérablement décliné. Ainsi, en France, la quantité de césium 137 apportée quotidiennement par l'alimentation était inférieure à 0,3 becquerel (2), et l'organisme de chacun d'entre nous, qui en recelait encore quelques dizaines de becquerels, était en passe d'en être débarrassé.

Or, contrairement à ce qu'on a voulu nous faire croire, les retombées de césium radioactif consécutives à l'accident de la centrale soviétique sont loin d'être négligeables. Exemple : dans les petits lacs des collines de la Drôme, où subsistait encore une activité en césium de 15 becquerels par litre, on enregistre aujourd'hui plus de 2 000 becquerels/litre. En Bavière, on a même relevé le taux faramineux de 40 000 becquerels de césium 137 par mètre carré, alors que toutes les retombées dues aux essais nucléaires n'avaient jamais entraîné un taux supérieur à 5 000 becquerels par mètre carré dans les latitudes comprises entre le quarantième et le cinquantième parallèle nord !

Au centre de recherche d'Ispira, en Italie, on a constaté que la concentration de césium 137 dans l'air était montée en flèche après la catastrophe de Tchernobyl, atteignant en deux jours (30 avril et 1^{er} mai 1986) une valeur 100 fois supérieure à la

(1) La période d'un radioélément est le temps nécessaire pour que sa masse diminue de moitié.

(2) Le becquerel indique le nombre de désintégrations par seconde.

moyenne de 1963, année où pourtant la pollution engendrée par les essais nucléaires avait atteint un niveau maximal.

Or, pour notre malheur, le césium 137 a la particularité de ressembler chimiquement au potassium. Aussi, comme ce métal, se fixe-t-il facilement dans le corps humain, notamment dans les tissus mous (muscles, reins, poumons, foie, cœur, ovaires), ainsi que dans le tissu osseux des enfants.

La majeure partie du césium qui pénètre dans l'organisme est apportée par l'alimentation : 30 % par le lait de vache, 25 % par les céréales, 20 % par la viande, 10 % par les fruits et 10 % par les légumes. Une fois absorbé, il ne demeure pas intégralement dans le corps : un dixième environ est excrété dans les deux jours qui suivent l'ingestion, le reste se trouvant progressivement éliminé en 110 jours environ.

Comme tout corps radioactif, le césium est susceptible, à plus ou moins long terme, d'induire des cancers. Selon le Bureau européen des unions de consommateurs, lorsqu'un individu ingère 100 becquerels de césium, il accroît sa dose de radioactivité de 0,15 à 0,23 millirems⁽³⁾. A titre de comparaison, rappelons que la radioactivité naturelle (celle qui se dégage des sols et qui est aussi nocive que l'artificielle) nous inflige quelque 150 millirems par an, et que la norme considérée comme limite pour la population est en France de 500 millirems par an. Encore cette norme ne représente-t-elle pas le seuil au-dessous duquel il n'y a pas de danger, mais le seuil au-dessous duquel le risque statistique paraît "acceptable" au niveau d'une population.

Chez les enfants, la menace est encore plus sérieuse puisque, en raison de la plus grande sensibilité de leurs cellules, l'ingestion de 100 becquerels de césium se traduit chez eux par un apport de 1,2 à 1,8 millirem,

soit une dose 8 fois supérieure à celle reçue par les adultes.

Les régions qui, dans les jours qui ont suivi la catastrophe de Tchernobyl, ont été les plus fortement arrosées par les pluies, sont évidemment celles où l'on retrouve les plus hauts niveaux de césium. Cela dit, il peut exister de très grandes inégalités au sein d'une même région. Ainsi, la CRII-Rad (Commission régionale indépendante d'information sur la radioactivité), un organisme qui s'est créé après l'accident de la centrale soviétique pour pallier le manque crucial d'information dont ont souffert les Français, a trouvé, dans des fromages de chèvre produits par une ferme de la Drôme, 2 355 becquerels de césium 137 par kilo, et seulement 680 becquerels par kilo dans ceux d'une autre ferme distante de seulement 4 km. De même, certains végétaux concentrent plus que d'autres les éléments radioactifs. La CRII-Rad a noté, par exemple, que dans un même potager, les salades et les cerises en contenaient davantage que les fraises, les pêches et les blettes, tandis que les poireaux,

eux, semblaient retenir surtout le ruthénium.

La pollution des végétaux est également plus forte dans les régions où le sol est sableux ou riche en matière organique, car alors une moindre quantité de césium est fixée par le sol, et une plus grande quantité est absorbée par les plantes.

Au lendemain de Tchernobyl, tous les pays de la Communauté européenne se sont d'abord préoccupés d'empêcher que des produits douteux ne pénètrent sur leur territoire, chacun étant persuadé, on se demande pourquoi, que le voisin avait été plus contaminé que lui-même. Aussi, le 6 mai, les Douze publiaient-ils une recommandation aux termes de laquelle, jusqu'au 15 mai, le lait et les produits laitiers en provenance de la Communauté ne devaient pas dépasser 500 becquerels d'iode 131 par litre ou par kilo. Cette limite fut ensuite ramenée à 250 becquerels jusqu'au 25 mai, et à 125 becquerels à partir du 26

UNE PREMIÈRE ESTIMATION NETTEMENT SOUS-ESTIMÉE

Le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) est une grande maison, faite de nombreux services, qui n'ont pas forcément des vues identiques et n'aboutissent pas obligatoirement aux mêmes résultats. Ainsi, à propos de la dose moyenne de radioactivité "encaissée" par les Français à la suite de la catastrophe de Tchernobyl, l'un des services du CEA avait avancé le chiffre de 5 millirems, soit le trentième de la dose délivrée annuellement par la radioactivité naturelle. Aujourd'hui, un autre service, le département de protection sanitaire, l'un des plus compétents en la matière, donne des chiffres plus détaillés et nettement moins optimistes. Voici les plus significatifs :

- Un Français qui, faute d'être informé, s'est promené dans la nature dans les jours qui ont suivi la catastrophe, a reçu dans le corps une dose globale de radioactivité de 52 millirems dans la Drôme, de 61 millirems dans la Côte d'Or, de 93 millirems dans le Gard et de 170 millirems dans la Meuse.
- Un enfant qui a bu du lait de vache dans la semaine qui a suivi la catastrophe, a reçu dans sa thyroïde 120 millirems si le lait provenait de la région parisienne, 260 millirems s'il provenait de l'Isère et 660 millirems s'il provenait de la Côte d'Or.
- Un adulte qui a bu du lait de chèvre provenant des Bouches-du-Rhône, a reçu dans la thyroïde 170 millirems.

On est loin des 5 millirems de la première estimation !

(3) Le rem est l'unité de mesure des doses radioactives reçues par l'homme. Il est égal au produit de la dose absorbée par un "facteur de qualité" qui tient compte de la plus ou moins grande nocivité du rayonnement et de la nature de l'organe touché.

mai. Pour les fruits et les légumes, les taux admis étaient encore plus restrictifs : 350 becquerels d'iode 131 par kilo pendant la première période, puis, successivement, 175 et 90 becquerels.

En outre, précédés unilatéralement par la France dès le 3 mai, les autres pays de la Communauté décidaient le 12 mai de fermer leurs frontières aux produits frais en provenance de l'Europe de l'Est. Cette mesure qui visait tous les pays situés dans un rayon de 1 000 km autour de Tchernobyl, épargnait toutefois l'Allemagne de l'Est (à la demande de l'Allemagne de l'Ouest), mais englobait la Yougoslavie (à la demande de l'Italie).

En fin de compte, sept pays furent placés sous haute surveillance : l'URSS, la Pologne, la Bulgarie, la Tchécoslovaquie, la Hongrie, la Roumanie et la Yougoslavie.

Dans cette atmosphère de suspicion réciproque, certains Etats profitèrent de la situation pour régler des comptes personnels, édictant leurs propres normes afin d'éliminer des produits concurrents. Ainsi l'Italie refusa le lait français, et l'Espagne le poisson danois.

Le 30 mai, ce miniblocus fut levé et remplacé par un ensemble de normes sur lesquelles les Douze étaient enfin parvenus à se mettre d'accord. Grosso modo, la radioactivité cumulée en césium 134 et 137 ne devait pas dépasser :

- 300 becquerels par litre ou par kilo pour le lait et les denrées destinées aux nourrissons ;
- 600 becquerels par kilo pour tous les autres produits.

Ces limites étaient valables jusqu'au 30 septembre, mais elles seront vraisemblablement reconduites jusqu'à la fin de l'année. La France, qui avait réclamé des normes plus souples, allant jusqu'à 1 000 becquerels, a dû finalement s'aligner sur ses voisins.

Ceci étant, un problème pratique subsistait : comment contrôler les importations en provenance des pays de l'Est ? En France, toutes les marchandises importées doivent faire l'objet d'une déclaration en douane. De plus, tous les produits d'origine animale et certains produits d'origine végétale sont soumis à cette occasion à un contrôle sanitaire, à l'issue duquel un laissez-passer leur est délivré. Ayant l'œil sur tout ce qui transite par nos frontières, le service des douanes fut donc chargé de filtrer les denrées provenant de la zone critique. Il n'était pas question, bien sûr, que les gabelous passent sur toutes les marchandises suspectes — et dûment répertoriées à leur intention — des détecteurs de radioactivité ; ils avaient seulement pour mission de les repérer et de les signaler aux services compétents.

Les animaux vivants, qui ne sont autorisés à passer que par une cinquantaine de postes répartis tout le long de nos frontières, ne tardèrent pas à s'entasser dans les entrepôts douaniers, attendant

COMBIEN D'IODE ET DE CÉSIUM DANS

Sur cette carte figurent les valeurs maximales (en becquerels/litre) d'iode 131 (en rouge) et de césium (en vert) relevées par les services vétérinaires dans le lait d'une partie des départements français (NM = non mesurable, c'est-à-dire valeur en-deça de la sensibilité de l'appareil de détection). À côté des mesures est généralement mentionnée la date à laquelle a été effectuée l'analyse : elle permet de retrouver la teneur initiale en iode radioactif, celui-ci perdant la moitié de son activité en 8 jours. Nous avons également situé les laboratoires des services vétérinaires qui sont équipés soit d'appareils sommaires mesurant le rayonnement beta (β), soit d'appareils plus sophistiqués mesurant le rayonnement gamma (γ).

que les services vétérinaires les examinent et leur délivrent le laissez-passer sanitaire. Exceptionnellement, quand la surpopulation menaçait, les bêtes étaient conduites jusqu'à un abattoir proche, où les prélèvements pouvaient être effectués et envoyés aux laboratoires qualifiés. Mais ces laboratoires eux-mêmes furent bientôt dépassés par les événements, et l'on vit des chevaux polonais paître pendant plusieurs semaines dans des prairies françaises en attendant d'être contrôlés et abattus.

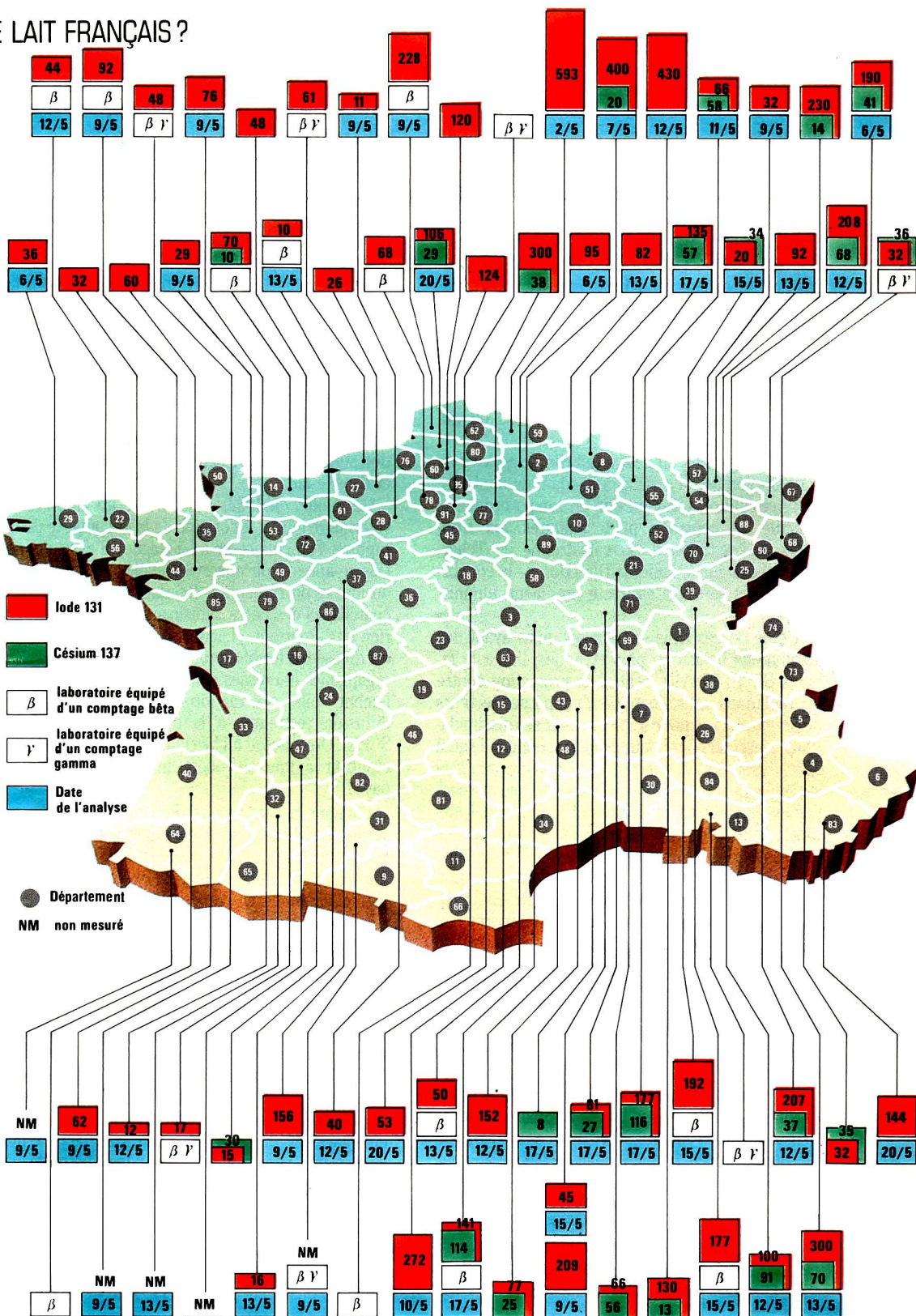
Parmi les animaux surveillés, les chevaux venaient en tête. Les Français, en effet, sont gros consommateurs de viande de cheval, au point que celle-ci doit être importée à près de 80 %. Or, sur les quelque 60 000 chevaux qui entrent chaque année en France, plus de 40 000 viennent de Pologne et 3 000 environ de RDA et d'URSS.

Sur l'ensemble des chevaux qui se sont présentés à nos frontières dans les semaines qui ont suivi l'accident de Tchernobyl, deux seulement venant de RDA auraient dépassé les normes prévues pour le césium 134 et 137 (avec, pour l'un d'eux, une concentration de 939 becquerels par kilo). Les Italiens, pour leur part, auraient détecté deux ou trois cas similaires parmi des chevaux venant de Pologne et de Yougoslavie. Chez tous les autres animaux, le taux moyen oscillait entre 0 et 100 becquerels.

La faiblesse de ces chiffres peut surprendre, mais, à la réflexion, elle est explicable : il est probable en effet que les pays de l'Est ont soigneusement vérifié la radioactivité des bêtes destinées aux pays où les contrôles étaient particulièrement stricts. Est-ce à dire que les autres sont allées vers des pays moins regardants ou moins bien équipés en matière de détection ? Difficile de l'affirmer, même si certains ont cru remarquer, ces derniers temps, une augmentation des exportations soviétiques de volailles vers l'Iran.

Difficile aussi de savoir si certaines denrées contaminées ne sont pas passées, avant d'arriver chez nous, par des pays dont nous n'avons aucune raison de nous méfier. Il y aurait eu ainsi, paraît-il, des moutons bulgares qui auraient transité par la

LE LAIT FRANÇAIS ?



Grèce avant de débarquer dans un autre pays de la Communauté. C'est pourquoi les autorités françaises ont décidé de veiller à ce que le nombre de carcasses venant de chez nos proches voisins ne soit pas plus élevé qu'avant l'accident de la centrale soviétique.

Mais abandonnons un instant ces opérations ponctuelles pour répondre à une question plus générale, qui nous a souvent été posée : qui, en France, contrôle le niveau de radioactivité des aliments ? Disons que cette surveillance, qui ne date pas de l'après-Tchernobyl, est exercée principalement par deux services :

- pour les denrées animales, par la Direction de la qualité, qui dépend du ministère de l'Agriculture ;
- pour les denrées végétales, par la Direction générale de la concurrence, de la cosommation et de la répression des fraudes, qui dépend du ministère des Finances.

Accessoirement, on peut aussi citer le Service de la protection des végétaux, dépendant du ministère de l'Agriculture. C'est lui qui, en temps ordinaire, effectue les contrôles phytosanitaires aux frontières. A l'occasion de la catastrophe de Tchernobyl, il est venu épauler la Direction de la concurrence, mais son rôle est resté purement administratif.

A côté de ces trois organismes, mais ayant des attributions beaucoup plus étendues, il y a le fameux SCPRI (Service central de protection contre les radiations ionisantes), bien connu des lecteurs de *Science & Vie* pour ses silences et ses dissimulations, ainsi que pour l'optimisme de commande qu'il affiche en toutes circonstances. Il a en charge : 1° la surveillance des doses de radioactivité "encaissées" par les travailleurs nucléaires et le personnel médical ; 2° le contrôle des effluents provenant des centres nucléaires et des installations de radiologie et de radiothérapie ; 3° la détection de toute contamination infligée à l'environnement par une quelconque activité nucléaire. Les laboratoires du SCPRI sont certainement les mieux équipés de France, et le personnel qui y travaille est des plus compétents, mais à quoi bon toutes ces qualités puisque les résultats des analyses demeurent secrets, même pour les autres organismes intéressés, et à plus forte raison pour les journalistes et le public ?

Revenons donc aux organismes plus respectueux du droit à l'information, pierre angulaire de toute démocratie bien comprise. Les denrées animales ou d'origine animale, comme le lait, le beurre, le miel, etc. sont, disions-nous plus haut, sous la surveillance de la Direction de la qualité, c'est-à-dire, en fait, des services vétérinaires. Depuis plus de quinze ans, ceux-ci mesurent la radioactivité présente dans ces produits afin de prévenir le passage éventuel dans la chaîne alimentaire de radio-éléments artifi-

ciels libérés par les essais nucléaires ou les industries de l'atome. Hélas, leurs moyens ne sont pas toujours à la hauteur de leurs ambitions. En effet, s'il existe bien dans chaque département un laboratoire vétérinaire apte à faire des analyses bactériologiques et sérologiques, à peine une vingtaine de ces établissements sont équipés d'appareils capables des détecter l'activité bêta, et sept seulement disposent d'un spectromètre gamma susceptible de déceler la plupart des produits de fission (voir carte page 31).

Chaque année, 3 000 échantillons (de lait pour la moitié) passent entre les mains des techniciens des services vétérinaires, qui leur font subir au total quelque 8 000 analyses. C'est grâce à ces analyses qu'en 1976 et en 1978 les services vétérinaires ont été les premiers à signaler la présence en France de retombées radioactives dues à des essais nucléaires chinois : chaque fois, ils avaient constaté l'apparition subite d'iode 131 dans les thyroïdes des bovins et dans le lait.

De même, en 1982, c'est encore un laboratoire vétérinaire qui fut à l'origine de la découverte de la rupture d'un collecteur à La Hague : il avait donné l'alerte après avoir observé une élévation soudaine du niveau du ruthénium 106 dans les algues et les coquillages des côtes avoisinantes. Vous n'en avez rien su ? Pourtant, chaque année, un bilan général est dressé par lesdits services, et transmis à tous les organismes intéressés par le risque nucléaire. Seulement voilà, ces rapports annuels n'ont qu'une diffusion restreinte, à la demande expresse du SCPRI. Oui, encore lui ! Décidément, cet organisme étouffoir a une singulière influence dans notre pays !

Lorsque la catastrophe de Tchernobyl est survenue, les laboratoires des services vétérinaires ont dû mettre les bouchées doubles. Cela n'a pas toujours été facile. A Marseille, par exemple, l'appareillage était tombé en panne au début de l'année et n'avait pas encore été remis en état. C'est le centre de recherche du CEA (Commissariat à l'énergie atomique) de Cadarache qui a dû venir à la rescousse.

Malgré leurs moyens limités, les laboratoires vétérinaires ont effectué des milliers d'analyses, autant en trois mois qu'en une année normale. Faute d'un traitement informatique, toutes les données recueillies ont été éparpillées dans une multitude de dossiers, de chemises et de sous-chemises, si bien qu'il est difficile aujourd'hui d'avoir une vue synthétique sur les différents niveaux de contamination et leur répartition.

Ces dossiers, toutefois, nous avons pu les consulter (tout le monde n'est pas aussi cachottier que le SCPRI !). La plupart des analyses consignées concernent, soit des produits importés (des chevaux polonais en particulier), soit des produits

COMBIEN DE CÉSIIUM DANS LA VIANDE, LES FRUITS ET LES LÉGUMES ?

Ce tableau a été établi d'après les dossiers que nous avons pu consulter. S'il est partiel, c'est parce que les analyses elles-mêmes ont été très fragmentaires, ne concernant que peu de départements. Lorsque plusieurs échantillons de même nature ont été analysés le même jour, c'est qu'ils provenaient de différents endroits du même département.

destinés à l'exportation et qui ont eu besoin d'un certificat de non-contamination pour entrer en terre étrangère. Quelques dossiers, enfin, ont trait à des produits français destinés à la consommation intérieure.

Le plus intéressant, ce sont les chiffres que révèlent ces analyses. Au laboratoire de Saint-Lô, par exemple, où 250 analyses ont été effectuées entre le 1^{er} mai et la fin du mois de juillet, le dépistage de l'iode 131 a donné des résultats pour le moins surprenants (compte tenu du caractère lénifiant des propos officiels). Des teneurs considérables d'iode radioactif ont été relevées dans des thyroïdes de bovins normands : 180 000 becquerels par kilo au début du mois de mai sur une bête provenant de Martinvast, petite commune de l'arrondissement de Cherbourg ! Après cela, comment oser encore prétendre que le nuage de Tchernobyl a à peine effleuré notre pays !

D'autant que, à la lecture des dossiers précitées, on s'aperçoit que les vaches normandes n'ont pas eu le triste privilège d'être les seuls animaux contaminés. Le laboratoire de Toulouse, qui a analysé des thyroïdes de bovins de différents départements, a noté des concentrations en iode 131 tout aussi inquiétantes :

- 122 790 becquerels par kilo dans les Deux-Sèvres (le 23 mai) ;
- 87 630 becquerels par kilo dans le Maine-et-Loire (le 23 mai) ;
- 37 360 becquerels par kilo dans l'Aude (le 12 mai) ;
- 13 650 becquerels par kilo dans la Haute-Garonne (le 12 juin) ;
- 9 090 becquerels par kilo en Vendée (le 14 mai) ;
- 2 180 becquerels par kilo dans l'Ariège (le 12 mai) ;
- 1 640 becquerels par kilo dans les Pyrénées Atlantiques (le 12 mai) ;
- 1 280 becquerels par kilo dans les Hautes-Pyrénées (le 12 mai).

C'est un bovin de la Drôme qui détient le record national : sa thyroïde recelait encore plus de 600 000 becquerels par kilo quinze jours après l'accident !

Tous ces chiffres, répétons-le, se rapportent seulement à l'iode 131, qui, en raison de la brièveté de sa période, ne présente plus aujourd'hui aucun

| NATURE DE L'ÉCHANTILLON | PROVENANCE DE L'ÉCHANTILLON | ORGANISME RESPONSABLE DE L'ANALYSE | DATE DE L'ANALYSE | CÉSIIUM 134 (becquerels/kg) | CÉSIIUM 137 (becquerels/kg) |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Pollen (non séché) | Alpes-Maritimes | Services vétérinaires | Fin mai | 143 | 3017 |
| Pollen sec | — | — | — | 420 | 436 |
| Pollen sec | — | — | 3 juin | 185 | 457 |
| Roin de mouton | Ardèche | CRII-Rad | 3 juin | 66 | 140 |
| Fromage de chèvre | — | — | — | 150 | 141 |
| Thym | — | — | — | 1 724 | 3 792 |
| Lait en poudre | Bouches-du-Rhône | Services vétérinaires | // | 290 | 290 |
| Pollen | Calvados | Services vétérinaires | Fin mai | // | 148 |
| Tome | Corse | Services vétérinaires | 26 mai | 38 | 84 |
| Brucio | — | — | — | 43 | 106 |
| Lait de brebis | — | — | 26 juin | 54 | 164 |
| Fromage frais de brebis | — | — | — | 36 | 60 |
| Veau | — | — | 10 juillet | 156 | 284 |
| Thym cultivé | — | — | — | // | 1 025 |
| Romarin | — | — | — | 554 | 423 |
| Thym | — | — | 16 juillet | 1 082 | 1 366 |
| Fromage de brebis | — | — | — | 250 | 405 |
| Miel | — | — | — | 34 | 224 |
| Foin | — | — | — | 235 | 253 |
| — | — | — | — | 770 | 1 407 |
| — | — | — | — | 249 | 338 |
| — | — | — | — | Traces | 455 |
| Roin de brebis | Drôme | Services vétérinaires | 3 juin | 154 | 390 |
| — | — | — | 5 juin | 700 | 700 |
| Roin d'agneau | — | CRII-Rad | 24 juin | Traces | 53 |
| Vlande d'agneau | — | — | — | Traces | 150 |
| Foin - cœur d'agneau | — | — | — | 10 | 46 |
| Lait de chèvre | — | — | — | 42 | 68 |
| — | — | — | 5 juin | Traces | 410 |
| Fromage de chèvre | — | — | — | Traces | 75 |
| — | — | — | — | 20 41 | 2 355 |
| — | — | — | — | Traces | 700 |
| — | — | — | — | Traces | 680 |
| — | — | — | 16 juin | Traces | 230 |
| — | — | — | — | 230 | 500 |
| — | — | — | 24 juin | Traces | 313 |
| Miel | — | — | 16 juin | 16 | 16 |
| — | — | — | — | 25 | 31 |
| Tilleul | — | — | 16 juin | 857 | 916 |
| Fraises | — | — | 5 juin | Traces | Traces |
| Blettes | — | — | — | Traces | Traces |
| Salades | — | — | — | 65 | 65 |
| Luzerne | — | — | — | Traces | 135 |
| Thym | — | — | — | 5 200 | 8 292 |
| — | — | — | — | 6 400 | 10 200 |
| Coriandes | — | — | 16 juin | Traces | 202 |
| Thym | — | — | — | 3 600 | 7 300 |
| Tilleul | — | — | — | 150 | 426 |
| Thym | — | — | — | 1 492 | 1 600 |
| — | — | — | 24 juin | 1 504 | 2 454 |
| Pêches | — | — | — | Traces | Traces |
| Levande | — | — | 3 juillet | Traces | 250 |
| Persil | — | — | — | Traces | 20 |
| Thym | — | — | 10 juillet | 1 212 | 1 493 |
| Serpolet | — | — | — | 1 364 | 2 003 |
| Pollen | Haut-Rhin | Services vétérinaires | 20 mai | 402 | 387 |
| Pollen | Moselle | Services vétérinaires | Fin mai | 182 | 391 |
| Pollen | Seine-et-Marne | Services vétérinaires | Fin mai | 61 | 47 |
| Mais | Vaucluse | CRII-Rad | 10 juillet | 65 | 34 |

LES AVEUX DE L'IGNORANCE

Cinq mois après Tchernobyl, un mois après la réunion à Vienne de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) durant laquelle les experts ont examiné le premier rapport soviétique sur la catastrophe, une constatation s'impose : nous sommes bien mal équipés pour lutter contre les accidents nucléaires et nous connaissons bien peu de choses sur les conséquences de l'irradiation sur l'être vivant.

D'abord, les services médicaux d'aucun pays au monde ne sont capables de faire face, de façon efficace, à une irradiation massive de la population. Pour traiter les cas graves, on pensait que les greffes de moelle osseuse seraient efficaces. En effet, la moelle contient les cellules souches des globules blancs (lymphocytes) qui sont détruits par l'irradiation. Une greffe permet en théorie de repeupler l'organisme en globules blancs.

Mais afin d'éviter un rejet, il faut que le donneur de moelle soit apparié au receveur par son système HLA (*Human Leucocytes Antigen*), qui est aussi spécifique de chaque individu que ses empreintes digitales. L'idéal voudrait que ce soit un frère ou une sœur jumaux de la victime. Cas exceptionnel. En général on essaie de trouver un donneur dont le système HLA soit aussi proche que possible de celui du receveur. Mais pour cela il faut avoir répertorié des milliers d'individus. Il faudrait recenser plusieurs centaines de milliers de personnes pour en trouver deux dont les systèmes HLA correspondent à 99 %.

Lorsqu'il a fallu trouver des donneurs pour les victimes de Tchernobyl, les médecins ont pris conscience de la carence de leurs registres. Le plus important se trouve en Grande-Bretagne et ne contient que 60 000 noms. Immédiatement après l'accident, l'US Navy a décidé d'établir un registre d'au moins 100 000 donneurs potentiels.

A Tchernobyl, une cinquantaine de victimes reçurent des doses d'irradiation supérieures à 500 rads, ce qui entraîne un risque élevé de mort par déficience de moelle osseuse. Sur 19 d'entre elles, une greffe fut pratiquée. Quatorze moururent au début du mois de juin. Et le Dr Robert Gale, spécialiste américain dépêché sur place, reconnut que les greffes étaient plus complexes que prévu. « Elles n'ont pas été un facteur décisif du traitement », reconnut-il dans le *Journal of the American Medical Association*. Autres constatations sur certaines victimes, les brûlures dues principalement au rayonnement bêta se sont propagées sur l'ensemble de leur peau alors qu'à l'origine 25 à 30 % seulement de leur épiderme avaient été touchés.

Pauvreté des registres, échec des greffes de moelle osseuse, propagation des brûlures, autant de leçons que les spécialistes ont tirées de l'accident. A Vienne, ils ont dû reconnaître qu'ils étaient incapables d'évaluer les risques à long terme de la catastrophe. Et les chiffres variaient dans des proportions considérables : selon le *New York Times*, qui obtint l'annexe médicale du rapport soviétique, il y aurait dans les 70 années à venir, 280 morts par cancers parmi les personnes vivant près de la centrale et qui avaient été directement contaminées. A cela il faut ajouter 4 570 morts par cancers (contamination de l'air) dans l'ensemble de la population et 1 500 autres décès résultant de cancers de la thyroïde dus à la consommation d'aliments et de lait contaminés. De leur côté les experts de l'AIEA considèrent que Tchernobyl coûtera sans doute la vie à 24 000 personnes. Un physicien américain, le Dr Thomas Cochran, estime, lui, que l'accident entraînera la mort d'au moins 45 000 personnes. Un autre expert américain, le Dr John Gofman, spécialiste des effets des faibles radiations, estime qu'un million de personnes auront un cancer imputable à Tchernobyl dans les 40 ans à venir. Et 55 900 d'entre eux mourront des suites de cette maladie. Bataille de chiffres qui prouvent bien notre ignorance totale en la matière.

Tchernobyl et ses habitants, comme le font remarquer les experts, deviendra un formidable terrain d'études : des dizaines de milliers de personnes seront examinées périodiquement pendant des années et les incidences des différents cancers, anomalies génétiques et atteintes fœtales seront comparées avec ceux de groupes socio-économiques équivalents qui n'ont pas été exposés. Un nouveau centre national est en cours de création en URSS pour planifier et diriger ces études épidémiologiques. Un registre des personnes évacuées a été mis sur pied et toutes ont reçu une carte afin de faciliter l'intégration de leurs données médicales au registre central.

A la fin d'une telle enquête qui s'étendra sur toute la durée de vie des habitants de la région de la centrale, on comprendra peut-être mieux les effets des radiations sur l'être vivant et nous pourrions mieux nous préparer pour faire face à une autre catastrophe. Mais le tribut à payer est bien lourd. A.D.

danger. Mais qu'en est-il du césium, à la durée de vie beaucoup plus longue ? Sait-on s'il a contaminé le cheptel français ? Après tout, il serait étonnant que des animaux qui ont emmagasiné tant d'iode 131 n'aient fixé aucun atome de césium 134 et 137...

« Nous n'analysons plus de viande locale », nous a-t-on répondu au laboratoire de Toulouse. Celui-ci, en effet, n'arrive plus à répondre à la demande : ne disposant que d'un seul technicien, il doit non seulement contrôler des dizaines et des dizaines de produits importés, mais aussi poursuivre des examens bactériologiques de routine sur les produits laitiers d'une trentaine de départements.

Nous avons également consulté les services vétérinaires des départements de l'est et du sud-est de la France, les plus touchés par le nuage de Tchernobyl. Aucune recherche de césium n'a été entreprise dans les Alpes-Maritimes, les Hautes-Alpes, les Alpes de Haute-Provence, le Vaucluse, la Haute-Corse, la Corse du Sud, ni dans les départements alsaciens et lorrains. A notre connaissance, les seuls départements qui s'en soient préoccupés sont la Drôme et l'Ardèche. Ainsi, dans les reins d'une brebis drômoise, on a trouvé 544 becquerels de césium 134 et 137 par kilo, et dans ceux d'un mouton ardéchois 206 becquerels (*voir tableau page 33*).

En revanche, nulle part on n'a contrôlé la viande de lapin ni celle de gibier : pourtant, en raison de leur alimentation, ces animaux devraient être suspectés.

Au milieu de cette indifférence généralisée, qui ressemble fort à de l'incurie, une initiative mérite d'être signalée : la chaîne des restaurants MacDonald spécialisés dans le "fast food" a demandé à l'établissement de Flers qui lui fournit sa viande hachée de faire analyser celle-ci trois fois par semaine afin de s'assurer qu'elle ne contient pas un taux anormal d'iode 131 ou de césium 134 et 137.

LES IMPORTATIONS À SURVEILLER

| PRODUITS | PAYS | ALBANIE | BULGARIE | HONGRIE | POLOGNE | RDA | ROUMANIE | TCHÉCO-SLOVAQUIE | TURQUIE | URSS | YUGO-SLAVIE |
|------------------------------|------|---------|----------|---------|---------|--------|----------|------------------|---------|-------|-------------|
| Grenouilles (tonnes/an) | | 13 | | | | | | | 147 | | |
| Escargots (tonnes/an) | | 51 | 119 | 467 | 457 | | 27 | 549 | 897 | | 544 |
| Ecrevisses (tonnes/an) | | | | | | | | | 1 568 | | |
| Foie gras (tonnes/an) | | | 100 | 968 | 138 | | | | | | |
| Viande de canard (tonnes/an) | | | | 541 | 77 | | 42 | | | | |
| Champignons (tonnes/an) | | | 289 | 8 | 109 | | 33 | | 127 | 21 | 1 095 |
| Fraises (tonnes/an) | | | 131 | | 8 185 | | 1 531 | 116 | 496 | | 170 |
| Framboises (tonnes/an) | | | 222 | 1 008 | 2 067 | | 599 | | | | 2 313 |
| Cerises (tonnes/an) | | | | | | | | | | | 223 |
| Groseilles (tonnes/an) | | | | 335 | 1 709 | | | 87 | | | |
| Chevaux vivants (bêtes/an) | | | | | 41 128 | 1 769 | | | | 1 760 | |
| Porcs vivants (bêtes/an) | | | | 39 055 | | 23 644 | | | | | |
| Moutons vivants (bêtes/an) | | | | 44 382 | 85 953 | | | | | | |
| Gibier (tonnes/an) | | | | 230 | 78 | | | 92 | | | |

Toutes les denrées en provenance des pays de l'Est — les plus durement touchés par les retombées de Tchernobyl — sont aujourd'hui légitimement suspectées et dûment contrôlées. Jusqu'ici les analyses pratiquées n'ont pas révélé de taux de césium alarmants, sauf sur quelques chevaux de RDA qui en recelaient 939 becquerels par kilo, et des cassis de Roumanie qui contenaient 640 becquerels par kilo. Mais en sera-t-il toujours de même, et n'attend-on pas que l'émotion s'estompe pour mettre sur le marché des marchandises plus ou moins contaminées ? Précisons que les chiffres mentionnés dans ce tableau sont tirés des statistiques de la Direction générale des douanes, et qu'ils se rapportent à l'année 1984.

Rien ne l'obligeait à cette précaution, et elle n'en a tiré aucune publicité. Comme quoi l'on peut ne pas se soucier de gastronomie et veiller quand même à la santé de sa clientèle — composée, il est vrai, surtout d'enfants et d'adolescents. En cela les Américains démontrent une fois de plus qu'ils ont plusieurs longueurs d'avance sur nous dans le domaine de la protection des consommateurs.

Les Anglais aussi, d'ailleurs. Nous avons eu sous les yeux les centaines d'analyses détaillées qui ont été régulièrement distribuées à la presse britannique. Certaines d'entre elles, pourtant, contenaient des chiffres alarmants : des moutons du pays de Galles et du nord-ouest de l'Angleterre, par exemple, ont présenté des teneurs en césium de plus de 2 500 becquerels par kilo. Mais les autorités anglaises, elles, ont tenu à en informer le public et, logiques avec elles-mêmes, elles ont eu la sagesse d'interdire la vente des animaux contaminés jusqu'à ce que leur teneur en césium soit redevenue compa-

tible avec les normes.

Pour ce qui est des productions végétales, il semble que celles-ci, hormis les plantes aromatiques, aient été moins touchées en France que la viande. Nous disons "il semble", car, là encore, les données précises font cruellement défaut. La Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes qui, rappelons-le, est chargée du contrôle des denrées végétales, a été assez rapidement débordée. Elle qui, en temps normal, pratique une centaine d'analyses de radioactivité chaque année, a dû en réaliser plus de 1 300 après la catastrophe de Tchernobyl. Mais en raison du sous-équipement de ses laboratoires (Lille, Rennes, Bordeaux, Marseille, Massy-Palaiseau, Lyon et Caen), elle s'est trouvée dans l'obligation de confier au SCPRI les trois quarts des prélèvements à analyser. D'où le laconisme du **tableau page 33**, seul élément d'information dont nous ayons pu avoir communication. Les analyses

(suite du texte page 170)

LE VRAI COÛT D'UN ACCIDENT NUCLÉAIRE

Combien aura coûté l'accident de Tchernobyl ? On n'en a encore qu'une vague idée. Mais la facture de celui, beaucoup moins grave, de Three Mile Island vient d'être évaluée : 871 milliards de francs ; 80 % du budget annuel de la France.

Connaîtrons-nous jamais le coût réel de l'accident nucléaire le plus grave de notre histoire ? Pourrions-nous déterminer combien de personnes ont succombé à la suite de la catastrophe ? Aujourd'hui 31 personnes ont péri et les experts se battent pour tenter de prévoir le nombre de cancers induits et le nombre de décès qui en résulteront. A combien estimer le coût de ces vies perdues ? Serons-nous capables de calculer le prix à payer par les différents pays touchés par les retombées ? A combien évaluer 800 000 hectares russes rayés de la carte pour des dizaines d'années ? A combien estimer la perte en biens des quelque 139 000 personnes évacuées, sans compter le coût de leur relogement, celui de leur surveillance médicale tout au long de leur vie ? A cela il faudra encore ajouter le prix que cette malheureuse expérience va coûter à l'industrie nucléaire elle-même. A la suite de Tchernobyl, en effet, des centrales seront arrêtées, d'autres modi-

fiées, les mesures de sécurité seront revues et corrigées. L'Union soviétique n'a encore avancé aucun chiffre. Et sans doute ne le fera-t-elle jamais. Mais les pays voisins commencent à faire leurs comptes.

La Suède par exemple estime que Tchernobyl a coûté, dans un premier temps, 144 millions de dollars à son agriculture. Des récoltes entières ont été détruites... La survie de 15 000 nomades lapons est menacée puisque les troupeaux de rennes, les poissons et les baies qui constituent la base de leur alimentation furent sérieusement contaminés. Le gouvernement allemand, quant à lui, a débloqué la somme de 227 millions de dollars pour indemniser ses producteurs de lait et de légumes. De son côté, le Syndicat national des fermiers britanniques affirme que l'accident leur a coûté au bas mot 14 millions de dollars ; les éleveurs gallois ont d'ores et déjà reçu une indemnité du gouvernement britannique de 7,5 millions de dollars.

APRÈS L'ACCIDENT, LES CENTRALES AMÉRICAINES ONT VU GRIMPER LEURS COÛTS DE CONSTRUCTION...



En France, la Fédération nationale des producteurs de légumes estime qu'en l'espace de 13 jours (entre le 12 et le 25 mai), le marché de Rungis a enregistré une perte de 5 % de son activité. Et il en fut de même dans la majorité des marchés de gros. En étudiant les méventes et les baisses de prix de 3 produits (salades, épinards et asperges), la Fédération a calculé que les maraîchers français avaient perdu, en moins de 2 semaines, 85 millions de francs. Si l'on ajoute à cela les pertes subies par les producteurs de fraises — 20 millions de francs — et celles enregistrées par les producteurs d'autres légumes (concombres, tomates, choux, etc.) qui s'élèvent sur la même période à 25 millions de francs, on arrive à 130 millions de francs qui sont à porter à la charge de Tchernobyl. Une réclamation a été envoyée au ministère de l'Agriculture. A ce jour, elle n'a toujours pas reçu de réponse. Les agriculteurs ne seront probablement jamais indemnisés parce que l'Union soviétique n'a pas signé la Convention de Paris qui regroupe la majorité de pays d'Europe et régleme le versement des indemnités en cas de catastrophe nucléaire. Les victimes étrangères de Tchernobyl ont une seule possibilité : se retourner contre l'exploitant soviétique ; leur "cas" sera alors jugé selon les règles du droit soviétique, autant dire que le plaignant n'aura pas le beau rôle.

Bref, on est très loin de connaître le prix total de la catastrophe. Mais il est logique de penser qu'il sera énorme, si on en juge par celui qu'a coûté un autre accident nucléaire infiniment moins grave : celui de Three Mile Island qui vient juste d'être calculé par une équipe de spécialistes américains.

C'était le 28 mai 1979 à Harrisburg en Pennsylvanie. On aurait frôlé la catastrophe. A la suite d'une série de problèmes techniques et d'erreurs humaines le cœur du réacteur n°2 avait fondu partiellement. De l'eau fortement radioactive s'était répandue dans le bâtiment du réacteur. L'enceinte

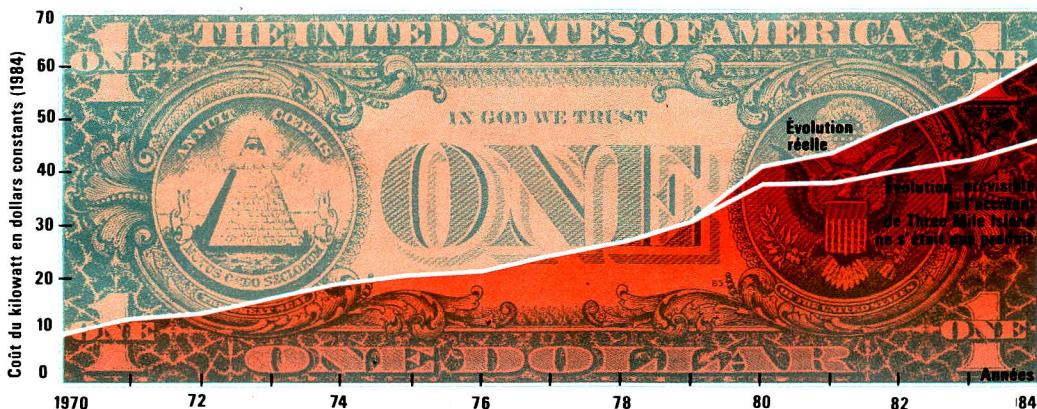
de confinement qui entourait le cœur avait heureusement empêché que d'importantes quantités de produits radioactifs se répandent vers l'extérieur. Il n'y avait eu aucune victime. La population et les produits agricoles ne furent guère contaminés. En revanche, cet accident aura coûté très cher à l'industrie nucléaire américaine et aussi aux consommateurs comme le prouvent les résultats des travaux d'une société spécialisée, Komanoff Energy Associates (1). 130 milliards de dollars pour les Etats Unis, une somme faramineuse répartie sur 13 ans, soit 871 milliards de francs, ce qui représente près de 5 fois le coût de l'ensemble du programme de la navette spatiale ou encore 3 % du produit intérieur brut des Etats Unis en 1984, ou le prix de la construction d'une centaine de centrales nucléaires ou encore 80 % du budget annuel de l'Etat français. Comment les spécialistes américains en sont-ils arrivés à ce chiffre ? En comparant l'évolution des différents coûts de la production d'énergie nucléaire avant et après l'accident de TMI. Ces coûts se rangent en quatre grandes catégories : les coûts liés à la construction et à son financement, les coûts de fonctionnement et de maintenance, les coûts du combustible et les coûts de déclassement des centrales. Ce dernier poste n'est d'ailleurs pas pris en compte par l'étude car l'accident de TMI n'a entraîné aucune "mise à la retraite" prématurée de réacteurs nucléaires.

Au moment de TMI, il y avait 69 réacteurs en service outre Atlantique et 57 en chantier répartis sur 37 sites. L'ensemble de ces centrales en cours d'achèvement aurait dû coûter globalement 66 milliards de dollars (2). Elles en coûteront effectivement 121 milliards (*dessin page ci-contre*). La différence fut attribuée à "l'effet" TMI, l'accident

(1) Présentés en mai dernier à la Conférence annuelle de l'American Association for the Advancement of Science.

(2) Tous les calculs ont été effectués en dollars 1984.

COÛT DE FONCTIONNEMENT ET D'ENTRETIEN



déclencha une telle panique parmi les responsables du nucléaire aux Etats Unis que toutes les normes de sécurité furent revues, que les réacteurs furent modifiés, que les délais de vérification et d'obtention des différentes autorisations administratives s'étalèrent. Bref, avant TMI, il fallait en moyenne 7,25 ans pour qu'un réacteur passe du stade de projet à celui de centrale opérationnelle. Après TMI ce délai moyen grimpa à 11 ans. Les modifications des centrales en chantier, l'accroissement des délais de construction et des frais financiers coûtèrent donc 55 milliards de dollars aux compagnies d'électricité. Parallèlement, le capital investi mettait donc aussi 3,75 années de plus avant de commencer à rapporter de l'argent. Ce manque à gagner fut estimé à 200 millions de dollars par réacteur soit 11 milliards pour l'ensemble du parc en construction. « Le kilowatt nucléaire américain, commente le responsable de l'étude, coûte 6 fois plus cher à produire aujourd'hui qu'en 1970. Sans TMI, ce prix aurait été multiplié par 3 seulement. »

Comme la durée des constructions s'allongeait, il fallut faire tourner à plein les centrales traditionnelles au fuel, et continuer à utiliser ce combustible là où l'électricité nucléaire aurait pu le remplacer. Résultat : la facture pétrolière des Etats-Unis s'alourdit et le prix du fuel — cher comparé à l'uranium enrichi — vint s'ajouter aux coûts imputables à l'accident de TMI. Le surcoût dû à l'utilisation de combustible traditionnel s'éleva à 4 milliards de dollars. En extrapolant aux 13 années que couvre l'étude, on arrive à un chiffre de 17 milliards de dollars.

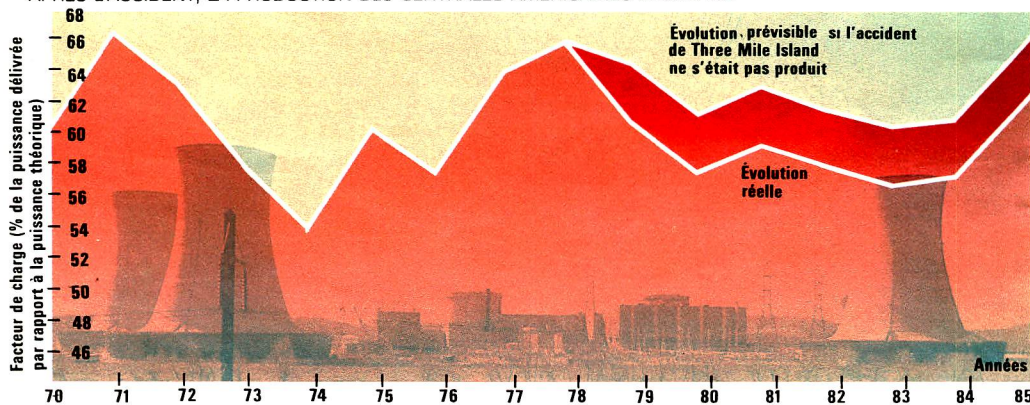
Outre les réacteurs qui n'étaient pas prêts à temps, il y eut tous ceux qui furent arrêtés durant des périodes plus longues que prévu afin de subir vérifications et modifications. Ainsi le facteur de charge diminua de 3,7% entre 1979 et 1985. Expliquons-nous, un réacteur est conçu pour fournir sur un an une certaine puissance théorique

maximale. Mais à cause des arrêts pour réparations et entretiens ou des réductions de fonctionnement en raison de la baisse de la demande, les réacteurs n'atteignent jamais cette puissance théorique, ils fournissent un nombre de kilowatts qui constitue leur puissance réelle. C'est le rapport de cette puissance réelle à la puissance théorique qui constitue le facteur de charge. Entre 1979 et 1985, la diminution de la production des centrales en fonctionnement représenta une chute de 4 000 mégawatts par an du total de la production d'électricité d'origine nucléaire des Etats-Unis (*dessin ci-dessous*) ; ceci correspond à une perte de 0,5 milliard de dollars par an durant sept ans. En extrapolant pour la période allant de 1986 à 1992, les spécialistes américains calculèrent que sur les 13 ans de l'étude, cet accroissement de la durée d'arrêt de l'ensemble des réacteurs avait coûté 5,5 milliards de dollars aux producteurs d'électricité.

Après l'accident, de nouvelles mesures de sécurité furent aussi mises en place, toutes les procédures de fonctionnement des réacteurs révisées, certaines équipes doublées, de l'argent investi pour modifier les réacteurs, de nouveaux systèmes de contrôle installés, etc. Bref, les coûts de fonctionnement et de maintenance des centrales grimpèrent en flèche (*dessin page 37*). Ils avaient déjà amorcé une hausse dans le courant des années 1970, celle-ci s'accéléra de façon très nette, et l'équipe américaine calcula que l'impact de l'accident se chiffrait à 38 milliards de dollars.

Au bout du compte, en ajoutant les coûts supplémentaires liés à la construction, à ceux du combustible et à ceux d'exploitation, on arrive à la coquette somme de 126,5 milliards de dollars (55 milliards + 11 milliards + 17 milliards + 5,5 milliards + 38 milliards) à laquelle il convient d'ajouter le coût de la mise au chômage durant 6 ans du réacteur n° 1 de la centrale d'Harrisburg et celui du nettoyage et du déclassement du réacteur n° 2. On arrive ainsi à l'ardoise salée

APRÈS L'ACCIDENT, LA PRODUCTION DES CENTRALES AMÉRICAINES A DIMINUÉ



de 130 milliards de dollars soit 500 dollars (3 500 F) par Américain. De quoi décourager toute compagnie qui avait l'intention de se lancer dans la production d'énergie nucléaire et, de fait, à la suite de Three Mile Island, il n'y eut plus une seule commande de réacteur nucléaire outre Atlantique.

Les causes de l'accident de la centrale d'Harrisburg ont été étudiées par l'ensemble des pays dotés de réacteurs nucléaires ; chacun en a tiré des leçons, et certains ont modifié leur parc de réacteurs et leur façon de l'exploiter. Or, tout changeait à son prix. « En France, explique Pierre Bacher, directeur adjoint de l'équipement d'EDF, les modifications que nous avons apportées à l'exploitation de nos centrales à la suite de Three Mile Island, se chiffrent à un milliard de F que nous déboursèrent sur 8 ans. » Ce chiffre englobe le coût des études — environ 100 millions de F —, et les modifications des équipements et des procédures. Ainsi à Three Mile Island, l'une des soupapes du pressuriseur de la chaudière qui devait laisser échapper la vapeur en cas de surpression, mais se refermer aussitôt après, s'était coincée, laissant des produits radioactifs se répandre dans tout le bâtiment du réacteur. EDF décida donc de revoir totalement la conception de cette pièce. De nouvelles soupapes furent mises au point par la société SEBIM. Et en principe, l'ensemble des tranches nucléaires à eau pressurisée devraient en être équipées à la fin de cette année. Coût de l'opération : 500 millions de francs. On installa également dans chaque centrale des groupes électrogènes qui, mus par la vapeur même de la chaudière, permettent de contrôler l'installation en cas de disparition totale de l'alimentation électrique. Montant de la facture : 30 millions de francs. Parallèlement, les équipes d'EDF ont modifié les salles de commande. Si un incident grave survenait, des centaines de voyants se mettraient à clignoter, des imprimantes crépitaient de tous les côtés et très vite les opérateurs ne sauraient plus où donner de la tête.

Maintenant toutes les informations — et elles seules — nécessaires à la surveillance de la crise, sont rassemblées sur un unique panneau, baptisé "panneau de sûreté". On s'est également aperçu que les tableaux de commandes n'étaient guère lisibles ; ils furent transformés. Ces modifications, aujourd'hui effectuées sur l'ensemble du parc, se chiffrent à 140 millions de francs. C'est également à la suite de l'accident de TMI qu'on s'est aperçu que les manuels de

UN ACCIDENT GRAVE TOUS LES 6 ANS ?

Les industriels du nucléaire le clamaient bien haut : la probabilité pour qu'un accident sérieux se produise était inférieure à 1 sur un million d'années de fonctionnement-réacteur. En un mot, si l'on ajoutait bout à bout, le nombre d'années de service de l'ensemble des centrales dans le monde, il faudrait atteindre au moins le chiffre d'un million pour qu'une catastrophe survienne. Pour en arriver là, les experts avaient calculé les chances de mauvais fonctionnement de chacun des composants vitaux d'un réacteur, leurs conséquences sur les autres éléments du système et ils en avaient déduit la probabilité d'un accident.

En utilisant cette méthode, les auteurs du rapport Ramussen, qui durant des années fit autorité en matière de sûreté nucléaire, calculèrent qu'il y avait une chance sur deux pour qu'une catastrophe se produise à l'intérieur d'une fourchette de 23 000 à 100 000 ans de fonctionnement-réacteur.

Ces calculs théoriques sont totalement irréalistes, expliquent deux chercheurs — un suédois et un allemand —

dans une lettre adressée à l'hebdomadaire *Nature*. Aujourd'hui, il y a 374 réacteurs en service dans le monde. Ils totalisaient fin mai 1986, 4 000 ans de fonctionnement durant lesquels il y eut deux accidents très graves — Three Mile Island et Tchernobyl —. Il faut donc recommencer tous les calculs de probabilité à partir de ces données réelles et abandonner les calculs théoriques. C'est ce que firent les deux scientifiques. Leurs résultats sont alarmants. Ainsi, avec le parc de centrales actuellement en fonctionnement, il y a 95 % de chances pour qu'une nouvelle catastrophe se produise dans les 20 ans à venir, ou 86 % de chances pour que ce soit dans les 10 ans à venir ou encore 70 % de chances pour qu'elle survienne dans les 5,4 prochaines années. De quoi nous faire froid dans le dos ! Il est vrai qu'une forte probabilité n'équivaut pas à une certitude, mais ces chiffres donnent à réfléchir puisqu'ils sont basés sur l'expérience et non plus sur quelques données théoriques.

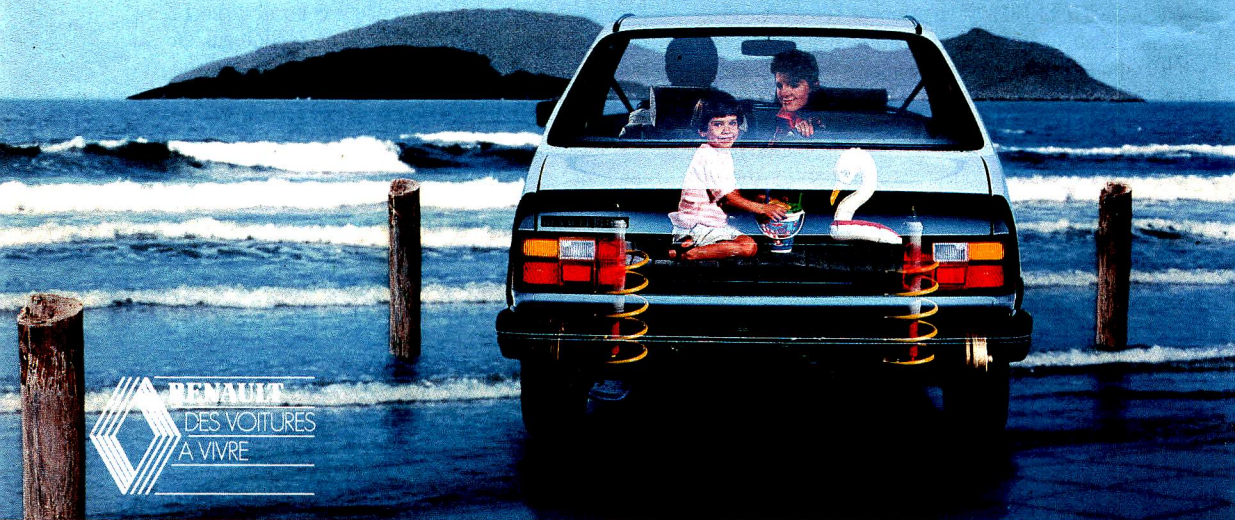
pilotage des centrales en état de crise étaient pratiquement incompréhensibles pour les techniciens. Tous les manuels furent réécrits, tous les personnels concernés furent renvoyés en formation. Coût : 150 millions de francs. A cela il convient d'ajouter un ensemble de petites modifications qui portent le total de l'ardoise post-TMI à 1 milliard de francs. Enfin, depuis l'accident, EDF a créé dans chaque centrale un poste d'ingénieur de sûreté et de radio-protection qui, en permanence, supervise la conduite de la centrale en cas de crise. Il y en a 130 aujourd'hui. Coût : 70 millions par an.

L'accident de TMI a coûté très cher à l'industrie nucléaire dans son ensemble. Si la sûreté des réacteurs a été accrue de façon notable, tant mieux. Tchernobyl coûtera encore plus cher, mais des vies humaines ont été et seront encore perdues. De cette tragédie, les exploitants de centrales tireront aussi des leçons. Combien faudra-t-il encore d'événements de cette envergure pour que les responsables du nucléaire reconnaissent enfin qu'une catastrophe aux conséquences difficilement appréciables peut toujours arriver, qu'elle peut être déclenchée par un enchaînement d'événements imprévisibles et prendre des proportions inattendues.

Il est simplement incroyable qu'il faille attendre des Three Mile Island et des Tchernobyl pour s'apercevoir qu'il subsiste des points faibles dans les centrales nucléaires.

Françoise Harrois-Monin

Les châteaux de sable de Benjamin,
c'est pour ça que j'ai acheté
une Occasion Garantie OR Renault.
200 kilomètres tous les week-ends
avec mon architecte en herbe,
il me fallait une voiture contrôlée
sous tous les angles.
Et une pelle et un seau, évidemment.

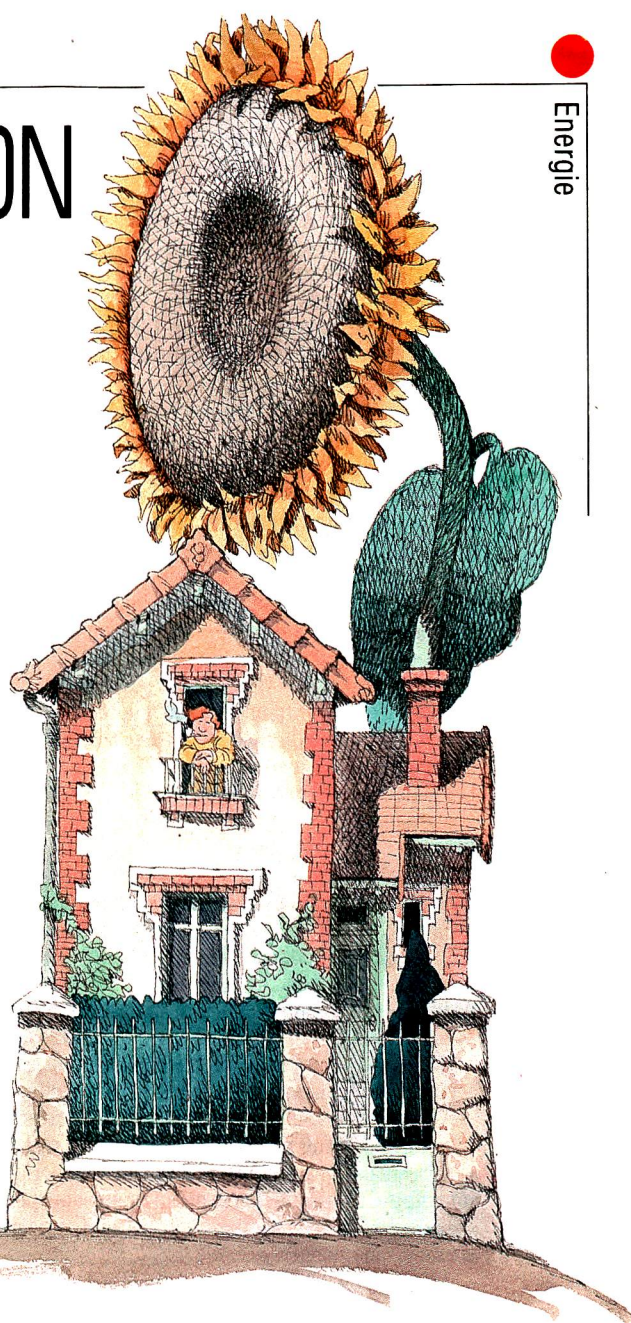


Sélection, remise en état exclusivement avec des pièces d'origine, 67 contrôles impératifs, garantie 6 mois pièces mécaniques et main-d'œuvre, kilométrage illimité, dans toute la France. La Garantie OR, c'est l'engagement personnel de chaque concessionnaire Renault.

OCCASION GARANTIE OR RENAULT
La Transparence

LA CIVILISATION SOLAIRE

Devenir un jour indépendant des pétroliers, d'EDF, des factures et des taxes semble un rêve. Pourtant l'énergie déversée sur nous par le Soleil est gratuite, ce qui devrait permettre à chacun d'être libre et autonome. La lumière, on sait déjà la capter avec des cellules. Mais il faut encore apprendre à stocker cette énergie avec un rendement comparable à celui du monde végétal ou animal.



Lorsqu'un précédent gouvernement décida de construire cinquante centrales nucléaires, les plus éclairés parmi les partisans de cette voie admettaient qu'il s'agissait d'une solution de transition, et que le nucléaire laisserait un jour la place à l'énergie solaire lorsqu'elle serait mieux maîtrisée.

Cependant, on n'a guère investi depuis pour faire progresser les photopiles et systèmes de stockage électriques, pour atteindre les performances de leurs équivalents biologiques. Aucun programme de recherche appliquée ne s'est attaqué sérieusement au problème, alors que des milliards continuaient à être investis dans la filière nucléaire. L'enjeu n'a pas

non plus été clairement discuté ni compris du public, auquel le nucléaire est encore trop souvent, et trompeusement, présenté comme la solution de l'avenir. Aux Etats-Unis, des centrales photovoltaïques importantes ont été construites et l'opinion publique a davantage conscience des possibilités fantastiques de cette approche. Au Japon, le gros effort effectué en matière photovoltaïque a produit les "tuiles solaires" au silicium amorphe, dont la fabrication en série ne sera pas beaucoup plus coûteuse que celle des tuiles traditionnelles.

Chlorophylles et batteries biochimiques. Malgré toute la sophistication de notre industrie, nous sommes

encore incapables de faire ce que fait la nature lorsqu'elle capte pendant l'été l'énergie solaire ; par les feuilles des arbres, les herbes, les algues vertes, etc. Lorsqu'elle stocke cette énergie, sous forme d'amidon dans les pommes de terre, de sucre dans les betteraves et les rayons des abeilles, de graisse dans les pingouins, les marmottes et les hommes, pour les nourrir pendant l'hiver. C'est pourtant la voie qui présente le plus d'avenir pour alimenter en énergie la civilisation humaine.

Malgré les efforts des chercheurs, la science n'a pas encore entièrement élucidé les mécanismes de la photosynthèse, ce processus photochimique perfectionné par des milliards d'années d'évolution naturelle, qui fait d'une modeste feuille verte une sorte de photopile à haute performance et faible coût. Les chlorophylles, matériaux fondamentaux de cette photopile, sont des molécules compliquées qui comportent des atomes de magnésium. Les étapes initiales du processus de photosynthèse comportent des transferts d'électrons après absorption des quantas d'énergie lumineuse, ou photons⁽¹⁾. Les étapes ultérieures du processus convertissent sous forme chimique l'énergie portée par ces électrons. Les molécules de sucre $(CH_2O)_n$ synthétisées ensuite sont stockables et peuvent restituer en temps utile l'énergie d'origine solaire⁽²⁾.

Capter l'énergie solaire n'est pas suffisant. Il faut aussi la stocker et pouvoir la réutiliser plus tard sans qu'elle ne se soit dissipée entretemps. Sous les climats tempérés ou polaires, il est essentiel, pour les végétaux, comme pour les animaux et les hommes, qu'une réserve importante soit constituée pour passer l'hiver. Les arbres à feuilles caduques utilisent cette réserve pour reconstituer leur feuillage au printemps. Les animaux pour effectuer leurs migrations sans manger en route. Les manchots Adélie restent plusieurs mois sans manger. Des vols d'oies franchissent l'Himalaya sans manger, après un long périple migratoire. L'ours, bien gras en automne, dort pendant l'hiver. Un homme obèse peut, paraît-il, survivre six mois sans manger.

Alors qu'il semble n'exister dans la nature qu'un seul type de photopile, à base de ces petits granules verts, les chloroplastes, que l'on voit au microscope dans les cellules des feuilles, il existe au contraire une grande variété de stockages, utilisant différentes molécules chimiques et des architectures aussi variées que l'albumine de l'œuf, l'amidon du grain de blé, et même les fourmis "pot à miel", véritables citernes à pattes qui servent de réserves ambulantes dans certaines fourmilières.

Il existe des systèmes de stockage d'énergie à court terme, notamment sous forme d'adénosine

triphosphate (ATP), une molécule qui se forme et se détruit constamment dans notre organisme, et aussi de glycogène, sorte de sucre polymérisé qui est stocké dans notre foie. Il y a aussi des stockages à long terme, sous forme de graisse.

L'utilisation de ces réserves peut produire les différentes formes nobles ou dégradées de l'énergie : énergie mécanique, électricité, lumière, chaleur, et aussi l'énergie nécessaire aux synthèses chimiques de l'organisme. Chez les poissons électriques, par exemple — dont il existe de nombreuses espèces comme la raie torpille de nos côtes ou l'anguille gymnote de l'Amazonie —, des tissus spécialisés fournissent de l'électricité à haute tension, avec une intensité de 0,5 ampère sous 500 volts. Les vers luisants, lucioles et autres animaux lumineux produisent de la lumière froide, par des réactions biochimiques qui réalisent en quelque sorte le processus inverse de la photosynthèse, mais utilisent des réactifs différents.

Tous ces mécanismes naturels sont plus raffinés que ceux de notre économie moderne. Ils sont plus économiques : les feuilles des arbres sont beaucoup moins chères que nos actuelles photopiles. Ils sont plus efficaces et utilisent des processus à rende-

COPIER LES CENTRALES SOLAIRES

La chenille du grand paon de nuit (1) accumule l'énergie qui servira à la conservation de l'espèce. Le papillon qui sortira du cocon après 10 mois de chrysalidation est, en effet, incapable de se nourrir. Le vol du mâle à la recherche de femelles, dont il détecte le parfum à plusieurs kilomètres de distance, est ainsi l'une des innombrables formes d'utilisation de l'énergie solaire captée et stockée par des processus biochimiques.

Le gymnote de l'Amazonie (2), comme de nombreuses espèces de poissons, est équipé d'une centrale électrique plus perfectionnée que nos centrales "chaudes" ; elle utilise à froid la réserve de graisse de l'animal comme source d'énergie pour produire des tensions de 500 volts avec des courants de 0,5 ampère. Il s'agit bien d'électricité solaire, puisque cette énergie provient de la végétation consommée par l'animal ou par ses proies. Cette électricité lui sert notamment pour communiquer avec ses congénères, naviguer, repérer et tuer ses proies.

Les cellules de cette mousse aquatique (3), vues ici au microscope, révèlent leurs chloroplastes, granules verts bourrés de chlorophylle, qui sont en quelque sorte les photopiles du monde végétal. Dans ces granules, l'énergie lumineuse absorbée est d'abord convertie en électricité, puis mise sous forme chimique par une chaîne complexe de réactions qui fournit l'énergie nécessaire à l'organisme.

Pourrions-nous un jour réaliser des systèmes solaires aussi propres, efficaces, non polluants et peu coûteux, décentralisés et comportant un stockage à long terme ?

(1) "Les récepteurs membranaires", Bockaert J., *La Recherche*, juillet 86.

(2) "La photosynthèse des plantes", Somerville R. C. et Somerville S. C., *La Recherche*, avril 84.

ment élevé, car l'évolution a favorisé depuis des millions d'années toutes les mutations qui ont amélioré les rendements (celui d'une centrale nucléaire ne dépasse pas 30 %, alors qu'il est sans doute plus élevé chez les poissons électriques). Ils sont non polluants et n'épuisent pas de gisements.

Lorsque nous saurons capter, stocker et utiliser l'énergie lumineuse qui tombe sur les toits et les jardins aussi bien que le font les organismes vivants, cela suffira à nos besoins puisque la consommation énergétique moyenne d'une famille correspond en gros à l'énergie solaire que reçoit une toiture de 100 à 200 m², avec 10 % de rendement

Les moyens actuels de stockage d'énergie. Face à cette foison de solutions biologiques au problème du stockage, nous avons bien expérimenté ces dernières années quelques formes comparative-ment primitives de stockage intersaisonnier : piscines d'eau chaude enfouies sous terre et censées chauffer la maison en hiver grâce à la chaleur solaire captée en été ; tas de pierres dans la cave ; sels qui fondent et restituent la chaleur lorsqu'ils se solidifient. Ces formes de stockage qui ne semblent pas avoir été adoptées dans le monde vivant, sont

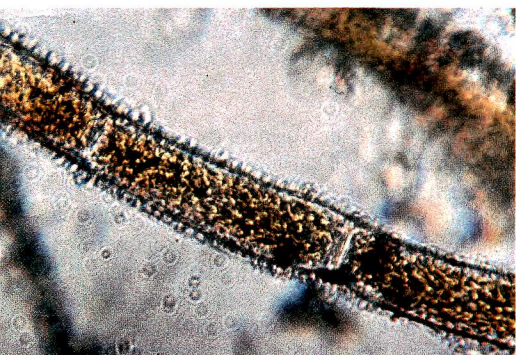
bien peu évoluées si on les compare aux extraordinaires mécanismes de gestion énergétique qui existent dans la nature. Eux font appel à des réactions biochimiques subtiles et non à la chaleur, chaleur spécifique ou chaleur latente de changement de phase, qui nécessitent des masses importantes de matériau et une isolation thermique efficace.

Nos moyens de stockage à court terme sont un peu plus avancés : les batteries électriques ont des rendements atteignant 70 %, mais leur poids est tel qu'aucun avion électrique n'a encore pu accompagner les oies au-dessus de l'Himalaya. La graisse qui alimente le vol de l'oiseau est à peu près aussi légère que l'essence, et beaucoup plus que les batteries électriques sous leurs formes actuelles. En outre, ces batteries se déchargent spontanément en quelques mois, et leur durée de vie est limitée à quelques années.

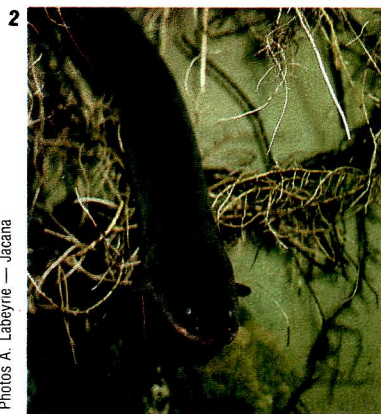
Les stockages hydrauliques, tels que les utilise EDF pour régulariser le réseau électrique, sont également efficaces mais peu pratiques étant donné les volumes d'eau nécessaires. Les 6 milliards dépensés pour le barrage de Grandmaison, qui défigure un site des Alpes, en disent long sur la lourdeur de cette approche, qui n'est praticable que dans un petit nombre de sites montagneux.

Les réserves de pétrole et de charbon sont évidemment des stocks énergétiques, mais que l'on ne reconstitue pas actuellement à partir de l'énergie solaire, et que l'on ne sait pas encore convertir efficacement en énergie, en raison du rendement limité des processus thermiques de conversion. Comme la forêt, la tourbe se reconstitue à mesure qu'elle est exploitée si l'on prend garde de ne pas perturber l'écosystème de la tourbière. Cela a été et reste un moyen de capter et stocker l'énergie solaire. Depuis des siècles, la ville de Nantes se chauffe en hiver avec la "motte" récoltée dans les marais de la Grande Brière. Là encore, cependant, la conversion en une forme noble d'énergie ne se fait pas avec un très bon rendement.

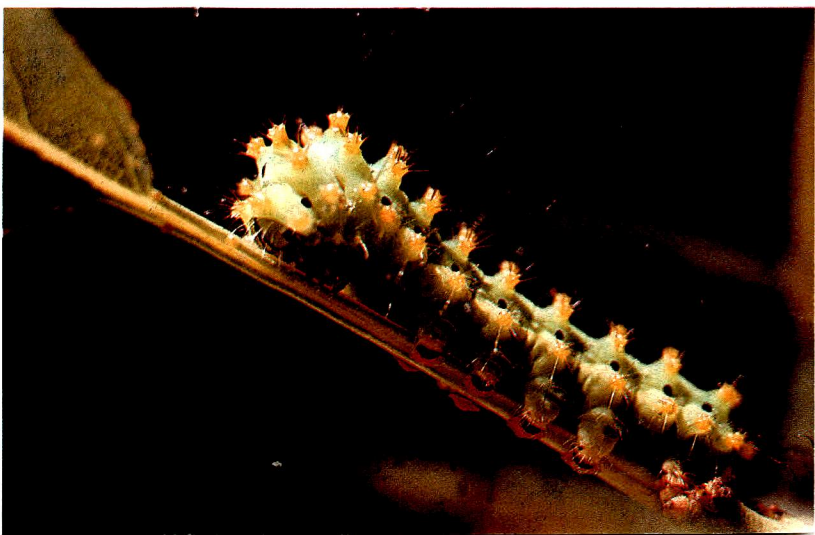
BIOLOGIQUES



3



1



Progrès souhaitables de la filière photovoltaïque. Un jour, dans quelques décennies si nous ne perdons pas de temps, nos toits seront comme les feuilles des arbres : ils collecteront en été l'énergie gratuite envoyée par le Soleil. Elle sera stockée sous une forme commode : une réserve de graisse, ou d'hydrocarbure, de sucre ou encore d'amidon. En hiver, l'énergie stockée sera disponible pour éclairer la maison, animer ses gadgets électroniques, ses lumières et ses ordinateurs. Cela permettra également de la chauffer.

Des tuiles solaires pourraient par exemple produire de l'essence comme le font d'ailleurs certains arbres (des plantations d'euphorbes destinées à produire de l'essence ont été faites aux Etats-Unis) ou d'autres composés énergétiques. Ces composés, stockables à long terme sans pertes, produiront à la demande de la chaleur ou de l'électricité, comme le font les poissons électriques, c'est-à-dire sans combustion mais à froid, par l'intermédiaire de réactions chimiques à haut rendement.

Telle est la logique du photovoltaïque. Une fois adoptée à grande échelle, cette approche somme toute naturelle de l'économie énergétique rendra inutiles les lourdes centrales, thermiques ou nucléaires, que nous utilisons actuellement dans notre ignorance. En effet, il est facile de calculer que la seule surface des toits exposés au Soleil permet en principe de produire plus d'énergie que les centrales classiques et nucléaires existantes (**voir encadré p. 46**). Cela est vrai en France, mais aussi dans les pays défavorisés par l'ensoleillement. Même dans les régions polaires, l'ensoleillement estival, qui est continu grâce au Soleil de minuit lorsqu'il n'y a pas de nuages, est suffisant pour satisfaire à longueur d'année les besoins énergétiques de la population humaine vivant dans ces régions si l'on sait stocker l'énergie pendant les longs mois d'hiver. Dans les régions tropicales, les solutions sont plus simples car le stockage intersaisonnier est moins nécessaire.

Les principaux maillons de la chaîne sont en principe déjà disponibles, mais pas encore sous leurs formes les plus raffinées : sur le toit, des photophiles éclairées par le Soleil font de l'électricité. Celle-ci peut être utilisée pour produire de l'hydrogène par électrolyse de l'eau. L'hydrogène peut être stocké indéfiniment sans pertes, par exemple dans des réservoirs remplis d'hydrure de fer. Il peut aussi être brûlé pour se chauffer ou encore produire de l'électricité à froid en régénérant de l'eau, grâce à un dispositif connu sous le nom de pile à combustible.

Les accumulateurs ordinaires du commerce font presque la même chose, mais sont inutilisables pour le stockage intersaisonnier, en raison de leurs fuites électriques internes. Les accumulateurs de la nature n'ont pas ce défaut : qu'il s'agisse de la

DES APPLICATIONS SOLAIRES AUJOURD'HUI

Avec 1 m² de cellules photovoltaïques (**photo 1**), l'auteur de cet article éclaire sa maison et fait marcher la radio, la télé, la chaîne hi-fi, le micro-ordinateur, le frigo et tout l'électroménager. Mais l'électricité solaire a déjà d'autres applications dans différents domaines. Quelques exemples parmi d'autres : le Tour de Sol, en juillet 1984, de Romanshorn à Genève, fut la première course pour véhicules solaires (**2**) ; l'Américain McCready a fait traverser la Manche à son avion *Solar Challenger*, en 1981, grâce à la seule énergie fournie par les photophiles qui tapissaient les ailes et la queue de l'appareil (**3**) ; le phare de Port-Camargue fonctionne sur panneaux solaires (**4**). Ces utilisations aujourd'hui originales pourraient dans un avenir pas trop lointain devenir courantes.

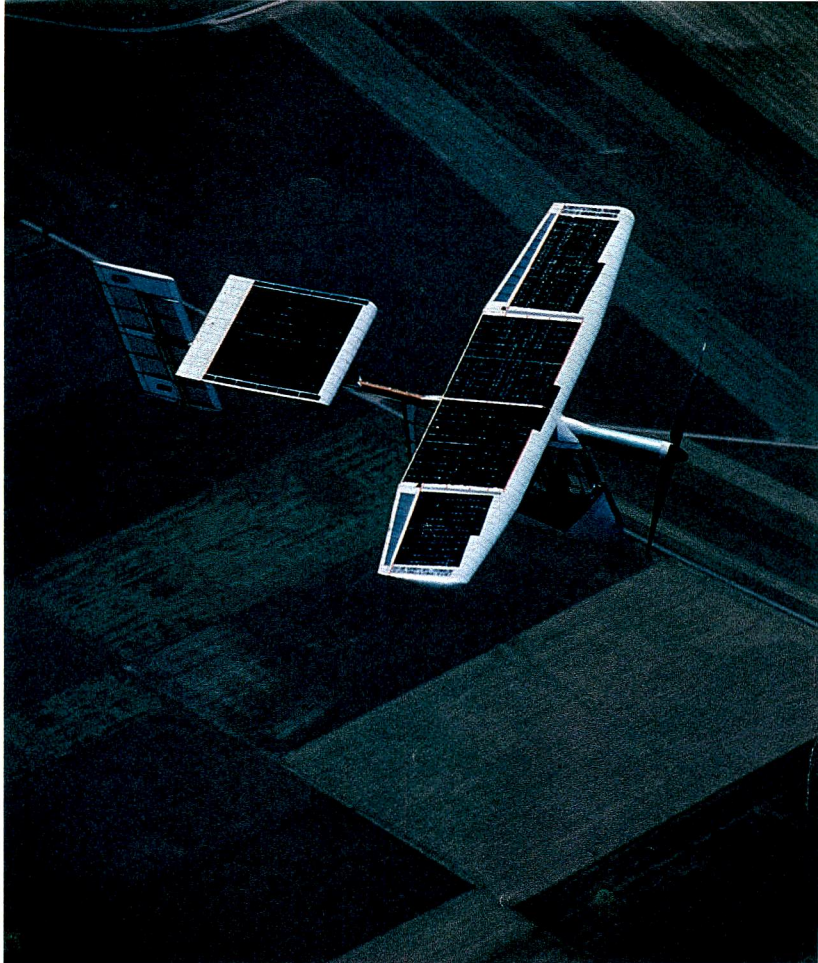
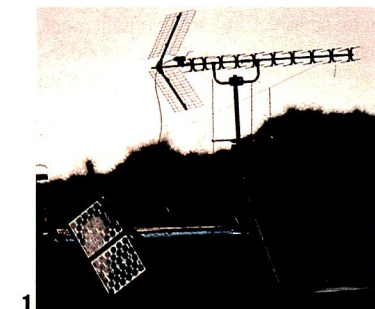


pomme de terre, de l'oignon, de la carotte, de la betterave à sucre, du manioc, de la ruche à miel, du loir bien gras en automne ou du manchot Adélie également gras avant de rester trois mois sans manger, les accumulateurs naturels sont remarquablement efficaces pour la régulation énergétique intersaisonnaire. Au lieu de plomb, de nickel, de cadmium ou autres matériaux coûteux, ils utilisent des matériaux partout présents dans l'air ; carbone, hydrogène et oxygène, qui sont en outre non polluants et recyclables. C'est ce qu'il nous faut parvenir à imiter. C'est l'un des buts les plus nobles que peuvent se fixer actuellement la chimie et le génie génétique.

Dans un premier temps, ce sont actuellement la physique du solide et la chimie minérale qui créent des systèmes simples de photopiles, de batteries, etc. Quelques progrès sont en vue de ce côté : le silicium amorphe donne maintenant des photopiles économiques et très minces (une couche épaisse d'un millième de millimètre, sur un support en verre ou en céramique) ; les piles au lithium gardent la charge dix ans et sont très légères, mais ne sont malheureusement pas rechargeables.

Mais il est clair que les possibilités des composés

II ORIGINALES... MAIS DEMAIN ?



minéraux sont beaucoup moins riches que celles offertes par les molécules organiques, étant donné l'extraordinaire diversité des configurations électroniques que permettent ces dernières. Les unités fonctionnelles complexes mises au point par l'évolution biologique, comprenant des molécules comme la chlorophylle, l'hémoglobine, l'adénosine triphosphate qui est le carburant de nos cellules, ont probablement des propriétés exceptionnellement favorables pour les futurs systèmes artificiels, puisque leur formule a été optimisée par le nombre incalculable d'essais qu'a effectués l'évolution depuis trois milliards d'années. Pourquoi donc ne pas chercher à utiliser ces mêmes unités dans nos systèmes énergétiques ? La collaboration de biochimistes, physiologistes, généticiens avec des physiciens est nécessaire pour créer des structures de type biologique adaptées à nos besoins.

Il est donc tentant d'imaginer que l'avenir à long terme du photovoltaïque évolue vers une sorte de domestication de la photosynthèse. En rêvant un peu, on peut imaginer cultiver sur le toit une variété de mousse qui produit de l'huile ou du sucre. Que ce produit soit excrété et s'écoule continuellement dans un réservoir de stockage intersaisonnier,

nourrissant un aquarium plein de petits poissons électriques, lesquels chargent une batterie de stockage à court terme.

Comment persuader les petits poissons de se laisser "traire" leur électricité ? Par dressage : pour obtenir leur nourriture il faudra qu'ils viennent se frotter aux électrodes qui conduisent vers la batterie. Un microprocesseur ajustera la récompense à l'effort. Pour augmenter les rendements, on ne manquera évidemment pas d'appliquer à nos poissons pondérateurs d'électrons tous les types de sélections et manipulations génétiques qui ont conduit de la vache sauvage aux super-laitières.

Nous ignorons quelles valeurs de rendement pourraient être obtenues, mais il ne serait pas surprenant que le rendement global puisse dépasser celui des systèmes photovoltaïques actuels. Le rendement global de la photosynthèse n'est que de 1 à 2 % en moyenne, mais il dépasse cependant 15 % dans des conditions favorables. C'est mieux que les actuels systèmes associant à des photopiles un électrolyseur et une pile à combustible.

Dans les régions tropicales, la réserve intersaisonnière est inutile, de sorte que des aquariums pourraient directement être intégrés dans la toiture.

Le toit-aquarium comporterait des algues vertes nourrissant directement les poissons. Pourquoi ne pas le faire dans une piscine à côté de la maison ? C'est sans doute possible, mais les toits ne manqueraient pas de devenir "actifs" car leur surface au Soleil est actuellement bien mal utilisée.

Etant donné les succès actuels du génie génétique, il est peut-être envisageable que l'on puisse un jour utiliser des micro-organismes "électriques" au lieu des poissons, voire cumuler dans une même micro-algue les fonctions de photosynthèse, stockage à long terme et production électrique. De meilleurs rendements pourraient en résulter.

Une industrie de moins en moins lourde. « Mais

l'industrie, les usines, l'économie, il leur faudra bien de l'énergie en abondance », ne manquent pas d'objecter les gens sensés. C'est vrai actuellement, mais cette industrie traditionnelle disparaîtra dans le même temps qu'il faudra pour créer la civilisation solaire. Si l'on observe l'évolution du paysage industriel, on constate en effet qu'il change vite actuellement. Certes, elle existe encore la bonne vieille industrie lourde héritée du XIX^e siècle, avec ses hauts fourneaux, ses raffineries, ses minerais et ses fumées. Mais elle est concurrencée par des industries nouvelles qui sont plus légères et plus diluées, qui doivent être plus petites pour réussir à s'adapter aux évolutions techniques de plus en plus rapides et imprévisibles qui caractérisent le monde moderne.

L'évolution vers une micro-industrie semble inévitable : robots enfantant des robots sur le site même où ils seront utilisés, convergence des processus de fabrication vers ceux du monde vivant, transport d'information plutôt que de matière ou d'énergie. Les métaux, déjà concurrencés par les polymères, disparaîtront de la scène.

Le rythme de cette évolution est évidemment très lent, alors que nous sommes pressés de pouvoir nous passer du nucléaire. Nous devons donc commencer à créer la civilisation solaire sans attendre qu'aient disparu l'industrie grosse consommatrice et autres vestiges de l'ère industrielle. L'émergence des nouveaux modes de vie, des attitudes anti-consummation, contribuera à faire décroître le gaspillage énergétique qui se nourrit des centrales. Nous pouvons dans dix à vingt ans, si nous mettons le paquet, avoir des systèmes solaires fournissant une part importante de l'énergie. Nous pouvons simultanément faire décroître les gaspillages énergétiques de la vieille industrie. Nous pouvons créer des "villages nouveaux", orientés vers les nouvelles techniques énergétiques, la création intellectuelle et une meilleure qualité de vie, grâce aux concepts écologiques et une moindre dépendance envers le système industriel.

Où en est-on aujourd'hui ? S'il est clair que des filières photovoltaïques très variées sont possibles

L'ÉNERGIE VENUE DES TOITS



Pourquoi les toits ? On peut estimer qu'il y a en moyenne l'équivalent de 50 m² de toit horizontal pour chacun des 50 millions de Français, et 200 m² pour une famille moyenne de quatre personnes si l'on tient compte de tous les bâtiments disponibles.

EDF produit actuellement 264 milliards de kilowatts-heure par an d'électricité. Ce chiffre peut être divisé par 12 millions, le nombre de familles de quatre personnes dans la population française. Une fraction mal connue de la production électrique se perd en route, dans les câbles et les transformateurs, de sorte que la consommation électrique réelle, directe et indirecte, de la famille moyenne est de l'ordre de 20 000 kilowatts-heures chaque année, consommés en partie à la maison, en partie au travail, et sous la forme des biens de consommation achetés. Comparons ce chiffre à ce que produit un toit de 200 m² recouvert de photopiles.

La puissance reçue du soleil est un kilowatt par mètre carré exposé au mieux, c'est-à-dire perpendicu-

lairement aux rayons, en plein soleil. Selon Fogelman et Montloin (dans *Installations photovoltaïques dans l'habitat isolé*, Edisud), en tenant compte de l'inclinaison variable des rayons, de la nuit, du mauvais temps, etc., un plan fixe orienté au sud, incliné à 45° reçoit 1 200 à 1 800 kWh/m² par an en France. Sachant que le rendement des photopiles dépasse actuellement 10 % (il pourrait un jour dépasser 30 % selon les études théoriques), on voit que 200 m² de toiture exposée au sud produisent au moins 20 kW de puissance électrique lorsque le soleil est orienté au mieux, et 24 000 à 36 000 kilowatts-heure par an d'énergie sous forme électrique.

Notons que la différence entre les régions les plus ensoleillées et celles qui le sont moins n'est pas considérable. Notons aussi, que même dans le plus mauvais cas, la famille moyenne produirait plus d'électricité solaire (24 000 kWh) que sa consommation électrique actuelle, directe et indirecte.

Ajoutons que la consommation actuelle sera sensiblement réduite, sans perte de confort, à mesure que se perfectionnera le matériel ménager. En ce qui concerne le chauffage, notamment, les techniques de l'architecture solaire peuvent fournir un appoint considérable. En hiver, les 90 % d'énergie solaire qui ne sont pas convertis en électricité par les photophiles, du fait de leur rendement, peuvent servir à chauffer la maison (une façon de le faire est de monter les photophiles à l'intérieur de capteurs thermiques).

dans l'avenir, qu'en est-il dans l'immédiat ? Y en a-t-il qui soient déjà disponibles pour commencer à concurrencer les centrales ? La réponse est oui. Le silicium amorphe et le stockage sous forme d'hydrogène sont des procédés suffisamment au point pour commencer à en équiper les maisons.

Les photopiles au silicium amorphe viennent d'arriver sur le marché. Il n'y a pas une grosse baisse de prix pour l'instant, mais leur technique de fabrication est potentiellement beaucoup plus économique que pour les "vieilles" photopiles, découpées dans des cristaux de silicium. Le silicium amorphe est déposé sur du verre en couche mince. Son rendement dépasse 10 % en laboratoire. Il peut être déposé sur des tuiles et leur donner différentes couleurs. La durabilité est encore mal connue, et l'on espère qu'elle deviendra aussi bonne que pour le silicium cristallin, lequel survit plus de vingt ans sous les climats les plus rudes.

En attendant d'éventuels capteurs biologiques, qui ne verront pas le jour avant une bonne décennie, le silicium amorphe devrait bientôt permettre de recouvrir des toitures entières pour un prix abordable. Des panneaux au silicium amorphe sont produits par Sanyo au Japon, Sovonics aux USA, Kronar en Irlande. En France, Solems produit des micro-panneaux et annonce des panneaux pour applications de puissance.

Les batteries de stockage actuelles, voisines des batteries de voitures, sont lourdes, fragiles, et conservent mal la charge. Elles seraient trop coûteuses pour accumuler la production électrique d'un toit pendant tout l'été, d'autant plus qu'elles se dégradent après seulement cinq à dix ans de service. Des efforts sont faits pour les améliorer pour la voiture électrique. Mais les applications domestiques solaires ne semblent par contre guère étudiées en France.

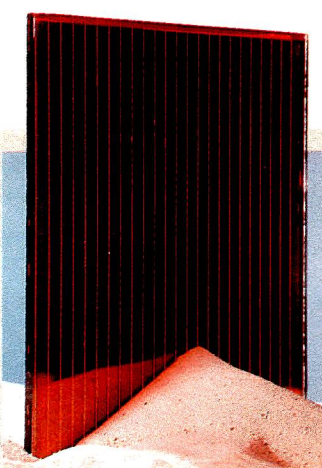
En attendant les futures batteries de type "biochimique", imbibées de sucre ou de graisse, l'hydrogène semble utilisable dans l'immédiat comme produit de stockage. L'électricité des photopiles décompose l'eau en hydrogène et oxygène. L'hydrogène, mis en conserve, peut régénérer l'eau et

LES PHOTOPILES À SILICIUM AMORPHE MOINS CHÈRES ET PLUS PRATIQUES

Le silicium amorphe hydrogéné est un matériau nouveau particulièrement prometteur pour la fabrication en grande série de photopiles peu coûteuses : leur prix de revient est d'environ 50 % inférieur à celui des photopiles à silicium cristallin. Autre intérêt de ce matériau : au lieu des panneaux relativement épais et rigides des cellules photovoltaïques classiques, le silicium amorphe peut être déposé sur des surfaces de toutes formes, par exemple sur un support de la même forme et de la même couleur que les tuiles (**photo ci-dessous**) des toits des différentes régions.

Le silicium amorphe peut ainsi être déposé sur du verre (**photo ci-dessus**), de la céramique ou du métal, en décomposant grâce à une charge électrique du gaz silane (SiH_4). Les éléments ainsi obtenus comportent plusieurs couches, épaisses seulement d'un millième de millimètre. Ils sont équipés d'électrodes collectrices reliées aux deux fils qui écoulent les charges électriques.

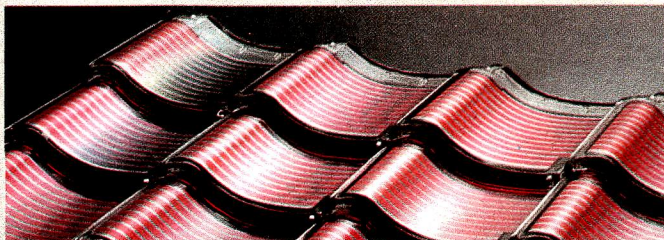
Des tensions de fonctionnement va-



riées sont facilement obtenues en subdivisant la surface de la cellule en éléments reliés en série.

Le rendement des cellules, qui dépasse 10 %, et leur longévité ont été grandement améliorés au cours des dernières années. Après avoir équipé d'innombrables calculettes japonaises, le silicium amorphe attaque maintenant les applications de puissance, sous la forme de tuiles solaires déjà mentionnées, ou de panneaux pour toitures (voir **encadré ci-contre**).

D'ici quelques années, il est concevable que le coût d'une tuile solaire approche celui d'une tuile ordinaire. Il est probable que d'autres matériaux encore meilleurs apparaîtront à l'avenir, mais le silicium amorphe peut d'ores et déjà permettre d'entamer une électrification solaire qui concurrencera les centrales électriques.



l'électricité dans les piles à combustible. On parle beaucoup actuellement d'électrolyseurs efficaces pour produire l'hydrogène, de stockage dense dans des réservoirs à hydrure de fer, et de piles à combustible améliorées. En raison de son inflammabilité extrême et de son pouvoir détonant, l'hydrogène est évidemment un produit de stockage moins sympathique que la graisse du manchot Adélie ou de l'ours. Moyennant des précautions strictes, cependant, son emploi présenterait des risques plus limités que le programme nucléaire.

Voilà donc deux maillons techniques, le silicium amorphe et l'hydrogène, qui permettent déjà de capter et conserver l'énergie solaire dans chaque

(suite du texte page 174)

PHILIPS, LA MICRO



HCM

LA MICRO DOUBLE FACE, QU'EST-CE QUE C'EST ? C'est le nouveau micro-ordinateur VG8235 qui permet de parler à la fois les langages de l'efficacité personnelle et de la fantaisie créative grâce à ses extraordinaires capacités vidéo. Les systèmes VG8235 vous offrent dès votre achat une grande variété d'utilisations puisqu'ils sont livrés avec 4 logiciels sur disquettes.

TRAITEMENT DE TEXTE ET GESTION DE FICHES : Ces deux programmes indépendants peuvent être utilisés de manière interactive.

DESIGNER : Ce logiciel de création graphique vous permettra d'associer des motifs prédéfinis ou de dessiner à main levée, à l'aide de manettes, tablettes graphiques ou souris.

MSX/DOS : Système d'exploitation avec guide d'aide à

DOUBLE FACE.



l'utilisation pour rendre plus simple la gestion des périphériques.

SPÉCIFICATIONS : 256 K Ram dont 128 vidéo. (64 K Rom dont 48 pour le basic). Lecteur de disquette 3,5" intégré. 256 couleurs simultanées ou 16 parmi 512. 256 lutins (sprites). Son : 3 canaux, 8 octaves. Horloge sauvegardée par batterie.

LES SYSTÈMES VG8235 : VG8235/C : ordinateur VG8235 avec moniteur couleur haute résolution et 4 logiciels sur

disquettes. VG8235/M : ordinateur VG8235 avec moniteur monochrome haute résolution et 4 logiciels sur disquettes. VG8235 : ordinateur VG8235 et 4 logiciels sur disquettes.

PHILIPS



C'est déjà demain

LA LUNE FILLE DE NOTRE TERRE

*Elle peuple tellement nos poèmes
et nos nuits
qu'on en
aurait presque*

oublié le mystère de sa naissance.

*Formée dans un nuage de poussières ? Arrachée
à une Terre tourbillonnante ?*

Aucune hypothèse ne résistait à l'analyse.

*Sauf la dernière en date : la Lune
serait le fruit d'une rencontre, il y a plus de
4 milliards d'années, entre
une planète vagabonde et la nôtre.*

C'est Galilée qui, en l'observant avec sa lunette primitive, découvrit le premier, en 1609, la véritable nature de la Lune ; il vit qu'elle possédait des vallées et des montagnes et qu'elle tournait autour de la Terre. Comme elle n'est qu'à 300 000 kilomètres de nous, on a même réussi à y faire quelques petites promenades. La première fois, ce furent trois Américains, le 21 juillet 1967 à bord de la sonde *Apollo 8*. Puis d'autres astronautes ont ramené plus de 400 kilos de sa matière. En analysant au microscope ces échantillons prélevés dans neuf sites différents, on espérait bien arriver à mieux comprendre l'origine de notre satellite naturel.

Cependant notre énorme satellite continuait à garder certains secrets. Sa dimension est déjà une énigme. Les autres planètes intérieures, n'ont pas de satellites, du moins pas de cette taille. Les deux compagnons de Mars, par exemple, Phobos et Deimos, sont tout petits. Leur forme est vaguement ellipsoïdale. Le premier n'a que 27 km dans sa plus grande dimension, le second 15 km, tandis que notre Lune, presque sphérique, atteint 1 740 km de rayon à l'équateur. Il est vrai que la Terre est pratiquement deux fois plus grosse que Mars, mais cela ne justifie pas la différence de taille entre son satellite et les siens.

Cela dit, la Lune ne fait quand même pas le poids devant la Terre. Ses 73,5 milliards de tonnes ne représentent que 1,23 % de la masse terrestre. Satellite unique, elle est tributaire de sa planète mère. Celle-ci l'a jadis freinée dans son élan, l'empêchant de tourner trop vite ; elle l'a contrainte à effectuer une rotation sur elle-même dans le même temps exact où elle accomplissait un tour d'orbite autour de la Terre. Autrement dit, sous l'action de la gravitation terrestre, la période de rotation de la Lune a été alignée sur sa période de révolution orbitale, soit un mois sidéral (28 jours). Résultat : notre satellite ne nous montre qu'une face, toujours la même. Et ce n'est qu'en 1959 que la sonde soviétique *Luna 3* a transmis aux habitants de la Terre les premières photographies de sa face cachée.

Mais si la Terre exerce une pression gravitationnelle sur la Lune, l'inverse est également vrai. Avec son corps, la Lune attire à des degrés divers les particules terrestres. Celles qui sont les plus proches d'elle, elle les soulève davantage que les autres. Chaque point de la surface terrestre subit donc une déformation maximale lorsque sa distance à la Lune est minimale. Rien de plus normal, puisque l'attraction gravitationnelle est inversement proportionnelle au carré de la distance. Seulement le résultat ne se fait pas attendre. Notre Terre,



qui n'est pas parfaitement rigide, prend des bourrelets à la taille. Un de chaque côté, puisque deux points diamétralement opposés situés sur l'axe Terre-Lune subissent par rapport au centre de la Terre des forces égales mais de sens opposé.

Sur les océans, l'effet est spectaculaire : on observe des variations du niveau de la mer de quelques centimètres à quelques mètres pratiquement toutes les douze heures. Ce sont les marées océaniques. La terre ferme se déforme aussi : le sol monte et descend de quelque 30 centimètres toutes les douze heures, même si nos pieds restent insensibles à ces petites vibrations.

Mais victime des marées qu'elle crée, la Lune perd de l'énergie. Elle est ralentie dans sa course autour de la Terre. Par conséquent, la force centrifuge qui s'exerce sur elle (proportionnelle à la vitesse orbitale) diminue aussi. Or comme n'importe quel satellite ou planète, la Lune conserve son orbite sous l'action de deux forces opposées : la force centrifuge et la gravitation. Lorsque l'intensité de la première baisse, la Lune, pour ne pas succomber à l'autre, doit s'écarter de l'objet qui l'attire. L'énergie nécessaire à cet éloignement, elle la puise dans la Terre, dont la rotation est freinée par les marées. On sait en effet que deux lois régissent tous les phénomènes mécaniques : la conservation de l'énergie, et la conservation du

La Lune s'éloigne de 4 cm par an seulement. Elle peuplera donc longtemps encore les nuits des astronomes. La voici telle qu'ils pourront l'observer le 17 octobre, date de son prochain passage dans le cône d'ombre de la Terre lors d'une éclipse (voir page 144 les heures d'observation selon la ville où vous habitez).

moment cinétique. Les marées freinent la rotation de la Terre, ce qui entraîne une diminution de son moment cinétique. Comme le moment cinétique du système Terre-Lune doit être conservé, la Lune s'éloigne de la Terre augmentant ainsi son moment cinétique et compensant du même coup la diminution de celui de la Terre.

Ainsi, la Lune prend peu à peu ses distances par rapport à notre planète. Chaque année, elle recule de 4 centimètres environ. Sur des millénaires, cela finit par compter.

Dans le passé, la Lune était beaucoup plus proche de la Terre. Leurs liens se sont distendus. Si l'on considère que l'énergie dissipée dans les marées est restée constante et égale à la valeur actuelle, la Lune aurait dû raser la Terre au plus près il y a environ 2 milliards d'années. En fait, une telle proximité n'a, semble-t-il, pas existé. A quelque chose près notre satellite naturel a le même âge que notre vieille Terre : 4,55 milliards d'années, c'est du moins ce qui se lit dans les échantillons ramenés par les missions *Apollo* et *Luna*. Grâce à des



T = 1,2 min.

La planète vagabonde vient de heurter la Terre.

T = 11,04 min.

Les manteaux fusionnent.

T = 45,48 min.

Le noyau et le manteau de la planète se séparent.

T = 1 h 07 min.

Des matériaux du manteau sont éjectés dans l'espace.

T = 2 h 20 min.

Le noyau de la planète est complètement épluché de son manteau.

T = 4 h 06 min.

Le noyau tombe vers la Terre.

méthodes de datation classiques fondées sur la radioactivité, on a également estimé l'âge des terrains où ces échantillons avaient été prélevés. Tout porte à croire que la croûte lunaire s'est solidifiée il y a au moins 4,3 milliards d'années, que les mers (taches sombres qui parsèment sa surface, mais ne contiennent pas la moindre goutte d'eau) se sont formées entre 3,2 milliards et 3,9 milliards d'années, et les continents (régions plus claires) il y a plus de 3,8 milliards d'années. En revanche on ne trouve pas la moindre trace d'un cataclysme datant de 2 milliards d'années. Un passage de la Lune très près de la Terre à cette époque aurait fait du grabuge. Les marées gigantesques qu'un tel frôlement engendre dans les corps en présence laissent toujours des séquelles. Comme les roches lunaires ne laissent rien disparaître, on pense aujourd'hui qu'il ne s'est rien passé de tel : il y a 2 milliards d'années la Lune se tenait déjà à distance.

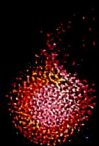
On peut trouver une explication à ce comportement. L'énergie dépensée par la Lune est liée à la répartition des mers et des continents à la surface de notre globe. Or, au fil des millénaires, la Terre a changé d'aspect. Ses continents jadis réunis se sont fragmentés, puis dispersés, et paradoxalement cela a eu une influence considérable sur ses rapports avec la Lune. Jamais notre planète n'a pu vivre à proximité d'elle, sauf peut-être au tout début

(suite du texte page 54)

Photos W.L. Slattery/Los Alamos National Lab.

LA LUNE EST NÉE EN 24 HEURES

La Lune n'est peut-être qu'un morceau de notre Terre arraché en des temps lointains à la suite de la collision entre une planète errante et la nôtre. Une simulation faite sur l'ordinateur des Laboratoires de Los Alamos



T = 4 h 33 min.
Le noyau
heurte
la Terre.

T = 9 h 45 min.
Les débris du manteau
s'agglutinent
autour de la Terre.

par W. L. Slattery montre la succession possible des événements. Dans l'hypothèse retenue, les deux corps ont un noyau de fer (ici coloré en rose) équivalant au tiers de leur masse. Dans les deux cas, il est entouré d'un manteau de granit (la couleur varie du rouge au bleu selon son degré d'énergie interne). Après la collision, la planète qui a percuté la Terre à la vitesse de 11 km/s, perd la totalité de son manteau, dont les débris, ainsi que ceux arrachés par l'impact à la surface terrestre, s'éloignent dans l'espace en un mouvement tournant autour de notre planète. Une partie de ces débris, néanmoins, s'agglutinent sous l'effet de leur propre gravitation et forment un conglomérat de granit d'une masse équivalente à celle de la Lune actuelle. Le noyau en fer, qui s'est éloigné quelque peu après la collision, retombe sur la Terre quatre heures plus tard puis s'absorbe en elle. La pauvreté en fer des matériaux lunaires confirme la justesse de cette théorie.



T = 23 h 02 min.
La Lune est formée
autour de la Terre
à partir
des débris du manteau.

(suite de la page 52)

de leur aventure.

Comment s'était-elle nouée, cette aventure ? Personne ne le savait au juste. Les différences de composition des deux partenaires posait un véritable problème. L'analyse des échantillons lunaires indique, en effet, que si la Lune est plus riche en silicium, magnésium, calcium, aluminium, elle présente en revanche une déficience en fer tout à fait anormale puisqu'elle en contient trois fois moins que la Terre. Le manteau terrestre — c'est-à-dire la région qui se trouve immédiatement sous la croûte — a une composition qui ressemble davantage à celle de notre satellite. Leur chimie est voisine, mais la Lune est plus pauvre en éléments volatils comme les alcalins et le plomb, et plus riche en éléments réfractaires comme le zirconium et le titane. Rien ne permettait d'affirmer, a priori, une origine commune.

On avait bien, cependant, réussi à glaner des précisions supplémentaires. L'analyse chimique poussée d'une roche permet, en effet, de tirer des informations non seulement sur sa composition mais aussi sur les conditions physiques qui régnaient au moment de sa naissance. Ainsi, en analysant une lave, rien qu'en appliquant les lois de la thermodynamique, on peut connaître la température et la profondeur auxquelles sa fusion a eu lieu. Par exemple, les basaltes lunaires se sont formés entre 300 et 600 kilomètres de profondeur, à 1 200° C, température qui avait entraîné la fusion partielle d'un manteau de composition légèrement différente de celui de la Terre. Des modèles de chimie ont montré par la suite que le manteau lunaire avait déjà subi une fusion antérieure, qui l'avait vidé de certains éléments comme l'euporium.

Des mesures géochimiques effectuées en orbite lunaire par les modules *Apollo 15* et *16*, ont apporté ensuite des informations couvrant l'ensemble de la Lune. L'étude du spectre des rayons gamma émis par la croûte lunaire a donné des renseignements précis sur sa teneur en éléments radioactifs comme l'uranium, le thorium et le potassium 40, mais aussi en éléments stables. Car contrairement à la Terre, notre satellite, n'ayant ni atmosphère épaisse, ni champ magnétique intense, n'est pas protégé du bombardement des rayons cosmiques. En particulier des neutrons la frappent violemment, faisant naître dans sa croûte un rayonnement gamma dont la fréquence dépend de l'élément qu'ils ont heurté. L'étude fine de ce rayonnement a permis ainsi de connaître l'abondance du fer et du titane sur l'ensemble de la croûte lunaire. Enfin, comme certains éléments réémettent par fluorescence une partie du rayonnement X qu'ils reçoivent du Soleil, l'étude du spectre de cette fluorescence a fourni des détails sur la chimie superficielle, et plus particulièrement sur les concentrations en silicium, aluminium et magnésium.

Toutes ces données confirmaient qu'effectivement la Lune avait une chimie voisine de celle du manteau terrestre, mais elles accentuaient également les différences. Là-haut il y a plus de calcium, plus d'aluminium, plus de titane, plus d'uranium mais moins de sodium et de potassium qu'ici-bas. Précisions utiles, mais qui compliquaient plutôt qu'elles ne facilitaient la tâche des chercheurs. Car leurs modèles de formation de la Lune devaient théoriquement rendre compte de toutes les petites différences chimiques. Or, il n'en était rien. Les débuts de la liaison Terre-Lune restaient obscurs. En fait trois hypothèses étaient permises, chacune avec ses avantages et ses inconvénients.

La première hypothèse, dite "de la fission", suggérait que la Lune était sortie du manteau de la Terre. Peu après sa formation cette dernière aurait tourné trop rapidement sur elle-même. Accomplissant un tour en 2 ou 3 heures, elle se serait fait une excroissance à l'équateur. Quelque temps plus tard, le bourrelet se serait détaché. Cette théorie présentait l'avantage d'expliquer de manière tout à fait naturelle la similitude de composition entre la Lune et le manteau terrestre, l'une n'étant qu'un morceau de l'autre. En revanche elle butait sur un obstacle de taille. Pour arriver à se couper ainsi en deux, la Terre devait tourner très vite sur elle-même. Les calculs montraient que le moment cinétique du système Terre-Lune devait être plus de cinq fois supérieur à sa valeur actuelle. Or, on ne connaissait aucune raison pour qu'il ait diminué à ce point.

La deuxième hypothèse était celle de la "capture". Cette fois la Lune serait née loin de la Terre. Au départ, comme une vraie planète, elle tournait autour du Soleil. En passant à côté de la Terre, elle aurait été piégée dans son champ gravitationnel. Evidemment la probabilité d'une telle rencontre était infime. De plus, pour que son orbite d'héliocentrique devienne géocentrique, il aurait fallu qu'au moment de son passage au plus près de la Terre, la Lune soit fortement freinée par un mécanisme inconnu. Enfin l'absence d'un solide noyau de fer dans la Lune (il représente moins de 3 % de sa masse alors que celui de la Terre atteint les 32 %) restait inexpliqué, à moins d'admettre que notre planète ait capturé le seul objet du système solaire doté d'un aussi petit noyau. Le scénario de la capture reposait donc sur une série de hasards heureux et malheureux, ce qui lui valut un nombre limité de partisans.

Troisième hypothèse : une formation simultanée de la Lune et de la Terre à partir d'un même nuage de gaz et de poussière. Si la méthode présentait l'avantage d'expliquer les similitudes entre les deux objets célestes, en revanche elle ne rendait absolument pas compte des différences. En particulier, on ne comprenait pas comment la Terre s'était débrouil-

lée pour s'accaparer tout le fer, prendre la majeure partie des matériaux volatils et ne laisser à la Lune que les éléments réfractaires. De plus, comme cette naissance simultanée n'invoquait aucun accident fâcheux, ne supposait aucune condition particulière, on pouvait se demander pourquoi les autres planètes intérieures qui étaient toutes passées par les mêmes phases, n'avaient pas de lune comparable à la nôtre. Autrement dit en expliquant pourquoi la Terre possédait un satellite aussi gros, on en arrivait à se demander pourquoi les autres planètes n'en avaient pas. Et en remplaçant ainsi une question par une autre, on avait l'impression de tourner en rond.

Aucune de ces trois hypothèses n'était donc compatible avec l'ensemble des données disponibles. Jugé trop irréaliste, le scénario de la fission avait même été abandonné. Avec les deux autres, les astronomes essayaient en vain d'en combiner un seul cohérent. Rien à faire.

Enfin, une explication satisfaisante. Il y a quelques mois, les chercheurs du Los Alamos National Laboratory eurent soudain une illumination. La Lune était née de la rencontre accidentelle de deux planètes, la jeune Terre et une autre un peu moins belle.

Traduisant un nouvel état d'esprit, l'hypothèse concorde avec les théories en vogue sur la formation du système solaire. En effet, G.W. Wetherhill a montré en 1985 que de la nébuleuse primitive qui donna naissance au Soleil il y a quelque 4,6 milliards d'années, étaient sorties à peu près à la même époque une multitude de petites planètes. C'est en se cognant les unes contre les autres qu'elles finirent par s'agglomérer en gros tas rangés sur 9 orbites bien sages. Un coup de balai qui donna au système solaire l'aspect bien ordonné que nous lui connaissons. Mais au début un grand nombre de corps traînaient un peu partout. Ils se croisaient, s'entrechoquaient, se brisaient, s'accolaient et, amaigris ou grossis, reprenaient leur course folle, jusqu'à ce qu'ils tombent sur une planète plus grosse qu'eux. S'ils étaient très petits, ils s'y plaquaient alors en y laissant des cicatrices indélébiles sous forme de cratères. S'ils étaient gros, en revanche, le choc ne pouvait se faire sans éclats. De la matière jaillissait dans l'espace, qui, en se condensant, aurait très bien pu se transformer en Lune. C'est en tous cas ce que viennent de démontrer W. Benz et W.L. Slattery du Los Alamos National Laboratory, ainsi que A.G. Cameron, de l'université de Harvard.

Dans leur version des faits, un corps de la taille de la planète Mars ou peut-être même plus grand s'approche de la Terre et la heurte. Les événements s'enchaînent alors avec une logique implacable. Au cours du choc, des morceaux des manteaux des deux planètes volent dans les airs. La chaleur

dégagée débarrasse la matière éjectée de pratiquement tous ses éléments volatils. Vaporisée, elle gicle dans l'espace. Quelques heures plus tard, des débris des manteaux se trouvent suffisamment loin de la Terre pour pouvoir, sans gêne, s'attirer gravitationnellement ; ils fusionnent en un seul bloc : la Lune.

Récapitulons. D'une part, les débris provenant uniquement des manteaux des deux objets célestes ne contenaient que très peu de fer. D'autre part, le choc des deux planètes ayant dégagé une énorme chaleur, il est normal que les éléments les plus volatils se soient évaporés. Quant au noyau de fer de la planète qui a rencontré la nôtre, il est probable qu'il a été séparé du manteau au moment de la collision. Bonne pâte, la proto-Terre l'a complètement absorbé et aujourd'hui il fait partie d'elle au même titre que les autres parties de son corps.

Aucune autre interprétation des faits n'explique aussi bien la composition de la Lune, sa ressemblance avec le manteau terrestre primitif, sa misère actuelle en éléments volatils et en fer. Les astronomes analysent donc très sérieusement cette nouvelle hypothèse, passant au peigne fin toutes les données du problème. La rencontre des deux corps a même été simulée sur les plus grands ordinateurs du monde.

En raison de la complexité des rencontres de ce type, dans ces simulations on recourt toujours à un petit nombre d'hypothèses simplificatrices. Évidemment toutes les interactions gravitationnelles sont prises en compte, mais chaque planète est réduite à un noyau de fer, représentant 32 % de la masse (c'est-à-dire les proportions du noyau terrestre), recouvert d'un manteau de granit... Une équation développée par l'US Air Force pour simuler des impacts à hypervitesse décrit l'état des corps en présence à chaque instant...

Contenant dix paramètres libres déterminés par ajustements successifs à des résultats expérimentaux, cette équation permet de traiter aussi bien la phase gazeuse que la phase liquide des divers métaux ou roches. On tient compte de la dissipation d'énergie cinétique, par la méthode dite de la viscosité artificielle. En revanche on néglige le transport d'énergie par radiation ainsi que le refroidissement par radiation. Cela peut se justifier, puisque le temps couvert par les simulations ne dépasse pas 24 heures et que sur un si court laps de temps ces phénomènes restent négligeables pour les masses concernées.

Moyennant ces approximations prudentes, les astronomes ont pu procéder à la reconstitution de la collision sur ordinateur. Plusieurs cas de figure ont été envisagés. Le choc entre les deux planètes n'a pas toujours eu une issue heureuse. En fait, les résultats dépendent des conditions de la rencontre fixées au départ. Les circonstances sont favorables

(suite du texte page 172)

DES ATOMES PIÉGÉS DANS LA LUMIÈRE



*Immobiliser les
atomes d'un gaz pour
s'en saisir
avec des
pincettes*

*de lumière. Voilà ce à quoi sont parvenus des
chercheurs américains qui ont ainsi créé pour la
première fois les conditions quasi idéales
d'observation des atomes.*

Capter des atomes dans un rayon de lumière, c'est un peu souffler sur une poussière en espérant s'en saisir. A priori, on obtient l'inverse de ce qui était souhaité : la lumière c'est de l'énergie, par conséquent éclairer un atome c'est le projeter comme une boule de billard. C'est pourtant l'expérience qu'ont réalisée trois chercheurs des laboratoires Bell aux Etats-Unis. Tentative d'autant plus méritoire qu'un théorème du XIX^e siècle semblait par avance la ridiculiser.

Contre toute attente, le groupe d'Arthur Ashkin et Steven Chu a réussi à immobiliser quelques centaines d'atomes de sodium, dans une sorte de cage de lumière où il peuvent être pratiquement manipulés un par un. Des atomes immobiles, dira-t-on, cela n'a rien d'exceptionnel ! Dans n'importe quel matériau il y a des milliards de milliards d'atomes ; il suffit donc de prendre par exemple un bout de fer et de le refroidir pour obtenir des atomes immobiles à volonté.

Refroidir est obligatoire parce qu'à température ordinaire les atomes de fer (et des matériaux en général) vibrent autour d'une position moyenne. Plus la température baisse et plus la vibration s'atténue. Vers le zéro absolu (soit -273° celsius) ils sont quasiment immobiles. Mais ils ne sont pas indépendants, sinon ils n'auraient pas formé un solide. On peut les étudier au microscope (nous en parlerons dans un prochain article) mais en tant que constituants d'un solide.

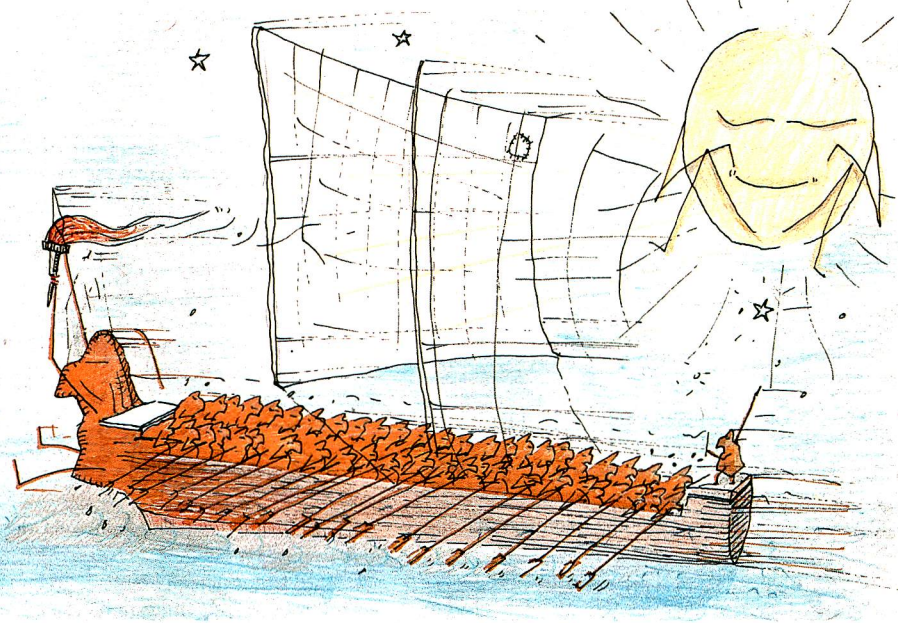
Dans un gaz, au contraire, la situation est beaucoup plus simple puisque les atomes n'y sont pas liés. Voilà pourquoi l'expérience d'Ashkin et Chu est remarquable : pour la première fois les physiciens vont disposer d'un outil idéal pour étudier en détail les interactions entre atomes, en particulier les processus conduisant à la formation d'une mo-

lécule et plus généralement les états fondamentaux de la matière. L'outil en question est le produit de deux techniques également complexes. L'une, bien que récente, est déjà tellement répandue dans les laboratoires, qu'elle est presque devenue un "classique". Baptisé *Laser cooling* (refroidissement par laser) par les Anglo-saxons, c'est sur elle que repose la première étape de l'expérience d'Ashkin : le ralentissement de paquets d'atomes lancés à quelques kilomètres par seconde et qui passent brutalement à la vitesse infime de quelques mètres seulement par seconde — autant dire l'immobilité pour un atome !

L'autre technique est quant à elle complètement originale, entièrement due aux chercheurs des laboratoires Bell. C'est elle qui permet la seconde étape de l'expérience, à savoir le piégeage des atomes dans la "boîte" de lumière.

La première étape se subdivise elle-même en deux ; du moins sur le plan expérimental, car la théorie reste la même. Cette théorie s'appuie sur les lois, établies par Einstein au début du siècle, régissant les interactions entre le rayonnement et la matière.

Selon Einstein, la lumière (les ondes électromagnétiques) est faite d'une myriade de "quantas", c'est-à-dire de paquets d'énergie : les photons. Dans les processus d'échange entre rayonnement et matière, il y a conservation de l'énergie et de l'impulsion : comme lorsqu'une boule de billard en choque une autre, un photon heurtant un atome peut lui transférer son énergie. Celui-ci à son tour peut émettre un autre photon à une fréquence identique ou différente selon le cas. Cela veut dire, en bref, que la lumière peut exercer une pression sur un objet. Evidemment plus ou moins sensible : dans un match de tennis nocturne, la pression de radiation exercée par la lumière d'un projecteur sur



la balle est insignifiante. Par contre, celle que fournirait le Soleil à un véhicule spatial doté d'une voile adéquate (de plusieurs centaines de kilomètres carrés) serait suffisante pour assurer sa propulsion. Et, bien sûr, à l'échelle atomique, les ordres de grandeur deviennent comparables et la pression de radiation n'est plus négligeable ; un photon peut, par exemple, éjecter un électron ou transférer son énergie à un atome soit pour l'accélérer soit pour le ralentir. Donc un jet de photons rencontrant un atome le ralentira comme un jet d'eau la chute d'une balle.

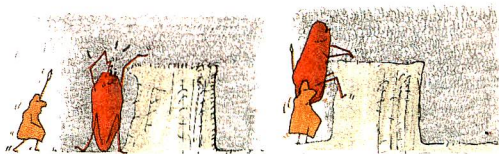


C'est ainsi qu'Ashkin et ses collègues ont quasiment immobilisé un faisceau d'atomes de sodium. Fabriquer ce faisceau n'était pas très compliqué. Ils ont pris une microbille de sodium qu'ils ont fait éclater avec un puissant rayon laser. Cas extrême d'interaction entre rayonnement et matière : si en effet la lumière est suffisamment intense et concentrée, elle peut aller jusqu'à casser les liaisons interatomiques et vaporiser la bille. A partir des débris se forme un faisceau d'atomes de sodium dont la vitesse moyenne est de 200 m/s.

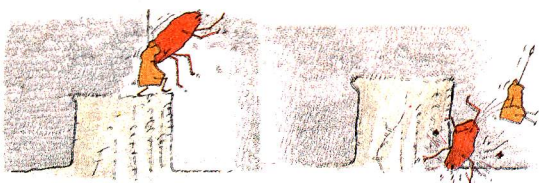
On peut canaliser ce flux à volonté. En l'occur-

rence dans un tunnel où ces atomes reçoivent de front l'impact d'un autre faisceau laser, convenablement choisi. "Convenablement", c'est-à-dire pas trop puissant pour que les atomes ne repartent pas dans tous les sens, et doté d'une fréquence (inversement proportionnelle à la longueur d'onde, c'est-à-dire à la "couleur") corrélée à celle des atomes. La fréquence caractérise une onde en indiquant son nombre d'oscillations par seconde. La fréquence d'un photon est proportionnelle à son énergie. Si ce photon a une énergie correspondant à la différence d'énergie entre l'état fondamental d'un atome et son premier état excité, alors il sera absorbé en rencontrant cet atome.

Cette notion d'état — on dit aussi niveau, fondamental ou excité — est spécifique de l'échelle atomique. Il n'y a pas d'équivalent à notre échelle. Pour comprendre donc cette notion, il faut se souvenir que, dans la nature, à chaque élément chimique correspond un spectre optique unique : chaque atome, molécule ou noyau, possède une sorte de palette de couleurs spécifique. Un atome absorbe et émet donc des radiations électromagnétiques définies. Par exemple, la décomposition par un prisme de la lumière émise par de l'hélium gazeux, c'est-à-dire son spectre, sera unique et caractéristique. On interprète alors les spectres en termes de niveaux d'énergie. En l'absence d'excitation (chauffage, lumière, etc.) l'atome est dans son état fondamental. Dès qu'on lui fournit une énergie suffisante il passe sur le premier état excité ou sur

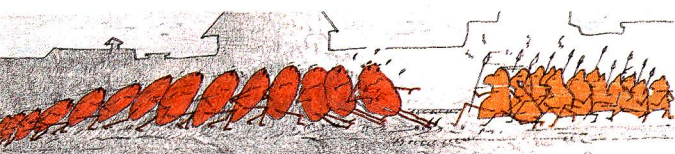


n'importe lequel des suivants (selon l'énergie fournie). Un état excité étant instable, l'atome



reviendra spontanément dans son état fondamental; dans le cas du sodium au bout de 16 nanosecondes (milliardièmes de seconde), en émettant un autre photon dans une direction aléatoire. L'atome peut alors réabsorber un photon et ainsi de suite.

La répétition de ce processus ralentit progressivement le flux d'atomes en diminuant à chaque



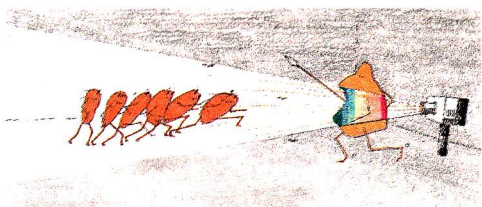
choc sa vitesse de quelques centimètres par seconde. En théorie, au bout de trente ou quarante mille chocs, l'atome doit être stoppé. Sur quelle distance ? Cela dépend naturellement de la cadence à laquelle les chocs se succèdent. Les dimensions de l'enceinte dans laquelle une telle expérience est possible doivent être réduites pour que le vide qui y règne soit aussi parfait que possible et qu'il y ait le moins possible d'atomes "parasites".

Une cadence rapide des chocs est alors obligatoire. C'est pour cela que le laser doit non seulement être à la bonne fréquence mais encore fournir une puissance suffisante : avec un choc toutes les 32 nanosecondes, le ralentissement total des atomes devrait durer un millième de seconde ; les atomes seraient ainsi stoppés au bout de 20 cm de parcours.

"Seraient", car cela ne se passe pas dans la pratique aussi simplement qu'en théorie. Puisque les atomes ralentissent dès les premiers chocs, leur variation de vitesse va perturber l'accord de fréquence existant au départ. C'est la rançon de l'effet Doppler que chacun a pu observer, sur un circuit automobile, par exemple : les spectateurs immobiles perçoivent une variation du bruit émis par les bolides passant devant eux ; le son des moteurs semble passer de l'aigu au grave selon que la voiture s'approche ou s'éloigne.

Ici, un effet identique se produit : les atomes "voient" la fréquence du laser changer. Celle-ci ne s'accorde donc plus avec la fréquence atomique et les atomes cessent rapidement d'être freinés. Pour

remédier à ce défaut, donc pour conserver l'accord de fréquence, il faut d'une manière ou d'une autre faire varier adéquatement la fréquence du laser ou celle des atomes pour qu'il y ait toujours compensa-



tion de l'effet Doppler. Pour cela deux solutions sont possibles :

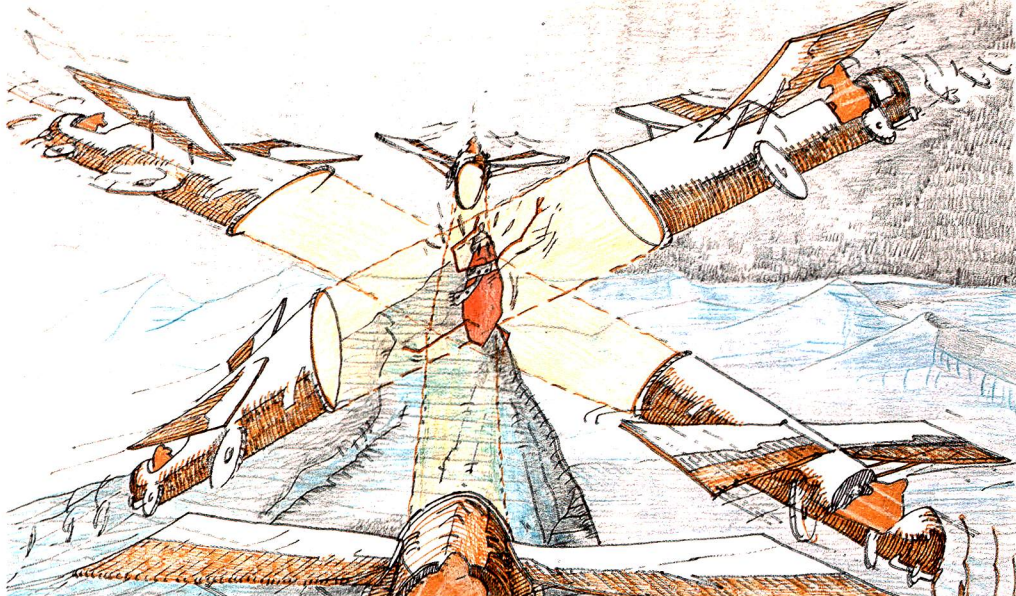
- Faire varier dans le temps la fréquence du laser. C'est possible en utilisant un cristal spécialement choisi pour ses propriétés électro-optiques (un courant fait varier l'indice de réfraction, donc la fréquence du rayon qui traverse le cristal).
- Faire varier dans l'espace la fréquence des atomes avec un solénoïde produisant un champ magnétique variant le long du chemin parcouru par les atomes. Un champ magnétique déplace en effet les niveaux atomiques, donc fait varier la fréquence.

C'est la première solution qu'ont choisie les chercheurs. Les atomes du sodium ont donc été ralentis dans un premier temps d'un facteur 10.

Sur une distance de huit centimètres leur vitesse a rétrogradé à 20 mètres par seconde environ. C'était encore beaucoup trop rapide pour autoriser la deuxième phase de l'expérience. Il fallait ralentir encore, jusqu'à obtenir des atomes se déplaçant à la vitesse d'un homme au pas.

En fait, on pourrait dire "refroidir" puisqu'une variation d'énergie cinétique (de vitesse) est équivalente à une variation de température. Pour amener les atomes de sodium à une vitesse (ou une température) encore plus basse, le faisceau pénètre alors dans une région baptisée par Ashkin, la "mélasse optique", zone lumineuse où, comme son nom l'indique, les atomes vont s'"engluier".



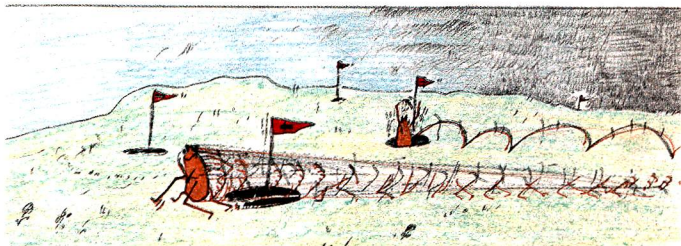


Trois paires de laser, chaque membre d'une paire étant dirigé contre l'autre, alignés selon les trois axes, viennent converger sur une zone sphérique de 1 centimètre de diamètre. Cela revient au procédé précédent mais à trois dimensions. Dans cette mélasse, les atomes subissant alors des chocs de toute part, parviennent à une température de $0,00024^\circ$ Kelvin soit $-272,99976^\circ$ Celsius. Un record de froid dans un gaz ! A cette température les atomes sont quasiment immobiles.

Il ne reste plus qu'à les enfermer dans une boîte. Pour cela, les chercheurs ont utilisé un dernier laser : l'intensité de la lumière d'un laser n'est généralement pas uniforme ; elle varie aussi bien latéralement (de part et d'autre de l'axe du rayon) que longitudinalement (le long de l'axe). C'est cette variation qui peut être mise à profit pour piéger les atomes : le champ électrique inhérent au faisceau laser a des régions où il est plus intense. Or dans un champ électrique le niveau fondamental d'un atome est abaissé, (phénomène découvert par le physicien allemand Johannes Stark, pour lequel il eut le prix Nobel en 1919). Il se crée donc des zones où des atomes ont intérêt à rester puisque, leur niveau fondamental y étant plus bas, ils gagnent de l'énergie en s'y plaçant. La mélasse optique ressemble un peu à un terrain de golf, avec ses ondulations et ses trous. Trous qui correspondent aux zones de champ électrique maximum et dont la taille est celle d'une sphère de 10 microns de diamètre. Cela permet de comprendre pourquoi il fallait ralentir les atomes au maximum avant d'essayer de les piéger : si une balle de golf passe très vite au-dessus d'un trou, elle ne peut pas tomber dedans. Les atomes, eux, ne restent pas éternellement emprisonnés dans leur trou. Ils reçoivent de temps à autre des photons qui leur donnent suffisamment d'énergie pour s'échapper. Cela limite actuellement la durée de vie du piège à

quelques secondes. C'est déjà énorme, car, à l'échelle atomique, une seconde c'est un siècle. Il y a donc largement de quoi observer des réactions entre atomes. En les approchant les uns des autres au besoin, car, et c'est l'un des avantages du procédé d'Ashkin, le faisceau laser peut être bougé pour attraper un atome particulier et le rapprocher d'un autre. C'est une véritable pincette optique.

A quoi ça sert ? A faire des expériences de physique fondamentale qui sont encore à imaginer, mais qui pourraient aussi bien concerner la cinétique des réactions chimiques (corrosion d'une surface métallique) que les transitions de phase (passage vers la supraconductivité) ou la re-création des conditions d'apparition de molécules dans les nuages interstellaires. En attendant, on peut déjà imaginer une application pratique. La précision des horloges atomiques (indispensables à la navigation aérienne ou sous-marine) est en effet liée à notre connaissance des niveaux d'énergie des atomes (de césium) qu'elles utilisent. Ce sont en



effet les transitions entre deux états atomiques du césium 137 qui donnent le rythme de ces horloges. Il suffira de renouveler la "manip" d'Ashkin avec du césium à la place du sodium (une expérience est en cours à l'Ecole normale supérieure) pour améliorer cette précision. Les physiciens de Bell n'ont pas perdu leur temps...

Sven Ortoli

FIAT CROMA

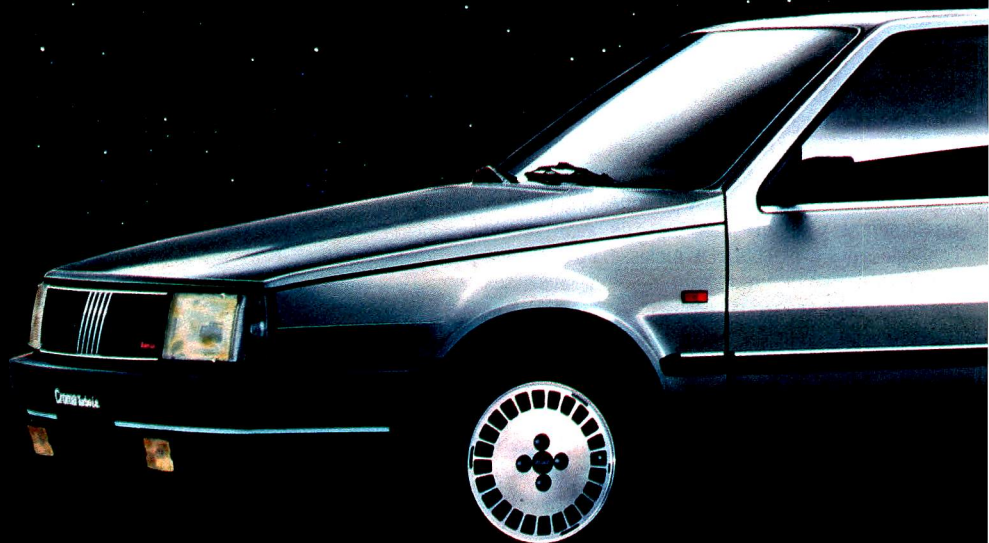
Traction avant et moteur transversal, carrosserie "2 volumes 1/2", un volume intérieur record pour un encombrement raisonnable : elle réussit la meilleure synthèse entre l'aérodynamique et l'espace habitable.

Fiat Croma. Un concept automobile unique. Servi par des motorisations d'exception.

Croma Turbo i.e. Turbocompresseur Garret T3 refroidi par eau avec intercooler, injection électronique. Avec elle, vous atteignez les sommets de la souplesse et du confort de marche.

Croma i.e. Gestion électronique intégrée des fonctions injection et allumage. Une motorisation de pointe qui vous assure des performances brillantes pour une consommation mesurée.

Un nouveau monde de technologie



Croma CHT. Son double conduit d'admission "Hautes Turbulences", une première mondiale en matière d'automobile, vous permet d'économiser jusqu'à 20% d'essence à régime modéré.

Un concept automobile unique servi par des motorisations d'exception.

| Modèle | Puissance réelle | Puissance fiscale | Consommation (normes CEE) | Vitesse maxi (sur circuit) |
|------------------|------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| Croma Turbo i.e. | 155 ch | 9 CV | 6,3 l/8,3 l/9,9 l | 210 km/h |
| Croma i.e. | 120 ch | 9 CV | 6 l/7,6 l/9,2 l | 192 km/h |
| Croma CHT | 90 ch | 9 CV | 5,5 l/7,2 l/8,5 l | 180 km/h |
| Croma | 83 ch | 7 CV | 5,8 l/7,6 l/8,8 l | 170 km/h |
| Croma Turbo D | 100 ch | 7 CV | 5,2 l/6,9 l/8,5 l | 185 km/h |
| Croma D | 75 ch | 7 CV | 4,7 l/6,3 l/7,6 l | 165 km/h |

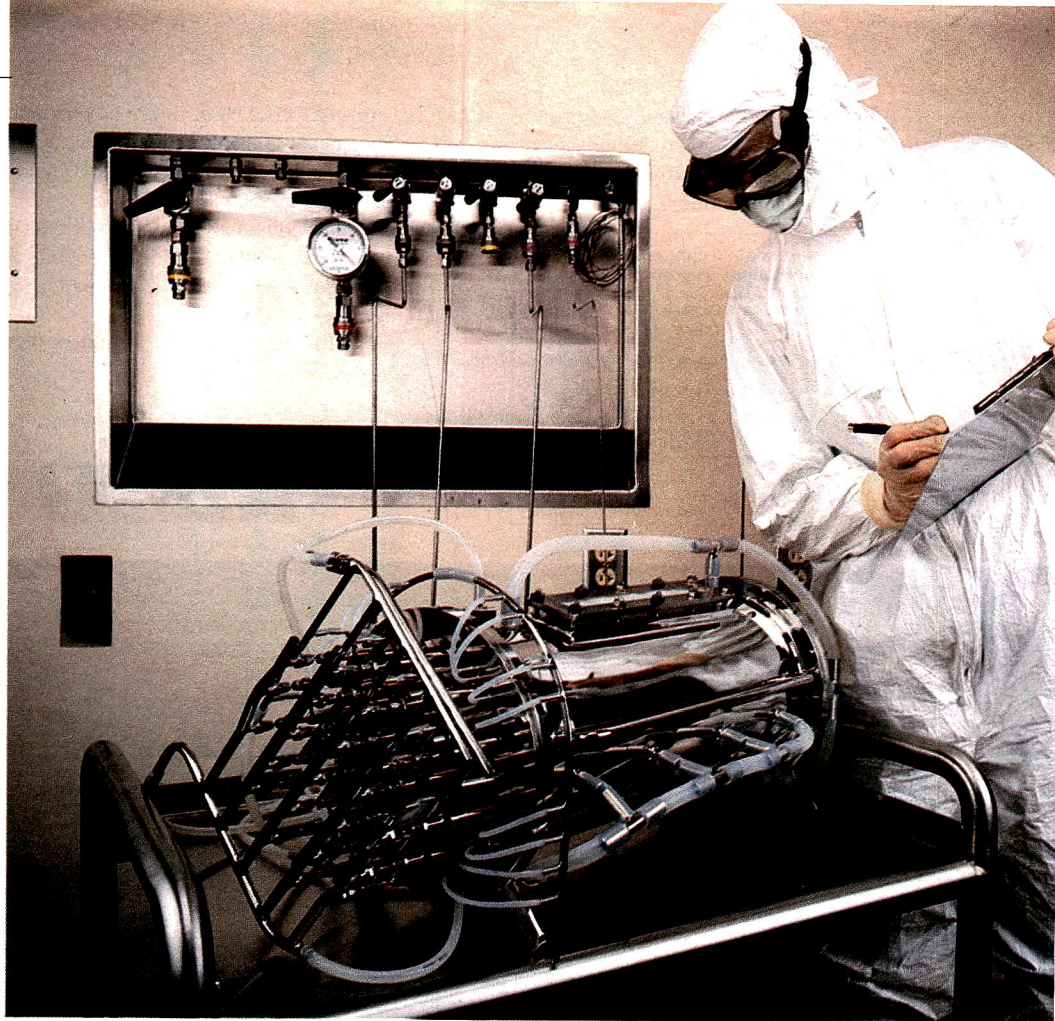
Croma Turbo Diesel. Turbocompresseur KKK avec intercooler. Stupéfiante de vivacité et d'aisance, parfaitement silencieuse, la Croma Turbo D ouvre de nouvelles voies à l'amateur de Diesel.

L'aménagement de l'habitacle obéit à des règles strictes d'ergonomie. Le freinage antiblocage est de série sur les versions ABS des Croma i.e., Turbo i.e. et Turbo Diesel.

Fiat Croma. Avec elle, vous entrez dans un nouveau monde de technologie.

FIAT





CELLULES HUMAINES FABRIQUÉES À L'USINE !

*"Science & Vie" a visité la première
usine au monde qui cultive et traite industriel-
lement les cellules de mammifères, dont
celles de l'homme.*

*Une nouvelle source d'approvisionnement pour
l'ingénierie génétique, qui
se contentait jusqu'ici de bactéries
et de levures.*

Un travail qui s'élabore dans le silence. Le moteur, ici, c'est la vie elle-même. Il y a bien des sortes de machines où la matière vivante accomplit son œuvre discrète, des cuves aux reflets d'acier qu'on appelle des "réacteurs biologiques", mais qui ne vrombissent pas, ne s'agitent pas comme dans les *Temps modernes* de Charlot. Pourtant, nous sommes ici à la pointe de la technique : une usine, la plus importante au monde de son espèce, où jour et nuit se multiplient des cellules d'homme et d'autres mammifères, sécrétant les substances qui seront les médicaments et les vaccins de demain. Une capacité annuelle de 1,3 million de litres de cultures de cellules, dont on tirera quelques dizaines ou centaines de grammes de produits correspondant au programme chromosomique hérité de la nature ou imposé par les ingénieurs généticiens.

La société Invitron — nom qui s'inspire, évidemment, de *in vitro* — a ouvert ses installations il y a seulement quelques mois. Une bâtisse grisâtre et de style anonyme, à Berkeley, lointain faubourg de Saint Louis, dans le Missouri. A l'intérieur, une atmosphère feutrée de couvent, avec des hommes et des femmes vêtus et coiffés de blanc, aux allures claustrales. Des chercheurs sont comme en prière devant leurs appareils de laboratoire. Dans les salles de fabrication, maintenues sous pression positive pour éviter toute contamination — pression qui augmente au fur et à mesure qu'on approche de la zone stérile —, les biologistes élèvent une large gamme de cellules hybrides. Invitron travaille sous contrat pour une vingtaine d'entreprises pharmaceutiques et de sociétés de génie génétique, américaines et européennes. Elle n'est pas autorisée par ses commettants à divulguer la nature des produits qu'elle fabrique pour eux. Et défense de photographier.

Un seul client, Searle, a jusqu'ici révélé le but des travaux qu'il a confiés à Invitron : produire du tPA, une substance qui active le plasminogène sanguin, protéine inactive du plasma, par sa transformation en plasmine (aussi appelée fibrinolyse) ; celle-ci est une protéase qui assure la fibrinolyse, c'est-à-dire la dissolution de la fibrine, partie principale du caillot sanguin. Le tPA d'origine humaine, obtenu à partir de culture de cellules, sera utilisé entre autres dans la préservation et le traitement des maladies cardio-vasculaires, pour fluidifier le sang des patients atteints d'embolie pulmonaire, d'infarctus du myocarde, et d'une manière générale de troubles thrombo-emboliques.

S'il est interdit d'attribuer telle étude ou telle fabrication à la commande d'un client donné, on connaît toutefois le sujet des différents travaux menés par cette usine.

Ceux, par exemple, qui intéressent certains anticorps monoclonaux, immunoglobulines pures et spécifiques sécrétées par des cellules hybrides, dites hybridomes, qu'on fabrique en fusionnant des cellules humaines avec des cellules cancéreuses de souris. L'hybridation cellulaire, technique encore expérimentale jusque tout récemment, permet la multiplication dans une même cellule de deux noyaux provenant d'espèces différentes ; elle montre bien, soit dit en passant, l'universalité du code génétique. Les anticorps issus de ce processus peuvent servir au dépistage de maladies comme le SIDA, ou même au traitement de cancers, d'infections et de divers autres maux.

Plus de cent cinquante anticorps monoclonaux — c'est-à-dire fabriqués par des cellules identiques descendant d'une même cellule par division mitotique — sont déjà employés comme moyens de diagnostic. Méthode sans danger, puisqu'elle se pratique en dehors de l'organisme humain, sur des échantillons de sang ou autres tissus.

Leur potentiel thérapeutique est à peine encore effleuré. L'utilisation d'un anticorps monoclonal comme agent de traitement en médecine a été approuvé pour la première fois aux Etats-Unis en juin dernier : le produit, qui interviendra dans les greffes de rein, reconnaît spécifiquement un antigène T3 porté par certains lymphocytes T (globules blancs) et qui induit chez le sujet receveur le rejet du greffon. Il se combine avec l'antigène avant que les lymphocytes du malade n'aient le temps de se combiner avec lui, prévenant ainsi les réactions du greffon.

Plusieurs autres anticorps monoclonaux font actuellement l'objet d'essais cliniques, notamment contre certains cancers. On espère que ces anticorps, tels des engins à tête chercheuse, se dirigeront sur les seules cellules tumorales pour lesquelles ils ont une affinité sans détruire les cellules saines.

L'usine à cellules du Missouri s'occupe également de développer des vaccins, mais d'un type révolutionnaire. Depuis Jenner et Pasteur, on inocule dans l'organisme des antigènes microbiens non virulents qui déclenchent une défense immunitaire active contre l'infection causée par le micro-organisme concerné ; pour cela, on utilise des bactéries et des virus tués ou atténués par des moyens physiques ou chimiques, et plus ou moins purifiés. Or voici que s'ouvre une perspective inédite : vacciner avec des substances qui appellent une réponse immunologique spécifique mais sans risquer d'induire une infection ou une mauvaise réaction de l'organisme. Le premier de ces vaccins nés du génie génétique a été homologué, toujours aux Etats-Unis, en juillet dernier : un vaccin contre l'hépatite virale B, affection inflammatoire du foie potentielle-

ment très grave puisqu'elle est souvent associée au cancer de cet organe. Il existe bien un vaccin classique contre cette maladie, mis au point en France il y a dix ans, et fabriqué à partir de plasma sanguin d'individus infectés; mais la crainte, justifiée ou non, qu'il puisse transmettre d'autres infections, notamment le SIDA, en a limité la pratique.

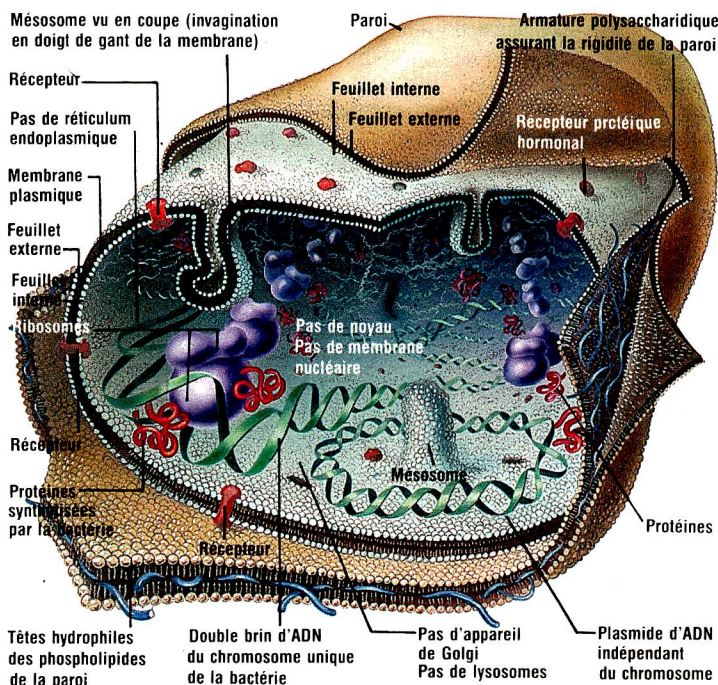
Le nouveau vaccin, commercialisé par la Chiron Corporation, en Californie, provient de levures dont on a modifié le patrimoine génétique. Un vaccin similaire, mais fabriqué avec des cellules de hamster, est en cours d'essais à l'Institut Pasteur. Ce premier vaccin "génétique" ouvre la voie à une nouvelle génération de produits immunisants. Un très grand tournant dans la vaccinoprévention et la vaccinothérapie.

Les cellules humaines cultivées *in vitro* devraient être capables de synthétiser n'importe quelle substance dont la carence nuit à la santé : les protéines sanguines qui font défaut aux hémophiles, les hormones telles que l'insuline, les inhibiteurs de croissance dont l'absence pourrait favoriser certains cancers, les enzymes également.

La vocation industrielle d'*In-vitron*, son rôle de fournisseur de produits cellulaires sur commande, n'empêchent pas — nécessitent même impérativement — une forte activité de recherche fondamentale. Les études visent en premier lieu à élucider le fonctionnement des cellules au niveau moléculaire. Et ce faisant, on espère découvrir des molécules biologiques encore inconnues, possédant de nouvelles vertus thérapeutiques ou prophylactiques, et qui s'adresseraient à l'une ou l'autre des quelque 3 000 maladies recensées d'origine génétique.

Les outils principaux du génie génétique — la science qui recombine les chromosomes d'espèces vivantes différentes par de subtiles manipulations biochimiques — ont été des organismes

DISTINGUEZ LES CELLULES PROCARYOTES...



Les différences entre les cellules procaryotes (essentiellement les bactéries) et les cellules eucaryotes (de mammifères surtout) sont considérables : différences de taille, de structure, de fonctions, de complexité.

Les procaryotes sont petites (jusqu'à un micromètre de diamètre), primitives, résistantes, indépendantes les unes des autres. Leur matériel génétique est fait d'un seul chromosome libre dans le cytoplasme (elles n'ont pas de vrai noyau), entouré lui-même d'une paroi rigide qui protège la cellule des agressions extérieures.

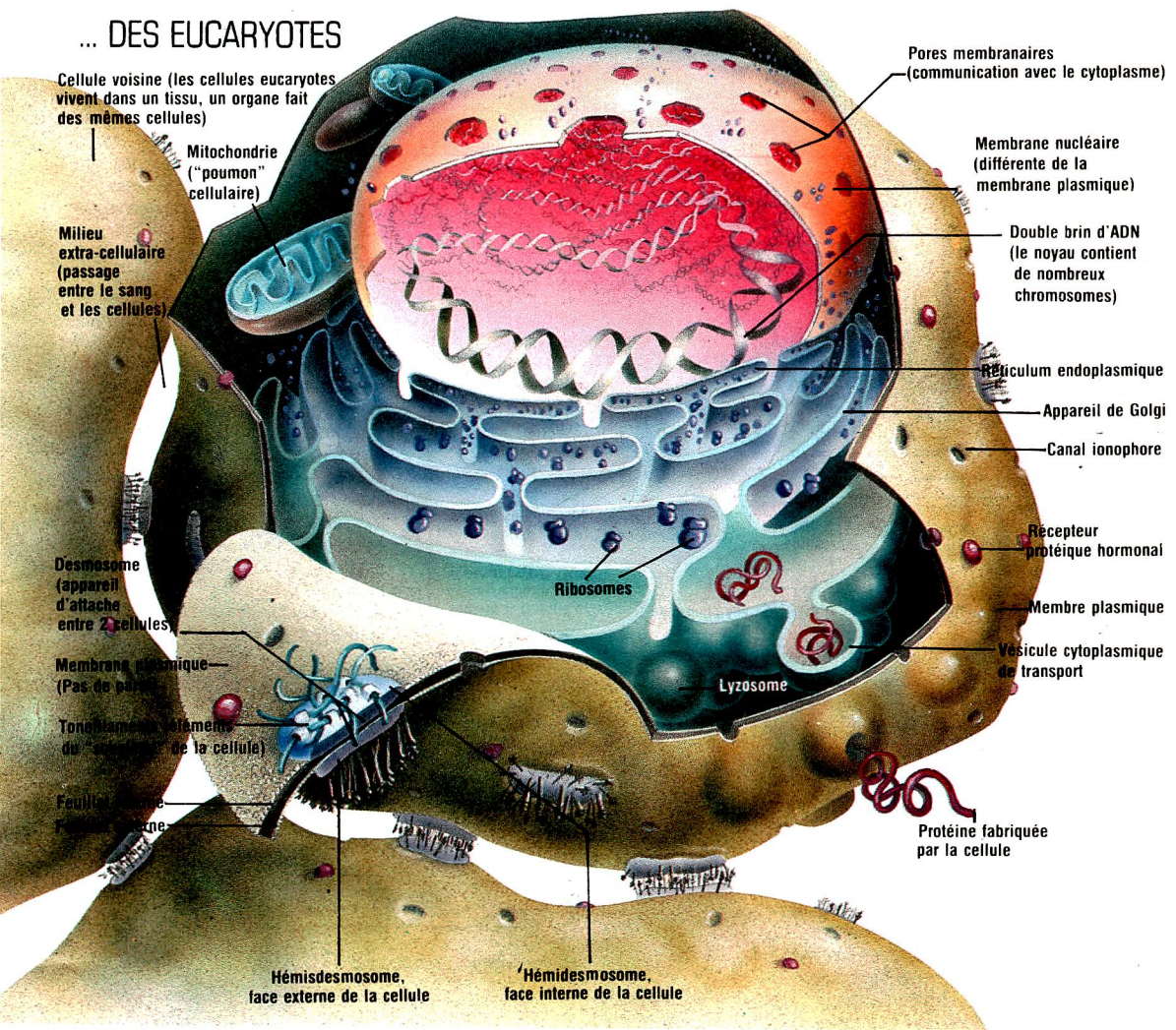
Presque aveugles et sourdes au monde qui les entoure, elles ne peuvent communiquer entre elles que d'une manière "infectieuse", échangeant des plasmides, boucles d'ADN porteuses d'informations génétiques utiles (comme des gènes de résistance aux antibiotiques). C'est généralement ce matériel que l'on modifie par génie génétique, pour lui faire fabriquer des protéines, des substances médicamenteuses... Mais comme elles ne disposent, pour les assembler, que de simples ribosomes, et d'aucun des organites d'assemblage et de construction chimique que l'on connaît chez les cellules eucaryotes, elles ne savent pas faire les structures complexes désirables. Leur seul avantage, c'est de se reproduire facilement et d'avoir des besoins simples à satisfaire.

Tout au contraire, les cellules eucaryotes sont douées : elles savent vivre ensemble (au sein d'un organe différencié), communiquer avec leurs voisines et le reste de l'organisme, envoyer et recevoir des messages chimiques variés et complexes ; elles ont un noyau qui protège leurs nombreux chromosomes et assure la communication interne de "l'usine" cellulaire.

Chacune est une véritable zone industrielle avec les plans de fabrication (l'ADN des chromosomes), les photocopies des plans (les ARN messagers), les usines d'assemblage capables de les traduire en protéines (les ribosomes), les zones de transformation (le réticulum endoplasmique), de stockage (appareil de Golgi) et les véhicules de transport vers l'extérieur de la cellule, les poumons cellulaires (mitochondries) et les poubelles à déchets (lysosomes). Elles sont bien plus grandes que les procaryotes (25 micromètres de diamètre) et pourraient contenir plusieurs dizaines de milliers de bactéries. Elles savent naturellement faire des milliers d'assemblages de molécules compliquées qui sont utiles à l'organisme.

Mais à cette grande complexité, correspond une non moins grande fragilité, et des besoins de croissance, de survie et de développement très difficiles à satisfaire. Elles ne peuvent survivre sans s'attacher à un support, se divisent lentement. Certaines mêmes ne se divisent pas du tout et ne pourraient donc être cultivées si l'homme n'intervenait pas.

... DES EUCARYOTES



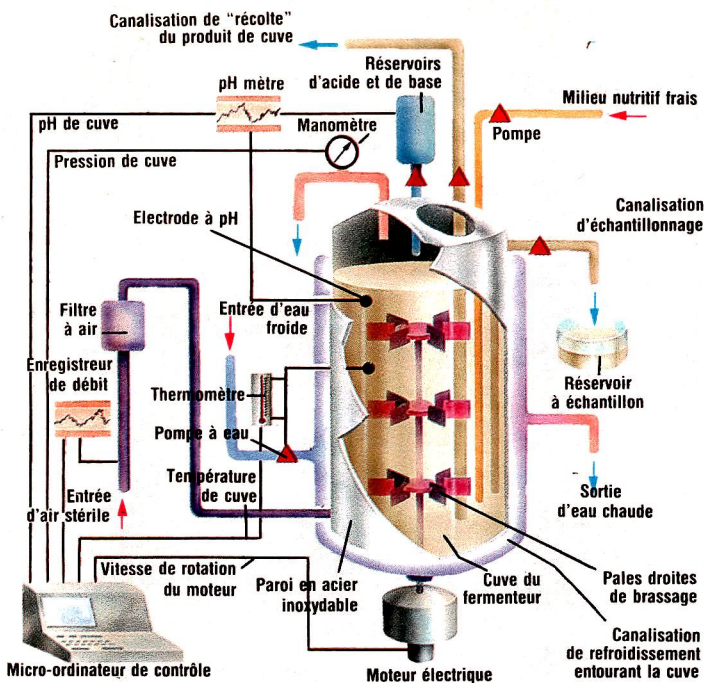
unicellulaires simples, bactéries ou levures. Le "créneau" des cellules prélevées sur les êtres aussi complexes que sont les mammifères est beaucoup plus prometteur, comme nous l'expliquons dans l'encadré ci-dessus.

Mais la culture à grande échelle de cellules provenant d'espèces vivantes supérieures pose des problèmes très particuliers. D'abord, parce qu'il faut, pour isoler ces cellules, les dissocier du tissu dont elles sont solidaires. Soit par le jeu de certaines enzymes au pouvoir de dissociation. Soit mécaniquement, par centrifugation par exemple. Lorsqu'on a obtenu des cellules individuelles, ou des amas cellulaires concentrés, il faut les introduire dans un milieu de culture, véritable cocktail de composants les plus divers — jusqu'à cinquante parfois — et qu'il convient de doser très judicieusement dans chaque cas: sels, glucoses, acides

aminés, hormones, enzymes, facteurs de croissance, vitamines, éléments divers du sérum sanguin, qui en contient de nombreux et dont tous ne sont pas encore identifiés. Le sérum de veau foetal est un ingrédient très commun; la demande mondiale, en augmentation constante, dépasse 500 000 litres par an.

Les cellules en culture sont en outre très vulnérables. Elles ne bénéficient plus du système de défense immunitaire qui protège l'organisme intact. Elles sont par conséquent très sujettes à l'infection. Une seule bactérie, un seul virus, peut détruire tout l'ensemble d'une culture laborieusement mise en place. «C'est là un des risques immenses des cultures industrielles comprenant des unités de 1 000, voire 10 000 litres», nous confie le Dr William Tolbert, un biophysicien qui est vice-président d'Invitron, chargé de la fabrication.

(suite du texte page 68)



d'air stérile, d'eau froide, de milieu frais ou l'échantillonnage et la récolte.

Une fois la culture amenée à son maximum de croissance en quelques heures ou quelques jours, il faut décharger entièrement l'appareil, vider la cuve, démonter la plupart des éléments, pour les nettoyer et les stériliser, avant de pouvoir recommencer une nouvelle culture.

On obtient des concentrations de l'ordre du million de cellules par millilitre et quelques centigrammes ou grammes de produits bactériens, qu'il faut séparer des cellules et des déchets.

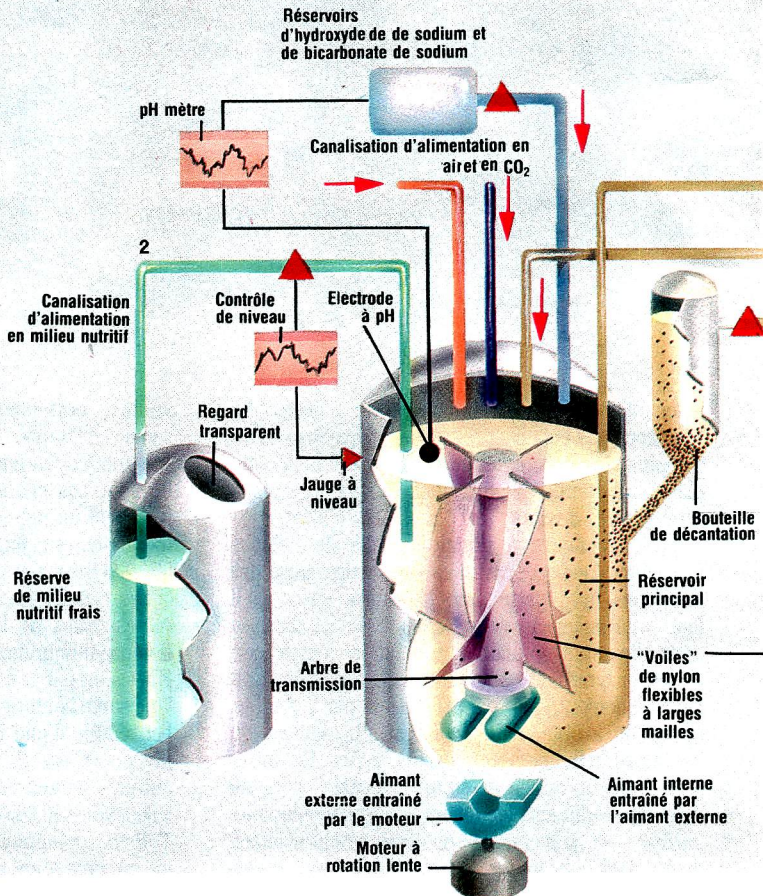
Les fermenteurs à perfusion chiostatique continus (raffineries) (2) sont beaucoup plus souples et n'ont pas besoin d'être arrêtés aussi souvent : ils fonctionnent 90 jours d'affilée. En permanence, le système automatisé et informatisé rajoute du substrat, élimine les déchets, récolte les cellules et les produits, et contrôle la température, le pH, les pressions, les niveaux.

- Un réservoir de milieu frais alimente le réservoir principal dès que le niveau

HAUTS FOURNEAUX ET RAFFINERIES À CELLULES

Les "raffineries" modernes de fermentation cellulaire (à perfusion) ou les "hauts fourneaux" classiques (à cuve unique) sont plus que de simples bouillons de culture : ce sont des appareils industriels complexes, où l'on imite d'aussi près que possible les conditions naturelles de vie et de croissance des cellules, pour y catalyser la transformation de produits chimiques simples en molécules complexes et chères.

Les fermenteurs discontinus (hauts fourneaux) (1) sont utilisés pour la culture des cellules procaryotes, des microorganismes transformés par le génie génétique. Comme leurs besoins sont simples (voir encadré p. 64), le contrôle et la maintenance le sont aussi. Comme dans un haut fourneau, on charge le fermenteur par le haut, avec du milieu nutritif et des bactéries ; on agite le tout avec un moteur électrique, un arbre de transmission, des couronnes, des pales ; des canalisations assurent le refroidissement ; des capteurs de pression, de température, de pH, de vitesse de rotation, de débit d'air, envoient leurs informations à un micro-ordinateur programmable (chaque programme est spécifique du type de culture bactérienne en cours) qui coordonne l'ajout d'acide et de base,



de cuve baisse.

- Le réservoir principal est le cœur de la raffinerie : c'est là que se multiplient et se divisent dans un milieu aseptique et une atmosphère stérile les cellules de mammifères, collées sur des microsphères en suspension dans le liquide, sous l'agitation douce de voiles de nylon, entraînées par leur arbre de transmission fixé sur l'aimant interne, lui-même entraîné par le mouvement de l'aimant externe, mouvement imprimé par le moteur à rotation lente. Les canalisations *ad hoc* alimentent le réservoir en acide et en base, en oxygène, en gaz carbonique et en air.

- Le réservoir satellite est relié au réservoir principal par une canalisation comportant une bouteille de décantation empêchant les microbilles d'être entraînées. A l'intérieur du satellite, les cellules libres (détachées de leurs supports) sont séparées des molécules qu'elles ont produites, dans un filtre en porcelaine, et retournent, pour s'y reproduire à nouveau, au réservoir principal. Les molécules sont alors pompées vers un réservoir en attendant d'être purifiées.

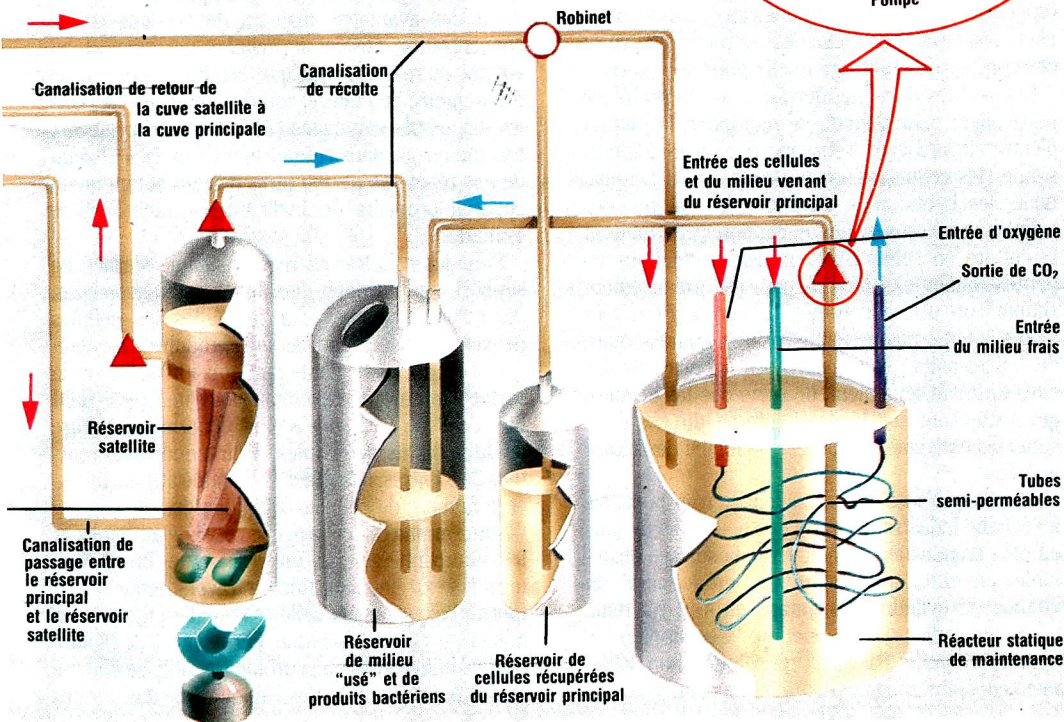
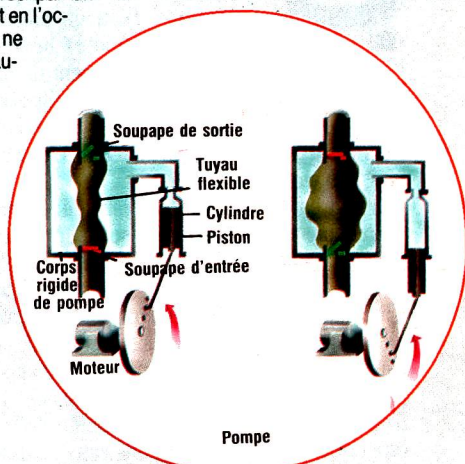
- La récolte des cellules se fait directement soit dans un réservoir à cellules (pour être ensuite réexploitées ailleurs),

soit dans un réacteur statique de maintenance où les cellules ne se divisent plus et ne font que produire des molécules, collées aux tubes semi-perméables. Là encore apports et éliminations sont contrôlés automatiquement et la récolte des produits se fait dans un réservoir d'attente. Un ingénieur qui n'aurait aucune notion de microbiologie saurait tout de même faire fonctionner ces bioréacteurs (haut fourneau ou raffinerie) : il suffit d'avoir un programme informatique des besoins nutritifs et des conditions de vie de chaque microbe cultivé. Car, pour lui, c'est toujours un problème de catalyse chimique qui se pose : la transformation (d'un substrat en un produit fini) accélérée par un catalyseur ; que celui-ci soit en l'occurrence un microbe ne change rien. D'ailleurs il faudra bien un jour se passer de ces organismes vivants pour ne garder que les enzymes qu'ils contiennent et qui sont responsables de ces transformations. Plus de contamination, de coûteux milieux de culture, de stérilisation...

Pourquoi se passer des cellules ?

- Parce qu'il s'agit d'être relativement fragiles, qui ne vivent ou ne survivent qu'à un pH précis, une température donnée, des conditions de pression et d'hygrométrie stables. Tout écart condamne la cellule à mort ou entraîne l'arrêt de fabrication.

- Parce que certaines d'entre elles ont la détestable manie de fabriquer des polymères naturels presque impossible à "tôiller", tandis que d'autres s'agrégent en un film sirupeux ayant la consistance d'un porridge chaud, qui encrasse les canalisations du réacteur.



Le mycoplasme, une bactérie polymorphe microscopique responsable notamment de pneumopathies chez l'homme, est un ennemi redoutable de ces cultures ; difficilement détectable, il sème la contagion d'une manière foudroyante. D'autres agents infectieux, caractérisés par une longue période de latence (ils agissent comme des bombes à retardement), entraînent une perte de temps et d'argent d'autant plus grande que leurs effets se manifestent bien après qu'ils aient infesté la culture. C'est le cas notamment des parvovirus, microorganismes extrêmement infectueux mais qui travaillent en sourdine.

Pour éviter de tels accidents, on introduit parfois des antibiotiques dans les cultures. D'où un autre risque, celui qui est toujours lié à l'emploi de ces substances : le développement de bactéries résistantes. Invitron s'interdit leur utilisation. Elle s'impose par contre des mesures draconiennes pour assurer la stérilité du milieu de culture tout au long des étapes de préparation.

Il faut encore, au sein des réacteurs biologiques parfaitement hermétiques et isolés de toute source de contamination, faire régner un ensemble très spécial de conditions : niveaux déterminés d'acidité, de température, d'oxygène, de gaz carbonique, pour éviter l'autodestruction de cellules causée par l'accumulation de certains sous-produits de leur métabolisme, lesquels risquent d'être hautement toxiques. La qualité de l'eau doit être étroitement contrôlée ; une eau corrosive détachera des atomes de métal de la paroi de la cuve, et ces corpuscules sont très nocifs pour la culture.

Les cellules de mammifères posent un problème particulier : pour pouvoir se multiplier, la plupart d'entre elles exigent d'être ancrées sur un support solide (les cellules d'origine sanguine ou lymphatique, les hybridomes, ainsi que la majorité des cellules cancéreuses, font exception et permettent la culture en solution). Pour des productions en petites quantités, la réponse est relativement simple : on utilise soit des boîtes de Petri très plates, soit des plaques creusées d'un grand nombre de "micro-puits", soit encore des flacons cylindriques tournant lentement, de sorte que les cellules, qui s'attachent sur la paroi interne du récipient, sont successivement exposées au milieu de culture et à l'air.

Pareils systèmes sont difficilement transposables à l'échelle industrielle. Faire des bouteilles de plus en plus grandes est un non-sens : la surface disponible, en effet, n'augmente pas en fonction du volume du cylindre. Longtemps on s'en est tenu, pour intensifier la production, à multiplier le nombre de petits flacons. Une solution non seulement encombrante mais coûteuse en main-d'œuvre.

Pour contourner ces inconvénients, il y a une douzaine d'années, William Tolbert et Joseph Feder, un biochimiste, ainsi que des chercheurs de l'importante société chimique Monsanto, à Saint Louis, dont dépend Invitron, se sont lancés dans un projet ambitieux : trouver les moyens techniques pour imiter d'aussi près que possible les conditions naturelles favorisant la croissance cellulaire dans un environnement stable, et sans recours aux antibiotiques.

De cette recherche est né un premier système, informatisé et automatisé : le réacteur à perfusion chimiostatique, qui établit un processus continu entre le prélèvement des produits cellulaires et l'introduction par perfusion des substances nutritives, tout en assurant un environnement constant (*encadré p. 66*). Un filtrage permet d'éliminer le milieu de culture usé et de prélever l'excédent de cellules lorsque leur densité atteint un taux voulu. Mais pour déterminer le débit optimal (d'entrée et de sortie des produits du réacteur), il a fallu tâtonner et multiplier les essais : c'est ce qu'ont fait Tolbert et Feder ; ils ont pu ainsi déterminer que des cellules de rats se divisant toutes les 17 heures réclamaient 10 millilitres de milieu frais par millilitre de culture cellulaire et par heure. Différents capteurs surveillent les conditions intérieures de cette "couveuse" à cellules, et maintiennent son milieu au niveau d'équilibre (hémostatique) désiré. L'ensemble est "touiillé" par un mécanisme à pales. Une fois récoltés, les produits cellulaires subissent un traitement de purification.

Un des avantages majeurs du système est la concentration élevée de cellules par rapport au volume du réacteur : quelque 30 millions de cellules par millilitre de culture, soit dix fois plus que dans les dispositifs classiques (mais tout de même dix fois moins que dans l'organisme vivant !). « Chacun de nos réacteurs de 100 litres produit autant qu'un appareil ordinaire de 1 000 litres », note William Tolbert.

Pour les cellules qui requièrent une surface de support, on introduit des billes microscopiques, dites "microsphères", sur lesquelles les cellules peuvent prendre appui et se reproduire. Les agrégats ainsi formés augmentent considérablement la surface interne du réacteur : pour une cuve de 4 litres, celle-ci est portée à 21 m² et permet la culture de 40 milliards de cellules. A l'intérieur d'un réacteur de 44 litres, la surface disponible atteint 188 m² et le nombre de cellules 300 milliards.

Une variante de ce procédé consiste à remplacer les microsphères par un réseau de fibres perméables extrêmement fines, à travers lesquelles on fournit l'oxygène aux cellules et on leur apporte un milieu de culture frais par perfusion. Des biomolécules utiles telles que l'urokinase, utilisée comme le tPA pour dissoudre les caillots sanguins, ou des

facteurs de croissance vasculaire, ont été ainsi synthétisés et récoltés en nombres relativement énormes. Récemment, un tel réacteur, fonctionnant sans interruption pendant trois mois, a livré des milliers de litres de liquide riche en produits cellulaires, dont on a extrait une grande variété d'anticorps monoclonaux et même une molécule biologique inconnue, qui a pu être purifiée et caractérisée chimiquement.

En aval de la chaîne, Invitron dispose de systèmes de purification très perfectionnés qui permettent, dans certains cas, d'obtenir en quelques heures le produit recherché. La récolte quotidienne s'élève à plusieurs grammes — une production considérable, certaines biomolécules étant utilisées en doses mesurées en millièmes de gramme. Au total, la capacité actuelle de 1,3 million de litres par an correspond à plus d'une centaine de kilos de molécules biologiques, diversement appliquées en diagnostic ou en thérapeutique.

Invitron n'est pas la seule société à entreprendre la culture de cellules humaines ou animales. Plusieurs firmes américaines (Genentech et Hybritech, notamment), européennes (dont Celltech en Angleterre), japonaises ont mis au point leur propre technologie. Une entreprise californienne, Centocor, construit actuellement une unité de production à Leyde, aux Pays-Bas.

Celltech a développé un système très performant, le réacteur à agitation par circulation d'air, où les mélanges gazeux sont introduits par le bas, ce qui permet de brasser la culture tout en l'alimentant en oxygène. La production d'anticorps monoclonaux y est en moyenne de 100 mg par litre. Les chercheurs de Celltech ont inventé des milieux de culture synthétiques qui éliminent le recours au sérum de veau fœtal.

Double avantage, économique et sanitaire, car il y a toujours des risques, aussi minimes soient-ils, de contamination par des microorganismes véhiculés par le sérum. Ce fabricant utilise des réacteurs de 5, 10, 30, 100 et 1 000 litres, le plus grand étant capable de produire 3 à 5 kilos d'anticorps monoclonaux par an. Un réacteur de 10 000 litres est en cours d'installation.

Le choix d'Invitron — cultiver exclusivement des cellules de mammifères — est tout symptomatique de l'évolution nouvelle des biotechnologies, qui retrouvent aujourd'hui leur deuxième souffle. Le nombre de créations d'entreprises dans ce domaine est passé par une crête en 1981, quand la Food and Drug Administration, organisme américain de contrôle des médicaments et des aliments, autorisa pour la première fois les essais cliniques d'une hormone de croissance biosynthétique. Cette année-là, les investisseurs à risque ont misé 160

millions de dollars sur le pari biotechnologique. Ensuite, l'engouement s'est momentanément tassé, et les capitaux ont pris le chemin de secteurs plus rapidement rémunérateurs. Aux USA, en 1984, les investissements en biotechnologie sont tombés à 60 millions de dollars.

Pendant que de nombreuses petites entreprises frôlent la faillite, ou vivent grâce à quelques contrats de recherche, d'autres arrivent à maturité. Les bénéfices de la biotechnologie commencent seulement à se concrétiser. Ils excitent maintenant la convoitise des grandes multinationales pharmaceutiques, qui ne sont pas engagées assez tôt dans la partie mais désirent aujourd'hui prendre le train en marche.

Les rachats de firmes biotechnologiques, ou les prises de participation, sont payés très cher. Ainsi, la mainmise de la firme pharmaceutique Bristol Myers sur Genetics Systems, de Seattle, et celle d'Eli Lilly sur Hybritech, aura coûté à chacun des acquéreurs environ 300 millions de dollars. Rhône Poulenc a racheté Purification Engineering, dans le Maryland, tandis que l'Institut Mérieux de Lyon et l'Etat de New York ont conclu un accord de recherche sur les vaccins au terme duquel Mérieux contrôlera Virogenetics, jusqu'ici contrôlée par un organisme qui dépend du Département de la santé de l'Etat de New York.

Les petites cellules vivantes intéressent la haute finance. La relance se manifeste par des transactions massives d'actions en bourse, qui ont déjà rehaussé la valeur des firmes biotechnologiques de 700 millions de dollars depuis seulement décembre dernier. Car ce secteur commence à rapporter gros, surtout grâce aux anticorps monoclonaux, dont les ventes annuelles pour les tests de diagnostic atteignent une centaine de millions de dollars, et devraient tripler d'ici trois ou quatre ans. Les autres produits de culture — vaccins, substances anticancéreuses comme l'interleukine et l'interféron — font leurs premiers pas. On peut déjà traiter son rhume avec de l'Alpha-2, interféron sorti des réacteurs biologiques.

Le pari d'Invitron semble valable. Ses dirigeants estiment que le coût d'installation est resté bien en dessous du coût moyen, qui est de l'ordre de 50 millions de dollars pour une unité produisant 2 500 litres de culture par an. L'économie a été réalisée grâce aux efforts déployés depuis douze ans par Monsanto pour construire un système entièrement original, dans une usine intégralement automatisée avec des réacteurs relativement petits mais permettant d'obtenir une forte densité de cellules en culture.

Les cultivateurs de cellules peuvent envisager un avenir radieux.

**Alexandre Dorozynski
et Jean-Michel Bader**

CX-W 800E



Rendez-vous avec les démons du son sur le portable CXW 800 E. Rendez-vous avec les stars du rock, vos génies du classique sur le compact disc, le tuner, la double platine magnétocassette. Sur ce portable, l'émotion sous toutes ses formes, le feeling Super Woofer. Plonger dans la 3^e dimension du son avec le système exclusif 3 D HITACHI (amplificateur pour fréquences très basses et haut-parleur de super graves).

Découvrez avec le lecteur de compact disc le son à l'état pur que seule la technologie audio-numérique peut apporter.

Décollez avec les démons du son HITACHI.

HITACHI CXW 800 E:

- Lecteur de compact disc à guidage laser
 - Système 3 D avec 3 amplis et 5 haut-parleurs (dont 1 "spécial bass")
 - FM Stéréo PO/GO/OC
 - Puissance : 100 W (PMP) - 31 W efficaces
 - Alimentation : AC 220 V - DC 12 V - Piles
 - Double cassette en enregistrement/lecture
 - Système de duplication en accéléré
 - Ejection douce de la cassette
 - Equaliseur graphique 5 bandes
 - Sélecteur de bande Normal/Chrome/Métal
 - Entrée ligne/Phono/Micro
 - Prise casque stéréo
- Le CXW 800 E HITACHI, une idée d'avance.



HITACHI

LES MOUSTIQUES VECTEURS DU SIDA ?

L'équipe française du Dr Chermann vient de publier des données alarmantes : certains insectes transmettent le

virus responsable. Ces résultats très surprenants ont toutefois été vivement critiqués par la plupart des spécialistes. Faut-il alors s'en inquiéter ?



Il est établi depuis longtemps que les insectes peuvent jouer un rôle-clé dans la diffusion de nombreuses maladies infectieuses. Le paludisme (ou malaria) est transmis par certains moustiques, la maladie du sommeil par la mouche tsé-tsé, le typhus ou la pyroplasmose par les tiques...

Depuis la découverte du virus responsable du SIDA (Syndrome d'immuno-déficience acquise) et de la façon dont il peut être transmis, une question cruciale est apparue : les insectes, notamment ceux qui se nourrissent de sang, peuvent-ils transmettre la maladie ? En cas de réponse positive il faut avouer que l'idée d'un virus le plus souvent mortel se promenant en silence entre les ailes d'un simple moustique est terrifiante. Or c'est exactement ce que suggère le Dr Chermann, l'un des chercheurs français qui a découvert le virus du SIDA à l'Institut Pasteur.

Son équipe vient en effet de publier (1) que les cellules d'insectes possèdent un récepteur pour le virus, c'est-à-dire une molécule qui, à la surface de la cellule, permet au virus d'y pénétrer. Après la pénétration, le virus pourrait s'intégrer, c'est-à-dire placer des propres gènes au milieu de ceux de l'insecte infecté. A titre de confirmation, ces cher-

cheurs ont même détecté la présence de ces gènes viraux dans les chromosomes de certains insectes prélevés dans des pays d'Afrique où le SIDA est très répandu.

Jusqu'à l'annonce de ces résultats tout à fait inattendus, toutes les connaissances disponibles allaient contre l'existence d'une transmission de la maladie par les insectes. Résumons tout d'abord ce qui est maintenant bien établi.

En dehors des rapports sexuels et du passage direct de la mère à l'enfant au cours de la grossesse, le virus du SIDA peut se transmettre lors d'un échange sanguin entre un sujet donneur porteur du virus, qu'il soit malade ou pas, et un sujet sain receveur. Le cas le plus typique est celui de la transfusion sanguine où la grande quantité de sang échangé ne permet pas au receveur d'échapper à l'infection.

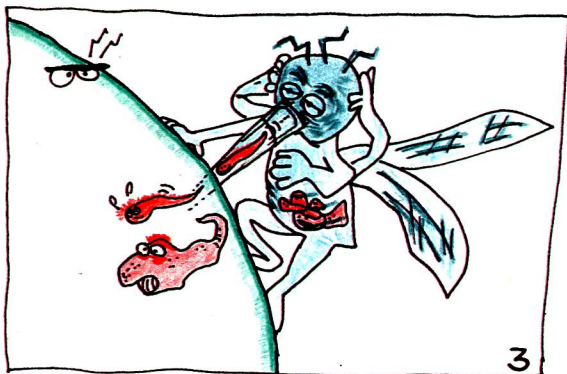
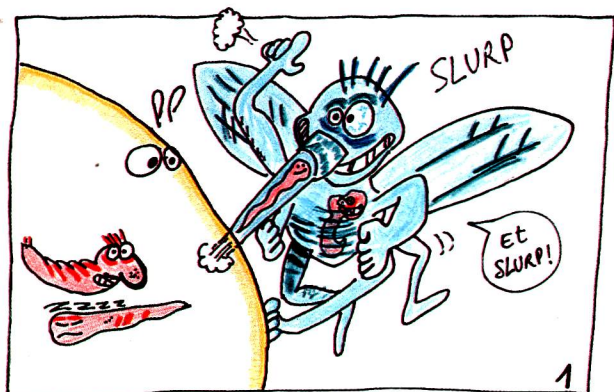
Bien heureusement, on peut aujourd'hui tester l'existence d'anticorps spécifiques qui trahissent la présence virale dans un échantillon sanguin. Cet échantillon ne sera donc pas transfusé. La plupart de ces cas de SIDA dits transfusionnels sont donc antérieurs à la découverte du virus : ce dernier n'étant pas connu, il était à plus forte raison impossible de le détecter ! Il faut noter que tous les pays, en Afrique notamment, n'ont pas les moyens financiers de tester de façon systématique tous les

(1) Publication du 30 août 1986 dans les comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris n° 8, p. 303 à 306.

produits destinés à être transfusés.

Le "SIDA des toxicomanes" peut être rapproché du "SIDA transfusionnel" car, lors des multiples injections intraveineuses de drogue, il se produit des échanges de sang. En effet les seringues, qu'il est difficile de se procurer, sont le plus souvent mises en commun par les toxicomanes. Avant l'injection, le drogué doit légèrement aspirer son propre sang afin de vérifier la position correcte de l'aiguille dans sa veine. S'il est infecté, la seringue

Transmission du paludisme. 1. Le moustique avale le sang (et les parasites qu'il contient) d'un sujet atteint de paludisme. 2. Le parasite infeste le moustique. 3. Le moustique réinfeste un homme sain en lui injectant sa salive contaminée par le parasite.



est alors largement contaminée et le virus peut être transmis à un autre toxicomane qui partagera la même dose ou utilisera la même seringue.

Si à première vue un moustique peut être comparé avec une seringue qui, comme chez les héroïnomanes, serait utilisée par un grand nombre de personnes, l'analogie n'est pas du tout exacte. En effet le moustique ne suce pas le sang pour le réinjecter. Son repas sanguin terminé, l'animal va s'installer tranquillement dans un coin pour digérer. Le virus absorbé va être détruit au cours de la digestion. Ceci a été vérifié par trois chercheurs sud-africains⁽²⁾ qui, après avoir nourri des moustiques avec du sang infecté n'ont pas pu résoler le virus des moustiques écrasés une heure après. Dans ce cas, le moustique n'est pas à rapprocher de la seringue du toxicomane mais plutôt de l'exemple du personnel médical qui se pique accidentellement, sans injection donc, avec une aiguille contaminée. Aucun cas de SIDA n'est apparu dans ces circonstances. De plus, si l'on considère la taille des "seringues" qui équipent la bouche des moustiques et les quantités de sang infimes qui peuvent y séjourner, on comprend alors que l'hypothèse SIDA/moustique paraît en première analyse assez improbable.

Toutes ces explications restent cependant très théoriques et ceci d'autant plus que de nombreux points restent dans l'ombre : quelle quantité de sang ou de virus doit être transmise pour qu'il existe un risque réel ? Que se passe-t-il si le moustique est interrompu au milieu de son repas et repique une deuxième personne avant la digestion ? La régurgitation de son début de repas lors de la deuxième piqûre survient-elle parfois dans ces circonstances ? Le virus ne peut-il pas résister quelque temps à la digestion de l'insecte comme cela semble être le cas chez certaines punaises de literie (*C. lectularius*) ?

Il faut donc bien admettre que les considérations purement "mécaniques" sur la transmission du virus comportent beaucoup trop d'impondérables pour apporter une réponse claire et nette à la question qui nous préoccupe.

Considérons alors les résultats obtenus par le Dr Chermann. Il prétend qu'il existe sur certaines cellules d'insectes un récepteur pour le virus du SIDA. Grâce à ce récepteur, le virus peut pénétrer à l'intérieur des cellules et s'y maintenir et peut-être même, puisqu'on peut facilement l'y détecter, s'y multiplier. On ne peut plus du tout, alors, comparer le moustique à une simple seringue qui, en quelque sorte, s'auto-nettoie au cours de la digestion. C'est d'une véritable usine à virus qu'il faudrait alors parler ! La transmission de la maladie devient tout à fait possible car on se rapproche des mécanismes

(2) Résultats publiés dans le *Lancet* du 5 juillet 1986, p. 45.

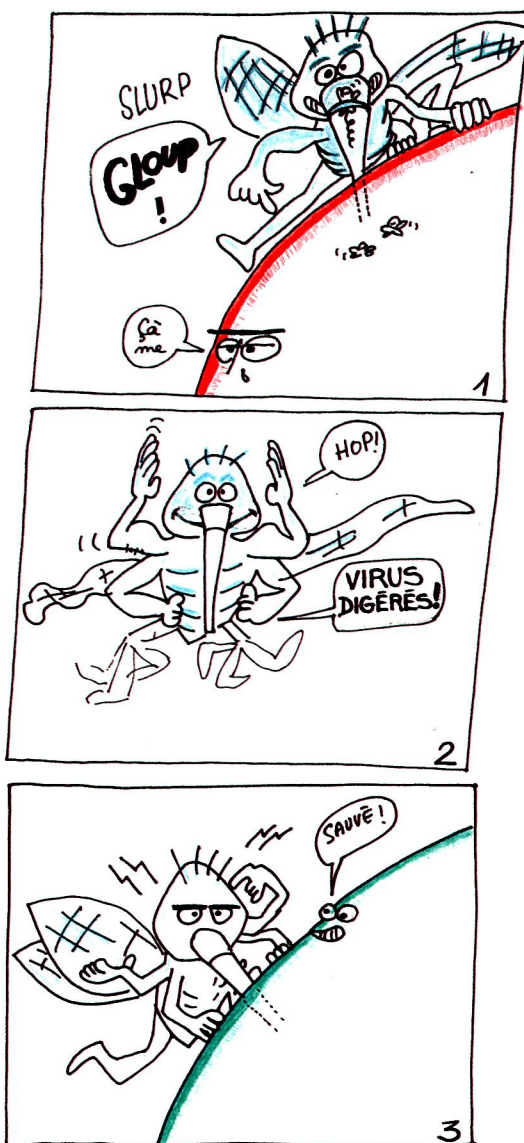
connus qui permettent par exemple la dissémination du paludisme. Dans ce cas, le microbe responsable n'est pas un virus mais un hématozoaire, le *Plasmodium*, qui a besoin de parasiter le moustique pour se reproduire. Lorsqu'un moustique absorbe du sang contaminé, le *Plasmodium* va se multiplier et infester l'insecte y compris ses glandes salivaires. C'est donc au moment de piquer, lorsque le moustique injecte un peu de sa salive anticoagulante et urticante, qu'il transmet la maladie à l'homme. Il faut savoir que l'efficacité de transmission du paludisme est remarquable puisque dans les régions infestées 100 % de la population est touchée. Le paludisme est en effet la maladie la plus répandue dans le monde. Ce n'est heureusement pas le cas du SIDA. Et l'argument le plus fort qui est opposé aux conclusions du Dr Chermann est celui des épidémiologistes, dont la spécialité est d'étudier la répartition d'une maladie dans l'ensemble d'une population.

Si le virus du SIDA était transmis par des moustiques comme le *Plasmodium*, avançant cet argument, le SIDA devrait, comme le paludisme, atteindre l'ensemble de la population. Or, même si en Afrique le SIDA frappe bien au-delà des groupes exposés dans le monde occidental (homosexuels, transfusés, héroïnomanes, et leurs enfants), il touche essentiellement des hommes et des femmes jeunes et célibataires habitant les grandes villes et changeant fréquemment de partenaires sexuels. Ce qui confirme que le SIDA est avant tout une maladie sexuellement transmissible (MST). Une maladie "moustiquement" transmissible frapperait sans distinction vieillards et enfants, citadins et paysans, célibataires volages et mariés fidèles. Ce qui n'est pas le cas.

Les chercheurs français reconnaissant eux-mêmes dans la conclusion de leur compte rendu que leur thèse n'est pas confirmée par les données épidémiologiques.

Alors, qui se trompe ? Il est possible que quelques cas exceptionnels de SIDA dus aux insectes soient perdus dans les statistiques globales. Mais l'avis de la plupart des spécialistes est que les résultats du Dr Chermann ont besoin d'être confirmés.

Son équipe a pu visualiser l'existence du récepteur permettant l'infection des insectes à l'aide de virus marqué par des molécules fluorescentes. Soit. Mais il est possible par exemple que ces molécules fluorescentes modifient la structure du virus et que le virus s'accroche alors à des cellules qu'il ne reconnaîtrait pas naturellement. Il est aussi très surprenant que les techniques d'hybridation moléculaire utilisées puissent détecter le virus à l'intérieur d'un insecte alors qu'elles ne sont pas assez sensibles pour l'y détecter dans le sang même des malades. Les résultats qui prouveraient la contamination d'insectes africains par le virus du SIDA et



Transmission du SIDA. 1. Le moustique avalerait le virus en piquant un sujet porteur ou malade. 2. Le virus serait digéré et détruit dans le moustique, qui pourrait alors repiquer sans contaminer. 3. Si le virus pouvait envahir le moustique (comme le suggèrent les résultats publiés du Dr Chermann), la transmission par le moustique serait possible.

les possibilités de transmission de la maladie qui en découlent semblent donc très préliminaires. Ils doivent par conséquent être accueillis avec une extrême prudence.

Moustiques, cafards, tiques et autres mouches tsé-tsé ne sont décidément pas des compagnons assez séduisants pour nous transmettre le SIDA.

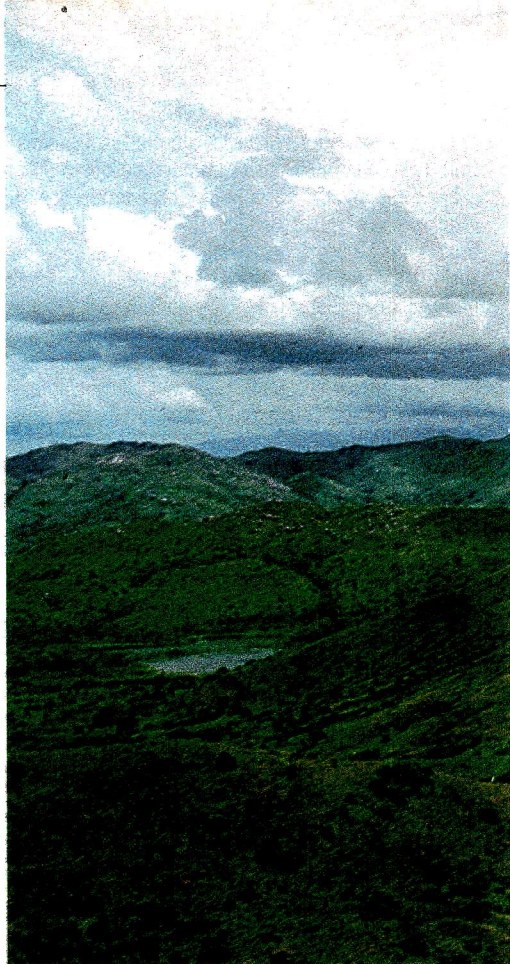
Yves Houllaves

QUE S'EST-IL PASSÉ AU CAMEROUN ?

*Le lac Nios a craché
son CO₂ mortel. Et ce n'est
pas fini : selon
Haroun Tazieff, qui
dresse un plan de
prévention, six autres
lacs de cratères
sont prêts pour de nouvelles
catastrophes, dont trois
proches de la ville
de Wum qui compte
24 000 habitants.*

Sans précédent de mémoire d'homme... Gigantesque explosion... Comme une bombe à neutrons... Phénomène mystérieux... Les titres sensationnels n'ont pas manqué après la catastrophe qui, dans la nuit du 21 août, a tué en quelques instants plus de 1 500 paysans camerounais avec leur bétail. En cette année qui a vu Tchernobyl, les épanchements intempestifs du pyralène des transformateurs, des naufrages, des collisions aériennes, la nature a tenu à rappeler qu'à l'occasion elle sait faire aussi bien, sinon mieux que l'industrie humaine. Et pour réveiller la sensibilité d'un public trop accoutumé aux désastres, les médias n'ont pas lésiné sur la métaphore.

Or il se trouve que pour les spécialistes, l'apparition d'une nappe de gaz toxique dans une région volcanique n'a rien d'insolite ni d'énigmatique. Les précédents ne manquent pas, même au Cameroun. Le pays est traversé par l'une des plus grandes déchirures de l'écorce terrestre, longue de 2 000 kilomètres et jalonnée de volcans. La dernière éruption du mont Cameroun, qui culmine à plus de 4 000 mètres et a donné son nom au pays, date de



Le lac-cratère de Nios. C'est la boue de latérite, en suspension. Au second plan, on distingue un autre lac, semblable au lac Nios.

1980. C'était la cinquième depuis le début du siècle. En 1984, un jaillissement de gaz toxique près d'un autre volcan, à quelque 200 km du mont Cameroun, avait tué 37 paysans, retrouvés asphyxiés exactement comme les morts du lac Nios.

Qu'un accident soit l'œuvre de la nature ou des activités industrielles, son impact sur les vies humaines dépend pour beaucoup des conditions locales. Si les gaz jaillissant du lac s'étaient dirigés vers une région désertique, il y aurait eu peu ou pas de morts et personne n'en aurait parlé. Par malheur trois villages se trouvaient sur leur parcours. D'où le bilan tragique et les récits impressionnants des survivants comme des premiers témoins arrivés sur les lieux.

Ensuite sont venues les questions. Que s'est-il produit dans le lac fatal ? De quoi sont mortes les victimes ? Pour les survivants le danger est-il écarté ou faut-il craindre son retour ? Et aussi : ce qui est arrivé là-bas ne peut-il arriver ailleurs, qui sait, dans notre Massif Central, où un volcanisme seulement assoupi ne demande qu'à se réveiller ?

Paradoxalement, les premiers témoignages et



l'eau, qui lui donne sa couleur rouge. Avant le jaillissement du fond du cratère, du gaz toxique, cette boue s'accumulait au fond du lac. t l'accident.

l'état des blessés soignés — avec les moyens du bord — à l'hôpital de la petite ville voisine de Wum ne sauraient donner une idée juste de la réalité. Les histoires de gens réchappés pour avoir absorbé rapidement du miel et de l'huile de palme (d'autres parlent de vin de palme) relèvent du folklore et des croyances africaines plutôt que de la vraisemblance scientifique. Aucune substance alimentaire ne préserve des effets foudroyants d'un passage de gaz toxique. Le seul fait que des gens aient pu en absorber démontre simplement qu'au moment où ils l'ont fait, ils étaient déjà hors de danger.

On a dit aussi que de tout jeunes enfants avaient été épargnés tandis que leurs parents succombaient. Mais l'inverse aussi a été attesté. Il est possible que leur immobilité ait sauvé des enfants, comme aussi des adultes, qui se trouvaient à la limite d'une asphyxie irréversible : leurs besoins en oxygène étaient inférieurs à ceux des gens qui s'agitaient.

Plus digne d'attention est le témoignage de nombreux rescapés qui déclarent avoir senti une odeur d'œufs pourris. Ce fumet écœurant signe la pré-

sence de l'hydrogène sulfuré (SH_2), un des composants ordinaires des émissions volcaniques. Il s'agit d'un corps très toxique : à une concentration de 800 cm^3 par mètre cube (soit 800 ppm, partie par million) dans l'air, il est mortel en quelques minutes. Mais l'hydrogène sulfuré est à peine plus lourd que l'air (densité : 1,2) et il se dilue assez vite dans l'atmosphère. On imagine mal qu'à lui seul il ait tué instantanément autant de gens. On peut seulement le créditer des vomissements et des troubles respiratoires qui ont été signalés.

Autre composant soufré des émissions volcaniques (et aussi des gaz émis par de nombreux foyers brûlant du charbon ou du fioul), l'anhydride sulfureux (SO_2) est lui aussi incriminé. Mais pour que sa toxicité devienne foudroyante, il faut que l'air respiré en contienne 3 000 ppm. Il a pu jouer un rôle dans les nombreuses brûlures qu'il a fallu traiter à l'hôpital de Wum. Il ne faut pas oublier non plus qu'au contact de gouttelettes d'eau il donne de l'acide sulfurique.

Finalement, parmi les gaz soupçonnés du crime, c'est avant tout vers le dioxyde de carbone (CO_2 ,

encore appelé gaz carbonique ou anhydride carbonique) que les volcanologues sont à peu près unanimes à pointer un doigt accusateur. Après la vapeur d'eau, il est le composant le plus abondant des gaz volcaniques. Inodore, il n'en est que plus perfide. De densité 1,52, il stagne dans les dépressions. Chacun a entendu parler, s'il ne l'a lui-même visitée, de la célèbre grotte de Capri où les promeneurs humains entrent impunément, tandis qu'un chien y succombe vite dans la nappe de CO_2 qui s'élève à quelques décimètres au-dessus du sol.

Bien que le seuil de concentration au-dessus duquel ce gaz est mortel en cinq à dix minutes soit de 90 000 ppm, ce chiffre élevé donne une idée inexacte du danger représenté par un composé pourtant banal, puisque nous en rejetons une certaine quantité à chaque expiration de nos poumons. Et comme l'air d'une pièce n'est pas instantanément renouvelé, nous réabsorbons du CO_2 à chaque inspiration sans nous en porter beaucoup plus mal. Mais les ouvriers chargés de nettoyer les cales des bateaux qui ont transporté du grain se gardent d'y descendre sans précaution, car du gaz carbonique peut s'être ramassé au fond. S'ils pénètrent dans ce gaz, ils n'ont généralement pas le temps de remonter. La perte de connaissance est instantanée et la mort suit de peu. Des accidents de même nature ont tué des vignerons dans leurs cuves.

Haroun Tazieff raconte comment il a rencontré lui-même ce danger, à ses débuts de volcanologue au Congo alors belge, il y a une quarantaine d'années. S'étant laissé glisser dans un trou profond de deux mètres environ pour y chercher des échantillons, il fut foudroyé par le CO_2 stagnant et ne dut son salut qu'à ses compagnons qui le hissèrent au-dehors et réussirent à le ranimer. A Java, Tazieff a étudié un volcan en sommeil, le Tangkuban Prah, sur le flanc duquel le gaz carbonique s'écoule paisiblement sans gêner personne, en couche invisible épaisse seulement de quelques centimètres. Mais un enfant qui y était tombé accidentellement est mort, et après lui deux autres qui se penchaient pour lui porter secours.

Bref, il est hautement probable que le cocktail gazeux du Cameroun était du CO_2 avec une certaine proportion de SH_2 et peut-être du SO_2 . Un tel mélange suffit à expliquer les effets constatés. D'autres gaz ont été mentionnés, dont le nom était pris dans la liste assez longue des corps dont on sait la présence possible dans les émissions volcaniques. Mais aucun indice n'oblige à ces hypothèses, au demeurant invérifiables, du moins de façon directe, maintenant que le nuage est dissipé. Dans leur tendance à présenter des vues personnelles, certains oublient peut-être le fameux principe du "rasoir d'Occam" : ce philosophe anglais du XIII^e siècle insistait sur le fait qu'il ne faut pas multiplier de nouvelles entités pour le plaisir,

lorsque celles dont on dispose sont suffisantes.

C'est un missionnaire hollandais qui, découvrant la catastrophe, a le premier parlé de "bombe à neutrons". L'image rend bien l'impression que pouvait donner un paysage jonché de cadavres d'hommes et d'animaux, mais où des constructions aussi fragiles que les cases des paysans et la végétation (sauf sur la rive du lac) demeuraient intactes. Mais les récits suivant lesquels l'arrivée des gaz aurait été annoncée par une "formidable déflagration" reflètent plutôt l'émotion éprouvée par les témoins devant le spectacle atroce de la région sinistrée. Si l'explosion avait été aussi forte, le gaz aurait été projeté à une certaine altitude au lieu de s'écouler en ruisseau dans la vallée occupée par les trois villages. Le terme de "violente détonation" qu'on trouve dans un des récits est sans doute mieux approprié.

Pourquoi cette détonation, qu'un personnage officiel camerounais a qualifié encore plus modestement de "bruit" ?

Quand le magma visqueux issu des profondeurs du globe s'élève lentement à travers les fissures de la croûte terrestre, la pression qu'il subit va diminuant. Il libère alors peu à peu le gaz qu'il contenait à l'état dissous, un peu comme une boisson gazeuse quand on a débouché prudemment la bouteille. Ce sont ces gaz et non la lave (laquelle est du magma dégazé) qui jouent le rôle moteur dans les phénomènes explosifs et effusifs du volcanisme. S'il ne trouvent pas une issue paisible vers la surface le long de failles ou à travers une roche poreuse, ils s'accumulent aux endroits où ils sont arrêtés par des couches imperméables.

On a parlé d'une "poche" de gaz. Haroun Tazieff estime l'image impropre : « Une poche, nous dit-il, cela fait penser à une espèce d'énorme ballon gonflé de gaz. Je voudrais bien voir un géologue sérieux qui soit d'accord avec cette idée d'une poche de gaz pareille à une grotte. Non. Il y a accumulation de gaz par suite de l'exsolution d'un magma en fusion, qui se trouve à quelques centaines de mètres ou à quelques kilomètres de profondeur. Ce dégazage a duré pendant les deux ou trois siècles qui nous séparent de la dernière éruption magmatique du volcan. Pendant tout ce temps, le gaz s'est faufilé au travers des roches jusqu'au moment où il a rencontré des couches d'argile ou d'autres roches imperméables. Il n'y a pas eu de "poche". Il s'est formé une nappe de gaz interstitiels comme il se forme des nappes d'eau. Celle-ci occupe de petits espaces entre, par exemple, les grains d'une roche sableuse ou dans les fissures d'une roche compacte. Là elle s'accumule pour donner une nappe aquifère. De même, le gaz s'amasse pour donner une nappe gazeuse. De même d'ailleurs pour le pétrole ou pour le gaz naturel.

COMMENT S'EST PROPAGÉ LE GAZ TOXIQUE ?



» Durant le laps de temps qui nous sépare de la dernière éruption du volcan, le magma, dont la température de de 1 100 °, a également dégagé une énorme quantité de chaleur. Ces calories montent elles aussi au travers des roches qui surplombent et elles réchauffent les eaux des nappes existantes, dont la température atteint 200, 300, 400°, selon la pression lithostatique qu'elles subissent. Ce sont de gigantesques cocotes-minutes naturelles. Il arrive un moment où la pression conjuguée de la tension de vapeur d'eau et de ce gaz carbonique, plus des gaz soufrés (mais ils sont mineurs), dépasse le seuil de résistance mécanique du toit, pour parler en termes de mineur, et finit par le crever. A ce moment, il y a dégagement très violent et bref (quelques minutes ou en tout cas peu d'heures) de cette vapeur à haute température et pression, et de ce gaz.

— En une fois ? avons-nous demandé.

— En une fois, laquelle peut durer plus ou moins longtemps, mais à la brève violence initiale succède alors un écoulement paisible. Ce déversement du gaz peut se prolonger durant des mois. C'est ce que nous avons observé en 1979 pour la première fois, en étudiant une éruption de ce genre au plateau de Dieng, dans Java centrale, en Indonésie. 142 personnes y avaient trouvé la mort. Il n'y avait pas de lac, mais le phénomène était exactement le même qu'à Nios, où le lac n'a joué aucun rôle, sauf de refroidir plus rapidement le gaz quand celui-ci l'a traversé.

— A quelle phase précise du phénomène les riverains du lac Nios ont-ils entendu une explosion ?

— Ne parlons pas d'explosion, laquelle est un phénomène chimique. On a entendu une déflagration, comme celle d'un pneu qui éclate.

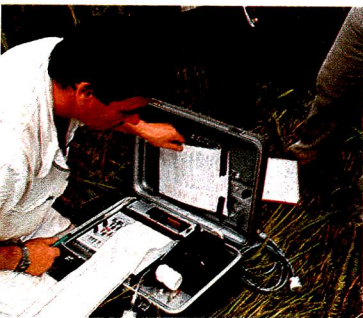
— Au moment où le toit a été crevé, ou bien lorsque le gaz a atteint la surface du lac ?

— Il s'est écoulé très peu de temps entre ces deux instants. Les deux bruits ont dû se confondre. Il faut aussi signaler que des bergers peuls, qui se trouvaient à quelque 200 mètres au-dessus du lac, ont entendu des gargouillis, un peu avant la détonation. »

Deux explications ont été avancées qui s'écartent de ce schéma. Selon l'une, une fraction au moins des gaz toxiques ne serait pas d'origine volcanique. Elles proviendraient de la décomposition des matières organiques déposées dans le lac par la végétation environnante, avec dégagement de méthane et d'acide cyanhydrique. Celui-ci est un poison violent, ce qui ne semble pas une raison suffisante pour le mettre en cause, en l'absence de tout indice allant dans ce sens et alors que son intervention n'est nullement nécessaire pour rendre compte de ce qui s'est passé. Quant au méthane (d'ailleurs fréquent dans les émissions volcaniques), c'est un gaz léger (densité : 0,55) qui ne pourrait en aucune façon s'écouler en ruisseau dans une vallée.

L'autre explication, proposée par un ingénieur du CNRS, brille surtout par son ingéniosité et par les perspectives optimistes qu'elle ouvrirait quant à la possibilité de prévoir à temps une nouvelle exhalaison de gaz toxiques. Les gaz issus du magma auraient pu n'être pas piégés ; ils auraient remonté jusqu'au lac et se seraient dissous dans l'eau. Comme toute substance soluble, le CO₂ se dissout

d'autant mieux que la pression est plus élevée. A 100 m de profondeur (qui est celle du lac), la pression et à peu près égale à dix fois celle qui s'exerce à la surface. L'eau a donc pu dissoudre une grande quantité de CO_2 . Mais elle dissout en même temps d'autres corps, parmi lesquels des composés acides comme l'acide chlorhydrique, qui peut se trouver aussi en petites quantités dans les gaz volcaniques. Or, plus l'eau est acide, moins elle dissout de CO_2 . Entre l'acidité et la solubilité du CO_2 , l'équilibre peut être rompu si l'eau reçoit trop d'acide. Il se poursuit une libération brutale du CO_2 , qui monte en surface. L'eau peut alors dissoudre à nouveau du CO_2 jusqu'à une nouvelle rupture d'équilibre. Le phénomène présente un caractère périodique. Pour être averti de son retour, il suffirait de mesurer en permanence le taux d'acidité du lac et de mettre la population à l'abri lorsque ce taux approcherait le seuil critique. On connaît, en laboratoire, des phénomènes périodiques de ce



Le lac de Wum surveillé
par des mesures du CO_2 contenu
dans le sol de son cratère.

genre. Mais il faudrait croire que c'est la première fois qu'il se produit sur le lac Nios, appelé dans la région "lac de la Paix". En outre, depuis la catastrophe du mois d'août, les eaux du lac ont pris une teinte rougeâtre, remarquée par ceux qui l'ont survolé en hélicoptère, alors que les autres lacs de la région sont restés d'un bleu limpide. Ce qui s'explique aisément si l'on admet que la rupture brutale de la roche sous-jacente a

dispersé des matériaux solides dans l'eau, beaucoup moins aisément si l'on pense que le CO_2 se trouvait déjà dans le lac à l'état dissous.

Haroun Tazieff hausse les épaules devant cette hypothèse, qu'il considère comme absurde. «C'est physiquement impossible, dit-il. S'il y a sursaturation, le dégagement a lieu de façon modeste, en bulles. Quant à la couleur rouge du lac, elle est simplement due à la mise en suspension dans l'eau de toute la boue de latérite accumulée en deux siècles sur le fond du lac.»

Quand les premiers experts sont arrivés sur les lieux, le gaz mortel évidemment n'était plus là. On a opéré des prélèvements d'eau et de sol, et les échantillons ont été envoyés en France pour analyse. Peut-on en attendre des informations nouvelles ? «Faire un échantillonnage comme celui-là sans en lier les résultats à ceux d'analyses soit d'eau à diverses profondeurs, soit du gaz, ne conduit pas à grand-chose. Cela fait partie de ces

innombrables opérations de prétendue vulcanologie qui fleurissent depuis une dizaine d'années. On fait des mesures de température, on prélève de l'eau (ce qui est facile), du gaz (ce qui l'est moins) ; on fait des analyses chimiques, rigoureuses ou non. Et on fait ensuite des publications "scientifiques". Cela s'est vu en 1976 lors de l'éruption de la Soufrière en Guadeloupe, cela s'est vu à diverses reprises sur l'Etna, cela s'est vu après la catastrophe du Nevado del Ruiz, qui a fait 25 000 morts en Colombie, il y a dix mois. Là-bas ce n'est pas un fleuve de gaz, ce sont des fleuves de boue qui ont tué. Et à bien d'autres occasions, notamment lors de l'éruption du St Helens. Il y a eu beaucoup, il y a trop de pseudo-vulcanologie.»

Y a-t-il encore du danger autour du lac Nios ? D'après Haroun Tazieff il n'y en a plus. Le toit est crevé. L'eau absorbe le CO_2 qui peut encore monter peu à peu. Quant elle est saturée, le gaz s'élève en bulles sans possibilité d'écoulement massif. Par contre, dans un rayon de 25 km alentour, il existe six autres lacs de cratère sans eau. Trois se trouvent à proximité du Wum. La même catastrophe qu'au lac de Nios y arrivera tôt ou tard, selon Tazieff : « Nous essayons maintenant de définir les techniques qui permettraient de prévoir ; et de faire quelque chose qui ne soit pas trop coûteux. »

Avec ses collaborateurs François Le Guern et René Faivre-Pierret, Tazieff prépare pour le ministère de la Coopération un projet à présenter aux autorités camerounaises. Il s'agit de concevoir un système au moins pour les trois lacs-cratères qui menacent Wum avec ses 24 000 habitants. Sans doute consiste-t-il à mesurer les variations de CO_2 tant celui qui est dans le sol que celui qui est dissous dans l'eau. On peut aussi travailler par des hydrophones qui enregistrent les bruits sous-lacustres. Il y a encore la méthode sismique, mais Tazieff ne croit pas trop, en l'occurrence, à son efficacité. Que faire en cas d'alerte ? La meilleure protection consiste à s'enfermer de façon aussi hermétique que possible et à attendre que la coulée soit passée, ce qui ne dure que quelques minutes. Si on ne peut pas s'enfermer, et si l'alerte n'a pu être donnée à temps, on peut gagner les points hauts ou s'écarter d'une dizaine de kilomètres.

Le système sera-t-il mis en place ? Comme tant d'autres catastrophes, celle du lac de Nios sera vite oubliée. Les organisations internationales et les gouvernements ont envoyé là-bas, dans une pagaille et un manque de compétences invraisemblables, des tonnes de matériel inutile. Aideront-ils le Cameroun à prévoir l'avenir ? Ou bien, après s'être donné bonne conscience, laisseront-ils, comme d'habitude, l'Afrique à ses problèmes (qui pourraient un jour être les nôtres...) et à son dénuement ?

Michel Rouzé



EINSTEIN EN COLLECTION DE POCHE



Mettre un savant dans un calculateur de poche, c'est une performance. HP l'a réussi. Plus pratiques, plus rapides, pour aller plus loin, les calculateurs de poche HP, véritables outils de l'avenir, ont jusqu'à 67 registres mémoire et 448 lignes de programme. Garantis 5 ans et d'une fiabilité absolue, le HP 11C à vocation scientifique, le HP 12C à vocation gestion et, le HP 15C pour le mathématicien de haut niveau : une collection de poche, HP pour vous aider à gagner demain. Les calculateurs HP, l'assurance d'une technologie performante et l'assistance d'un savant... dans votre poche.



**HEWLETT
PACKARD**

PERFORMANCES A L'APPUI.

GAGNER UN ORDINATEUR PORTABLE HP 110.

Pour cela, il vous suffit de vous rendre entre le 15 septembre et le 31 octobre 1986, chez un distributeur de calculateurs de poche Hewlett-Packard et de remplir un bulletin de participation au grand concours Hewlett-Packard. Nombreux lots, dont le premier est un ordinateur portable HP 110. Avec la participation de Science et Vie et de Science et Vie Micro.

H.P. 91040 Evry Cedex. Tél. (1) 60 77 83 83

HAUTE SECURITE SIGNEE



**PILOTE
1800**

**DIESEL
2500**

**PILOTE
2500**



**DIESEL
3000**

15W40



**PILOTE
3000**

15W50

HUILES  **PILOTE**



Le criquet pèlerin vivant en groupe est un redoutable ravageur. La France n'est heureusement pas son aire de prédilection.

EN FRANCE AUSSI !

Le terrible péril qui menace bon nombre de départements français se nomme "criquets".

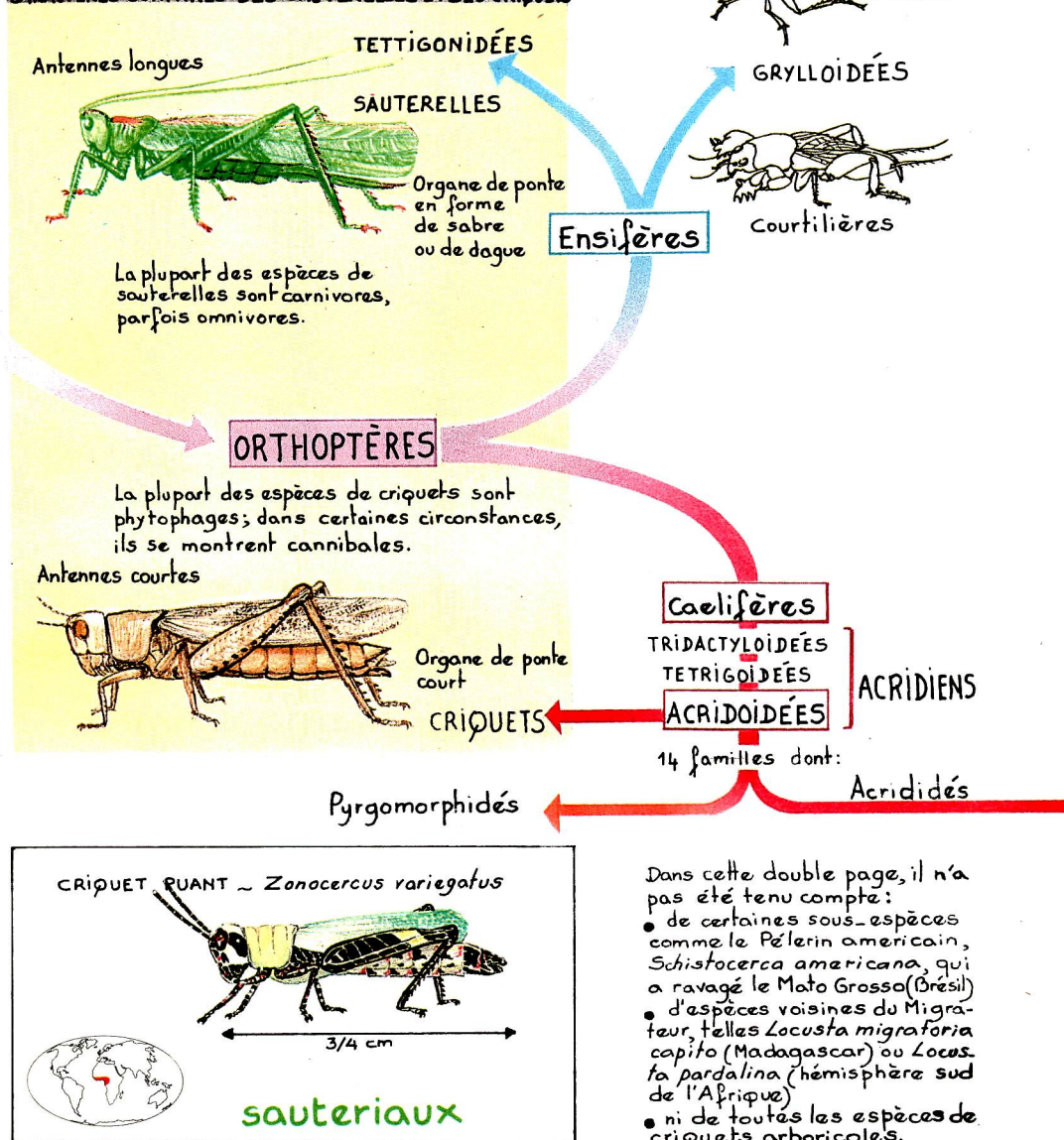
Pourtant, la pullulation de ces insectes dévastateurs ne représente chez nous que le millième de ce qui risque de se produire très bientôt en Afrique. La biologie des acridiens explique pourquoi il est si difficile d'y conjurer pour partie le cercle vicieux de la famine...

En Aveyron, dans la région Saint-Affrique, presque tout y est passé : champs de luzerne et de sorgho dont il ne reste plus que quelques tiges décharnées, potagers où seules tomates et courges ont été épargnées. Le principal responsable ? *Caloptamus italicus*, ou criquet italien : un acridien vorace, qui ne mesure qu'un à quatre centimètres de long, mais chez qui l'union fait vraiment la force.

"Criquet" et non "sauterelle", comme il a été dit un peu partout, dans la plus grande confusion. En général, on appelle "sauterelles" les sauterelles à proprement parler, mais aussi les larves de criquets

(ces dernières seront essentiellement herbivores, alors que les premières sont carnivores et parfois omnivores). Il est vrai qu'ici l'imprécision de vocabulaire est amplifiée par les obscurités du jargon scientifique. Ainsi *locusta* désigne-t-il un genre de criquets (migrateur, par exemple) tandis que "locuste" indique l'aptitude qu'ont certaines espèces d'acridiens à subir d'importants changements morphologiques au cours de leur existence ; ils ne réagissent plus alors en tant qu'individus, mais en membres d'un groupe. Chez les Anglo-Saxons, c'est pire encore puisque le mot *locust* couvre l'ensemble des sauterelles et des criquets !

CARACTÈRES COMPARÉS DES SAUTERELLES ET DES CRIQUETS



SAUTERELLES ET CRIQUETS: DEUX SOUS-ORDRES BIEN DISTINCTS

Les insectes font partie du sous-embouchement des Antennates, qui appartiennent eux-mêmes à l'embouchement des Arthropodes. Ils possèdent au moins une paire d'antennes sur la tête et trois paires de pattes; leur corps est divisé en trois parties (tête, thorax, abdomen) et ils sont généralement ailés. C'est le cas de l'ordre qui nous concerne, celui des Orthoptères, qui groupe plus de 16 000 espèces, réparties en deux sous-ordres: les Ensifères (environ 6 000) et les Caelifères

(environ 10 000). (Dans la classification des êtres vivants un ordre fait partie d'une classe, laquelle est contenue dans un embranchement...)

Se subdivisant en Grylloïdées et Tettigonidées (sauterelles), les Ensifères sont caractérisés par des antennes longues et fines, un tympan auditif placé sur le tibia des pattes antérieures et, chez les femelles, un organe de ponte (oviscape) long, qui leur permet de déposer un à un leurs œufs, dans le sol ou en surface.

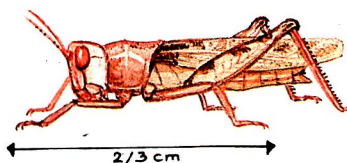
Les Caelifères ou acridiens (criquets) sont caractérisés par de courtes antennes multi-articulées, un tympan auditif situé sur les côtés du premier segment abdominal et un oviscape court permettant une ponte en masse dans le sol.

Sur les cartes, les zones de répartition les plus étendues montrent que ce sont aussi celles de trois espèces locustes bien connues (les criquets pèlerin, nomade et migrateur) dont les ravages sont les plus grands.

GOMPHOCERINÉS

CRIQUET MAROCAÏN ou MÉDITERRANÉEN ~ *Dociostaurus maroccanus*

locustes



Le criquet marocain s'est manifesté plusieurs fois dans le midi de la France et il a pullulé de nombreuses années en Corse.

CYRTACANTHACRIDINÉS

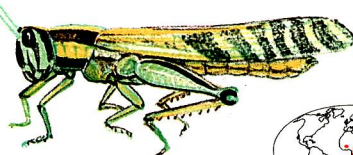
CRIQUET PÉLERIN ~ *Schistocerca gregaria*



locustes



CRIQUET NOMADE ~ *nomadarsis septenfraciata*



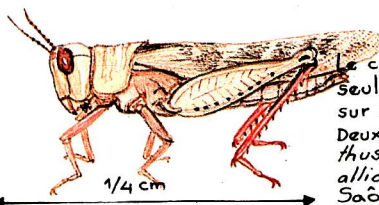
locustes



CALLIPTAMINÉS

CRIQUET ITALIEN ~ *calliptamus italicus*

sauteriaux



Le criquet italien n'a pas été le seul responsable des dégâts sur le midi et l'ouest de la France. Deux autres acridiens, *Mecostethus grossus* et *Parapleurus alliaceus* ont sévi en Haute-Saône et dans le Doubs.

OEDIPONÉS

CRIQUET MIGRATEUR ~ *Locusta migratoria*



locustes



CRIQUET SÉNÉGALAIS ~ *Dedaleus senegalensis*



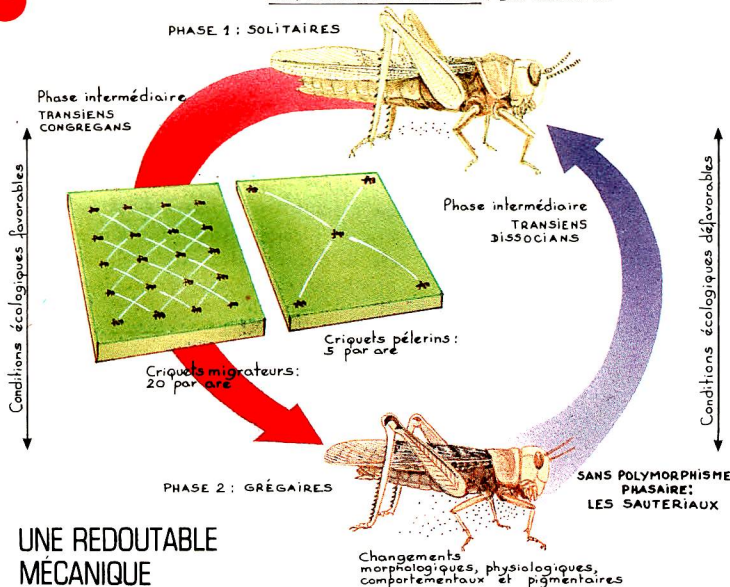
sauteriaux



D'autre part, ceux qui croient que "sauteriau" est un diminutif local pour une sauterelle pataude se trompent : ce terme, qui n'a strictement rien à voir avec les sauterelles, indique le comportement d'autres espèces de criquets qui ne varient guère de couleur ou de dimension, sauf par effet de masse. Ajoutons que, dans l'ordre des Orthoptères auquel sauterelles et criquets appartiennent effectivement tous deux, les premières font partie des Ensifères (*Tettigonidea*) et les seconds, des Caelifères (*Acridoidea*) — deux sous-ordres parfaitement distincts (voir dessin ci-dessus).

Le grand danger du comportement des acridiens

réside dans leur "grégarité", c'est-à-dire la possibilité qu'ils ont de passer d'une forme solitaire (individus ne recherchant pas la présence de leurs congénères) à une forme grégaire (individus au comportement similaire à celui des autres, agglomérés en foule). Les criquets sont en effet capables d'autoréguler leurs hormones en fonction du contexte écologique et densitaire (quantité d'individus sur une surface donnée). Cet environnement agit sur leur système nerveux et déclenche des sécrétions modifiant directement leur descendance. Cette transformation est appelée le "polymorphisme phasaire" (dessin page suivante).



UNE REDOUTABLE MÉCANIQUE D'ADAPTATION AU MILIEU

Le premier regroupement des locustes en phase solitaire, qui n'est pas encore le processus de grégarisation responsable des ravages, est appelé "densation". Il se fait au niveau des larves ou des aîlés. Il peut être dû à certains facteurs incitant les criquets au départ, ou les obligeant à se regrouper dans des sites privilégiés.

Le phénomène de grégarisation est observé, lui, chez les parents aîlés qui, par l'action des vents convergents (période orageuse dépressionnaire, cyclonique), sont rassemblés en nombre sur des surfaces restreintes. La promiscuité brutale de solitaires non accoutumés à la présence persistante de nombreux autres congénères a deux conséquences. L'une est immédiate : chocs psycho-physiologiques importants, avec adaptation plus ou moins rapide à la nouvelle situation sous les effets des cinq sens. L'autre est génétiquement transmise : pré-adaptation de la descendance à vivre en foule.

Il s'agit, à ce stade, d'un phénomène de groupe : pour donner une échelle, il suffit de 5 criquets pélerins ou de 20 criquets migrants à l'are (100 m²) pour que s'enclenche le processus de grégarisation sur la génération à venir,

qui touchera tout aussi bien la morphologie que la pigmentation des individus issus de ces couvées, leur donnant un caractère différent de celui de leurs parents. La nouvelle génération entrera en phase *transiens congregans* et, si les conditions écologiques continuent à être favorables, la suivante en phase grégaire ; pour certains locustes, à 4 ou 5 générations par an, le cycle peut être très rapide... Si les conditions écologiques évoluent défavorablement, il y aura d'une part, forte mortalité et d'autre part, retour des survivants, en quelques générations, à l'état solitaire en passant par une phase *transiens dissocians*.

La taille des femelles locustes en phase solitaire est plus grande qu'en phase grégaire. En revanche, celle des mâles est plus petite en 1 qu'en 2. Des tendances opposées sont donc observées en fonction du sexe. La plupart des locustes en phase 1 sont caractérisées par une pigmentation uniforme, le plus souvent verte ou brune, selon l'humidité et la couleur générale de l'environnement (homochromisme). En phase 2, la différence devient moins grande entre solitaires et grégaires que dans les larves.

Elle ne s'applique, dans cette forme, qu'à la douzaine d'espèces dites locustes, parmi lesquelles on compte les ravageurs les plus dangereux et les mieux connus. La transformation est d'ailleurs si spectaculaire que l'on a longtemps considéré *Locusta migratoria* et *Locusta danica* comme deux acridiens appartenant à des espèces distinctes. Ce n'est qu'en 1921 que l'on s'est aperçu qu'il s'agissait en fait de formes différentes d'une seule et même espèce, l'une caractérisant des populations gré-

gaires et l'autre, des solitaires.

Les espèces dont le comportement grégaire est nettement moins évident se classent dans la catégorie des sauteriaux. Ceux-ci sont incapables de présenter des modifications phasaires aussi importantes que celles des locustes, bien que certains réagissent aux effets de masse (et non pas de groupe) par de légères modifications morphologiques, pigmentaires et comportementales. En effet, la majorité des sauteriaux ne se montrent pas sensibles (ou peu) à la densité, tant que les réserves alimentaires ne sont pas affectées ; ils ne réagissent à ces effets de masse, par une réduction de leur taille, qu'en cas de sous-alimentation.

Comme le criquet italien, principal responsable des dégâts causés en France, les autres espèces d'acridiens qui sévissent chez nous appartiennent à la catégorie des sauteriaux. Cela ne veut pas dire pour autant qu'il n'y a aucune raison de se méfier des terribles locustes : à l'état solitaire, le criquet migrateur (qui a déjà ravagé le Sud-Ouest) existe toujours en quelques points du pourtour de la Méditerranée et le criquet marocain, dans la Crau.

Docteur ès sciences et spécialiste en acridologie au PRIFAS de Montpellier (1), Annie Monnard est quasiment à pied d'œuvre pour estimer la densité du criquet italien en Aveyron : 15 à 20 individus au mètre carré dans la région appelée le Rougier, ce qui donne une population de 150 à 200 000 individus à l'hectare. Bilan dans une région qui a déjà subi les méfaits de la sécheresse : champs réduits à l'état de squelettes, potagers et jardins dévastés. A Saint-Affrique, Camarès,

Gommaric ou Briols, partout le même désolant spectacle.

Les estimations d'Annie Monnard, comme toutes les études réalisées dans l'Est européen ou au Moyen-Orient où *Calliptamus italicus* est une

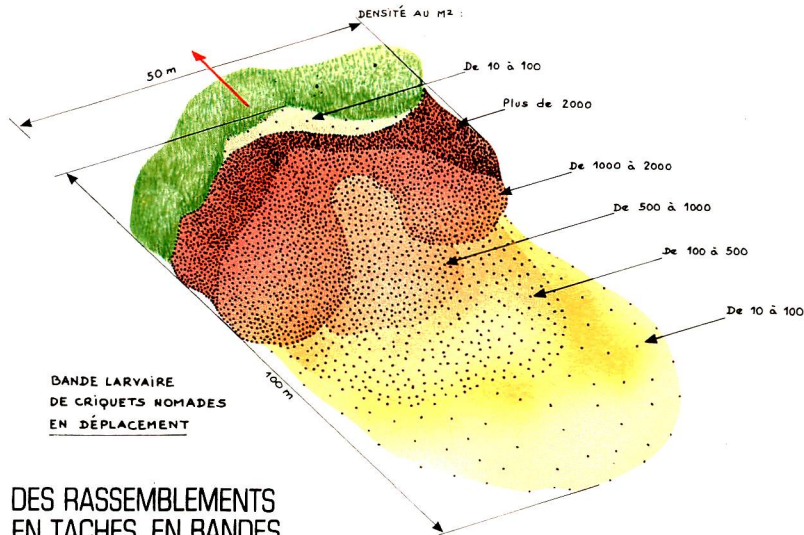
(1) PRIFAS — Acridologie, Ecologie opérationnelle, du CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement), BP 5035, 34032 Montpellier Cedex, tél. 67 63 91 70 (ce centre est animé par Michel Launois).

vieille connaissance, confirment que le rapport densitaire en surface entre criquet italien (sauteriau) et criquet migrateur (locuste) est de 1 pour 10. L'équation est simple : 200 000 individus à l'hectare à Saint-Affrique, contre 2 millions d'individus à l'hectare en Afrique où la menace de fléau est imminente (elle en connaît déjà les prémices). Quand on sait qu'un seul criquet dévore une à deux fois son poids en une seule journée, ce sont des tonnages considérables de cultures vivrières — enfin obtenues après des années de sécheresse et de famine — qui risquent sous peu de se volatiliser.

La saison exceptionnellement sèche que vient de connaître le midi de la France correspond peut-être à un seuil d'humidité équivalent à la saison exceptionnellement humide du Sahel (la première depuis 5 ans). Hygrométries et thermiques, les seuils d'expansion optimale du criquet migrateur sont connus : 30 à 35°C, 70 % d'humidité. Il est possible que ceux du criquet italien n'en soient pas très éloignés. D'où la pullulation ici et là...

Que faire alors pour se débarrasser de ces affamés affameurs ? En Afrique aujourd'hui, l'heure n'est plus aux médecines douces. En cette période très critique, la FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) tente d'organiser la lutte sur le terrain et recherche des fonds pour une aide d'urgence : il faut des millions de dollars pour épandre massivement des insecticides — qui risquent de déséquilibrer gravement les écosystèmes (le fénitrothion, par exemple, montre une faible rémanence, mais une très forte toxicité sur les oiseaux, prédateurs de criquets). C'est à ce prix qu'il faut réduire maintenant les risques d'invasion généralisée.

En France, où les problèmes sont tout de même d'un autre ordre, la sauvegarde de l'environnement reste la priorité, en l'absence d'insecticides homolo-

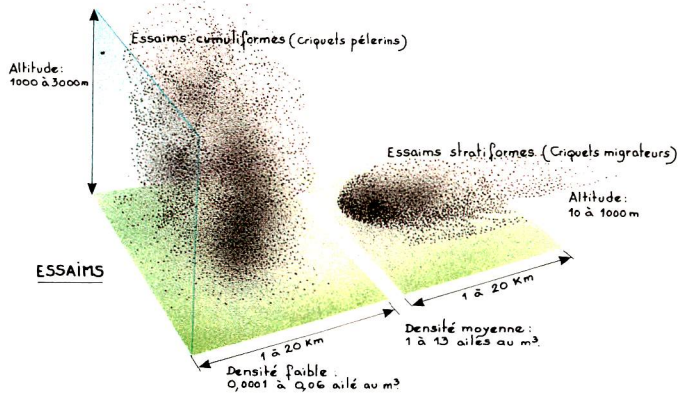


DES RASSEMBLEMENTS EN TACHES, EN BANDES...

Lorsque la cohésion des individus est maintenue, il se forme des rassemblements durables de larves, organisées d'abord en taches, puis en bandes. Dans les taches, la larve se déplace encore pour son propre compte au milieu du groupe. Au stade de la grégation, ce groupe devenu plus cohérent forme une bande primitive qui avance dans une même direction.

La forme générale des bandes larvaires n'est pas régulière : elle peut être plus ou moins ovale et en deux ou

trois dimensions, selon le comportement des larves ou le type de paysage. La densité est plus forte à l'avant et le front de progression plus ou moins large et homogène ; vers l'arrière, les criquets avancent de manière dispersée mais coordonnée. La vitesse de progression linéaire varie de 10 m à 2 km par jour et la marche apparaît plus rapide par temps ensoleillé. Quant à la direction prise initialement, elle est en général maintenue durant toute la durée du développement des individus.



... PUIS EN ESSAIMS, SELON LES VENTS DOMINANTS

Les grégaires volent plus longtemps, plus loin que les solitaires et utilisent, en outre, des systèmes de vents différents. Par ailleurs, les solitaires étant plus exigeants vis-à-vis des conditions d'environnement, rien d'étonnant à ce que les grégaires occupent souvent une aire géographique plus étendue. Les essaims sont donc formés d'ailés grégaires appartenant généralement à la même espèce. Ils sont en majorité constitués de locustes, mais il arrive que des sauteriaux s'y intègrent.

La forme des essaims rappelle celle des nuages : puisque les criquets dé-

pendent des mêmes facteurs que les gouttelettes d'eau et qu'ils subissent les mêmes lois devant l'action des courants aériens, ils sont cumuloformes ou stratiformes. A l'intérieur de ces nuages d'insectes, les directions individuelles de vol sont variées, mais la progression de l'ensemble n'en est pas trop affectée, car la direction de l'essaim est influencée par celle du vent dominant. De manière générale, les criquets pèlerins volent le jour et se posent sur la végétation ou sur le sol après le coucher du soleil afin de se nourrir et de se reposer.

CRIQUET ITALIEN (*Calliptamus italicus*)

4 à 6 pontes de 20 à 50 œufs.
Moins de 150 œufs au total par femelle.
Juillet à fin octobre 1^{ère} année.

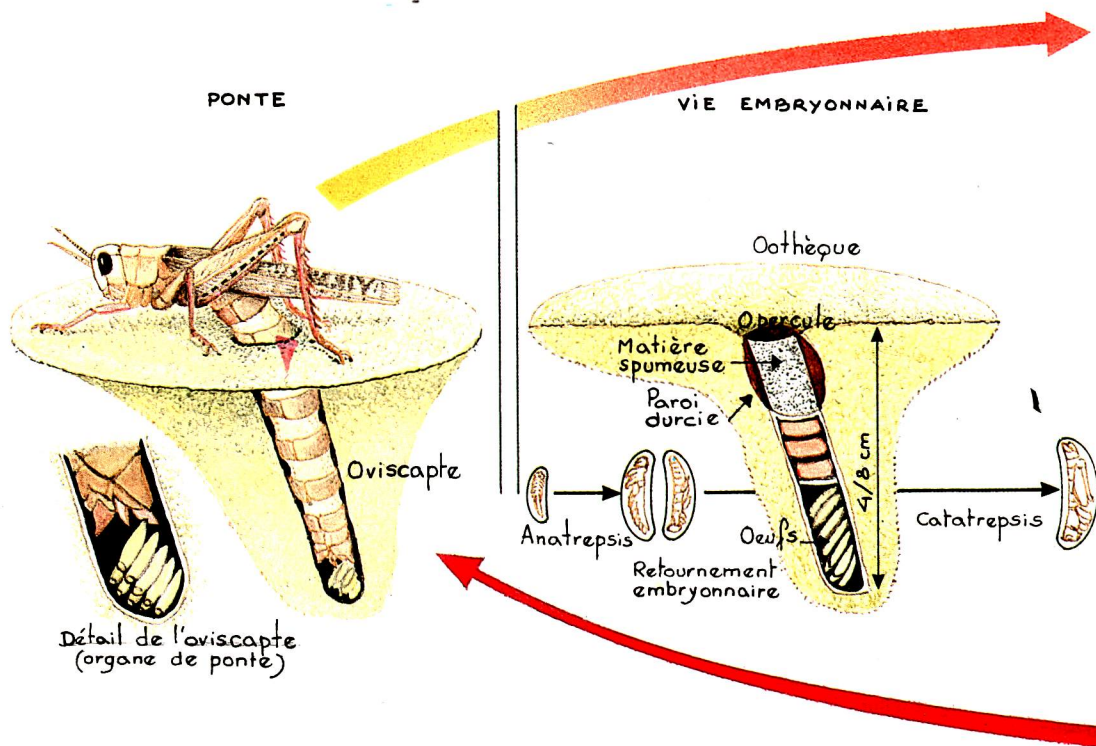
9 mois environ ; l'oothèque est enfouie à une profondeur suffisante pour que les œufs supportent les rigueurs de l'hiver. Écllosion : fin mai 2^e année.

CRIQUET MIGRATEUR (*Locusta migratoria*)

4 à 6 pontes : 2 à 3 en saison des pluies,
2 à 3 en décrue. 120 œufs par femelle.
Plusieurs aires de ponte.

18 jours à 27°C. – 10 jours à 33°C.

Espèce à reproduction continue.



LES UNS ÉCLOSENT EN 9 MOIS LES AUTRES EN 18 JOURS

Grâce à son oviscapte (ou ovipositeur) court et trapu, la femelle pond ses œufs en masse, enrobés d'une matière protectrice à l'aspect d'écume. Elle les enfouit dans le sol en y faisant pénétrer presque totalement son abdomen. Tous les acridiens passent par trois états biologiques au cours de leur existence : l'œuf (vie embryonnaire), la larve qui subit un certain nombre de

mues selon les espèces (vie larvaire), et l'ailé ou imago (vie imaginale) ; le criquet est alors adulte, puisque sexuellement formé, et l'accouplement (qui dure entre 1/2 h et 1 h) peut avoir lieu.

Le développement des solitaires est un peu plus rapide que celui des grégaires. Les locustes ont 4 générations annuelles en phase solitaire et 3 en phase grégaire ; cependant, si les

conditions écologiques sont favorables, on peut voir apparaître, en phase grégaire, 5, voire 6 générations successives... En France, les sauteriaux sont loin d'atteindre cette production, puisque la période de dormance, au stade de la vie embryonnaire, atteint environ 9 mois et non 18 jours (ou même 10, si les conditions thermiques s'y prêtent) comme chez les locustes.

gués pour la lutte anti-acridienne. En guise de bouclier, il est préconisé de recenser tous les terrains susceptibles d'être des aires de ponte et de les labourer sur une profondeur de dix centimètres.

Du côté de la défense passive, certains chercheurs continuent de fonder leurs espoirs sur l'extension d'une mycose spécifique aux criquets. Deux champignons, *Empusa grylli* pour le criquet italien et *Entomophthora grylli* pour le criquet puant,

provoquent en effet la mort des insectes. On les voit alors agrippés à leur brin d'herbe comme un marin au mât de son bateau les jours de grande tempête. Malheureusement, par temps sec, les criquets pullulent mais pas les champignons...

Plus sérieux sans doute est le recours à un coléoptère prédateur, *Mylabris variabilis*. Grâce à son acclimatation rapide en Corse et en Sardaigne, ce grand amateur d'œufs du criquet marocain a

CRIQUETS: UN SAUTERIAU, UN LOCUSTE

CRIQUET ITALIEN

Développement larvaire:
environ 6 semaines.
juin-juillet 2^e année.

Premiers imagos (individus adultes) juillet 2^e année
Accouplements précoces.
Espèce univoltine : 1 génération par an.

CRIQUET MIGRATEUR

5 stades larvaires.

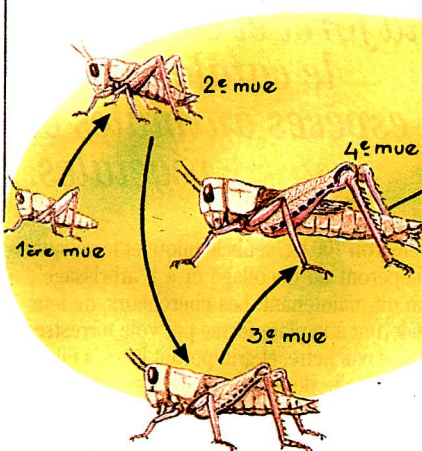
Accouplements au cours des migrations.

18 jours.

Espèce plurivoltine : 4 générations par an.

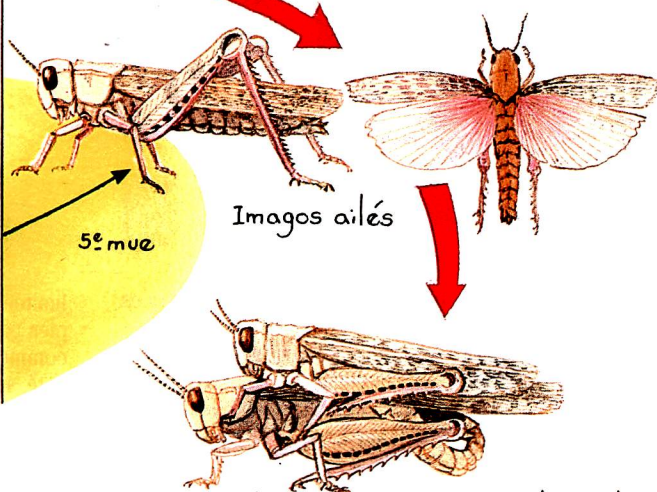
NAISSANCE

VIE LARVAIRE



Le nombre de mues, suivant les espèces, peut varier de 4 à 8.

VIE IMAGINALE



Accouplement

Le nombre de générations, suivant les espèces, peut varier de 1 tous les 2 ans à 5 par an.

permis d'enrayer les pullulations en quelques années. D'autre part, on a constaté que la déforestation à tout-va — pour l'implantation de grandes monocultures, en Amérique du Sud par exemple — a eu pour conséquence le développement massif des acridiens. Le reboisement de certaines terres dénudées peut donc être très efficace.

Il va sans dire que, pour être véritablement efficace, la lutte doit être surtout préventive, dans la mesure du possible. Pour cela, une connaissance précise des aires géographiques à haut risque de pullulation est essentielle et c'est ainsi que, pour le continent africain et Madagascar, le PRIFAS s'efforce de dresser des cartes statiques faisant la synthèse des données d'environnement à évolution lente (climat, géologie, pédologie) et des cartes dynamiques pour les données à évolution rapide (pluviométrie, densité des insectes, mouvements du front intertropical).

L'informatique permet aujourd'hui de multiplier les analyses, de vérifier les données anciennes, d'établir des corrélations entre une infinie quantité de variables biologiques et écologiques. Reste, dans la mesure où la météorologie joue un rôle prépondérant dans l'évolution des populations acridiennes (et le temps n'est actuellement prévu que pour quelques jours), qu'il est bien difficile de faire des prévisions tout à fait dignes de foi.

Selon G. Remaudière, acridologue, « une leçon se dégage maintenant : la pullulation des acridiens est due en grande partie à des ruptures d'équilibres naturels dont l'homme porte la responsabilité. La recherche scientifique de nouveaux équilibres serait donc préférable aux méthodes coûteuses de destruction massive, qui, le plus souvent, ne peuvent atteindre leur but qu'en les dépassant dangereusement ».

Louis-Paul Delplanque et Michèle Roux-Saget

LE RADEAU DES CIMES *Trente savants*

s'apprêtent à voguer, ce mois d'octobre, sur une idée de poète, dans une barque volante portée par un ballon. Objet : étudier la forêt et compléter le catalogue des espèces animales et végétales.



Quels êtres peuplent donc les cimes des forêts équatoriales ? Car il est toute une flore et toute une faune qui ne gîtent que là-haut et ne descendent jamais. C'est afin d'y répondre que vient de se monter une expédition d'un type inédit, parfaitement scientifique et d'une irrésistible poésie, puisqu'elle va consister à effectuer des sauts de puce sur les cimes des arbres à bord d'une sorte de radeau-laboratoire (voir *photo*) transporté là par une montgolfière. A chaque escale au-dessus des arbres, le ballon sera dégonflé, plié et rangé dans un coin du radeau.

La direction des Alizés, qui soufflent toujours N-E — S-O, va permettre de faire le parcours de la base de Kourou, en Guyane, jusqu'au fleuve Sinnamary, qui est perpendiculaire au sens des vents. Là, le radeau, redevenu aquatique, pourra flotter sur le courant et revenir à Kourou, le ballon rangé dans son coin.

Pourquoi la Guyane ? Parce qu'elle possède l'une des dernières "forêts primaires", c'est-à-dire réellement vierges. Le mode de transport décrit plus haut a été retenu parce qu'il est souple et permet de descendre sur les forêts de plaine aussi bien que de monter sur les forêts de montagne. Le couvert végétal est suffisamment dense pour pouvoir se poser. La cueillette est garantie.

Insectes, reptiles, petits mammifères sans doute, lianes, fleurs, etc. C'est un petit musée que ramèneront en France la quinzaine d'équipes universitaires françaises représentées par une trentaine de chercheurs. Mais comme le radeau pèse à lui seul 550 kg et que la montgolfière a une force de traction

limitée à environ 700 kg, seuls le pilote et le coéquipier participeront au décollage et à l'"arbrissage", comme on dit maintenant. Les chercheurs, de leur côté, accéderont à la plate-forme par voie terrestre, en jeep et à la machette, et grimperont jusqu'à elle à l'aide d'une échelle de corde. Même principe pour la nourriture, qui sera livrée "à domicile" sous forme de paniers-repas par un système de filins.

A ceux qui demanderont pourquoi n'avoir pas utilisé l'hélicoptère pour transporter plate-forme, personnel universitaire et intendance, on répondra que cet appareil fait du bruit, du vent et dégage des vapeurs nocives qui perturbent considérablement le milieu que l'on veut étudier ; qu'il ne permet pas des observations prolongées et enfin parce que son autonomie est insuffisante pour des incursions profondes. Inconvénients que ne présente pas l'archaïque montgolfière.

L'idée du radeau des cimes n'est pas d'un savant mais d'un poète de 29 ans, étudiant en architecture : Gilles Ebersolt (*encadré p. 90*). Célèbre pour avoir descendu en 1985 les pentes du mont Fuji dans une grosse sphère de son invention, en plastique et gonflée, notre poète architecte se mit en tête de concrétiser un rêve d'enfance, celui de radeaux flottants sur un océan de verdure. Pour cela il conçut un radeau spécial : une armature souple, constituée de gros boudins pneumatiques en caoutchouc vulcanisé, articulés à leur extrémité et déterminant 5 triangles déformables. Le radeau mesure 35 m de long sur 20 de large et ressemble à un gros canot pneumatique. Le fond de l'engin est tendu d'un filet tressé serré, utilisant une fibre synthétique nouvelle, le kevlar, enrobée d'un plastique

spécial qui la protège de la chaleur. Enfin, presque au centre du radeau, se trouve une plate-forme en fibre de carbone, où sont amarrés les brûleurs de la montgolfière. Les bouteilles de propane alimentant ces brûleurs sont attachées à l'un des cinq boudins en caoutchouc.

Le premier prototype de radeau volant construit par Gilles Ebersolt était en forme de triangle de 12 m de côté. En novembre 1985, il s'embarque pour un court voyage au sommet de la forêt de conifères du mont Pilat. Le radeau est déposé par hélicoptère sur la cime des arbres et sa stabilité est suffisante pour permettre une station prolongée. Cette expérience, qualifiée en son temps de farfelue et gratuite, serait tombée dans l'oubli si Francis Hallé, professeur de botanique à l'université de Montpellier, n'en avait compris l'intérêt.

Ce professeur est actuellement l'un des meilleurs spécialistes des forêts tropicales, qu'il sillonne depuis vingt ans, en Afrique, en Amérique du Sud et en Asie tropicale, et dont il connaît tous les pièges. D'abord la pénétration de la forêt tropicale est malaisée à cause de sa densité et de sa faune dangereuse, ensuite, sa voûte est difficile d'accès à cause de sa hauteur et de la fragilité de

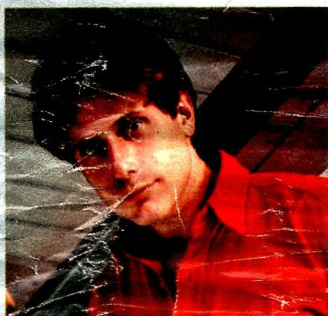
son branchage. Le radeau des cimes pallie efficacement et élégamment ces difficultés.

Hallé, qui a vécu trois ans à Java, nous dit en effet : « A ce jour, la meilleure méthode pour aller prélever les échantillons au sommet des arbres, est d'utiliser un macaque apprivoisé, *Macaca nemestrina*. Ce macaque à la queue tirebouchonnée comme celle d'un cochon, est utilisé par les Malais



En novembre 1985, Gilles Ebersolt testa un premier prototype de radeau "volant" au mont Pilat. Le radeau fut déposé au sommet des conifères (photo ci-contre) par un hélicoptère, et Gilles Ebersolt et ses coéquipiers y passèrent plusieurs jours et plusieurs nuits. Preuve était donnée de la faisabilité de l'opération. Un autre radeau plus grand mais qui devrait cette fois-ci être transporté par montgolfière, fut donc conçu. Les essais, concluants, ont eu lieu à Pontcharra près de Lyon (photo ci-dessus). Tout est prêt pour l'exploration de la forêt amazonienne ce mois d'octobre.

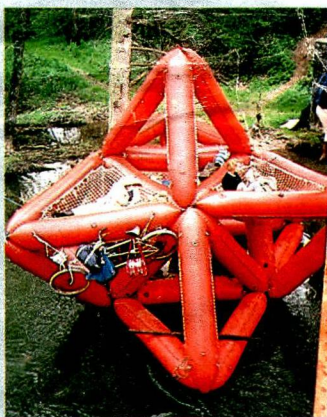
GROS PLAN SUR GILLES EBERSOLT



Inventeur de structures pneumatiques à vocation spectaculaire dans les domaines de l'art, de la mode, de la promotion et du jeu, Gilles Ebersolt n'a pas fini de nous surprendre.

En 1973, alors âgé de 16 ans, il s'attaque à la matière plastique comme d'autres travaillent le marbre ou la glaise. De son imagination naît une

grosse sphère transparente de 6 m de diamètre comportant à l'intérieur un habitacle également sphérique relié à la sphère externe par des cordelettes en caoutchouc. Dans cet habitacle prend place le passager. L'engin appelé "ballule" est en effet un véhicule tout-terrain qui peut être largué sur les flancs d'une montagne à partir d'un hélicoptère. Dévalant les pentes, et sans risque pour son passager, l'engin rebondit sur les obstacles, descend les rivières, plonge dans les cascades pour finalement arrêter sa course en terrain plat, au bas



de la vallée. Avec son "ballule", Gilles Ebersolt a affronté les chutes du Hérisson dans le Jura, le col de la Noire de Peutrey dans les Alpes italiennes, les pentes du mont Fuji au Japon.

Les télévisions américaine et japonaise s'intéressent à lui. En France : rien ! A son actif aussi, les montagnes molles, ces immenses enveloppes semi-gonflées que l'on rencontre dans les fêtes municipales et qui font la joie des enfants.

Quatre de ces montagnes molles sont actuellement en rotation en France. Et la Suisse, la Belgique et Israël ont fait appel à elles pour animer des festivals pour enfants.

Enfin, c'est surtout avec ses boudins en caoutchouc gonflés, que l'on peut agencer comme les pièces d'un Meccano, que Gilles Ebersolt a dépassé le domaine du jeu pour entrer vraiment dans les réalisations pratiques. Ces poutres, qui existent en plusieurs tailles et en différentes grosseurs, permettent de réaliser des balises nautiques pour régates (qui peuvent aussi servir de supports publicitaires), des rafts capables d'affronter les rapides les plus dangereux, enfin des radeaux des cimes, comme celui qui va affronter la forêt amazonienne.

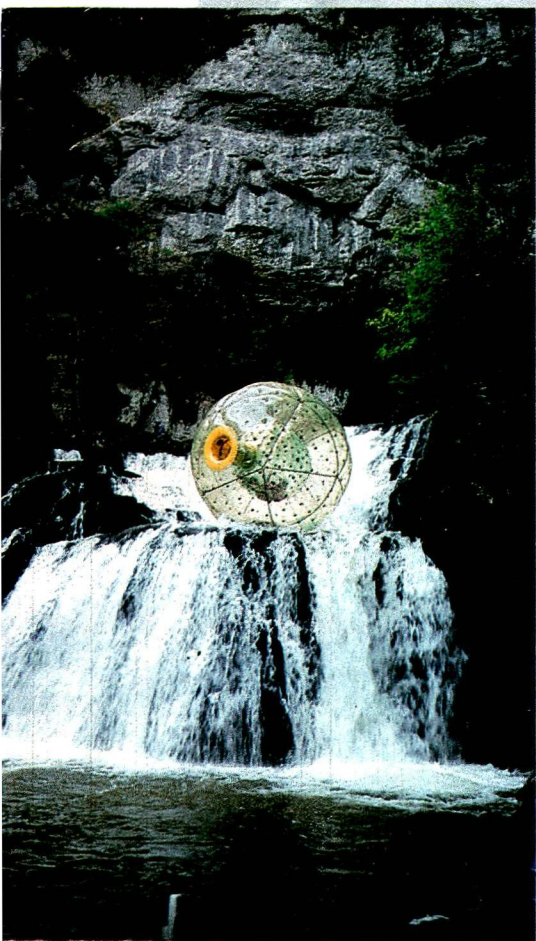
et les Indonésiens pour aller cueillir les noix de coco. De notre côté, nous demandons au propriétaire d'entraîner son animal à aller chercher ce que nous désirons : une fleur, une feuille, un bourgeon. L'animal, relié au sol par une corde attachée à sa taille, cueille les échantillons avec ses dents et les laisse tomber au sol. Un animal bien entraîné peut "faire" cent arbres dans la journée. Seul *Macaca nemestrina* répond à cette domestication très poussée.

Hélas, cette méthode ne peut être utilisée qu'en Asie tropicale, car il n'y a que là qu'on peut engager à la fois le singe et son maître. Il existe d'autres techniques ayant chacune ses avantages et ses inconvénients, qui ne peuvent donc répondre qu'en partie aux besoins des botanistes :

- Les ULM, ces petits avions ultra-légers, permettent d'étudier les arbres à partir des photos prises à basse altitude par le pilote, mais ils empêchent la récolte d'échantillons.

- Les tours métalliques ; il en existe une dizaine dans le monde. Evoquant les pylônes de haute tension, elles permettent l'accès de la cime des arbres, mais pas de recueillir des échantillons hors de portée de la main.

- Les passerelles en corde reliant les deux flancs d'une vallée : au milieu, elles offrent l'accès au sommet des arbres poussant au fond de la vallée. Une variante de ce système consiste à utiliser deux câbles supposés, celui du des-



sous pour les pieds, celui du dessus pour les mains. Ce système requiert évidemment des talents d'acrobate que n'ont pas tous les botanistes.

• L'abattage des arbres : cette méthode permet bien d'avoir accès à la cime. Mais lors de la chute, le feuillage est abîmé et les études faussées. De plus, sous le choc la faune disparaît.

Alors tout va très vite. D'abord c'est la rencontre du Pr Hallé et de Dany Cleyet-Marrel, pilote de montgolfière d'une solide expérience. A son actif, l'ascension du mont Blanc, la traversée du Sahara, l'exploration du Spitzberg. Puis celle de Cleyet-Marrel et d'Ebersolt. L'idée d'un radeau transporté par montgolfière est alors concrétisée, d'abord sur le papier, puis dans un second temps en grandeur nature. Pour cela il a fallu de l'argent et des compétences. L'idée est tellement séduisante qu'en huit mois tout est terminé. Mécènes : le CNRS, l'ORSTOM, l'UNESCO, la Cité des sciences et de l'industrie, Elf-Antargaz, Cimex, Air-France, Aeroscope, Ato, Notex, Servair, Soficar.

Les premiers essais viennent d'avoir lieu à Pontcharra-sur-Turdine, petite localité située à une cinquantaine de kilomètres de Lyon. Avec deux hommes à bord, la montgolfière et son radeau se sont élevés dans le ciel.

Maintenant, et durant tout ce mois d'octobre, c'est la forêt guyanaise qui va être explorée. Après immobilisation du radeau sur les cimes et lorsque la "flottabilité" aura été jugée satisfaisante, l'enveloppe du ballon sera dégonflée et les équipes de scientifiques grimperont sur la plate-forme. Une dizaine de personnes vont pouvoir ainsi travailler de concert, une équipe de nuit (mammalogistes, entomologistes, ornithologues) faisant suite à l'équipe de jour (botanistes, palynologues, éthologues, bioclimatologistes). Chaque session de travail durera un ou plusieurs jours avant que le radeau soit déplacé vers un autre site. Il suffit alors de faire redescendre le personnel excédentaire, de ranger le matériel d'escalade et de liaisons au sol, de déployer et de gonfler la montgolfière.

Les cimes forment un biotope presque inconnu. On suppose que la plupart des espèces animales rencontrées au sommet des arbres seraient venues s'y installer lorsque la forêt est apparue, il y a des millions d'années. Depuis, ces espèces n'ont jamais regagné le sol et ont suivi une voie de développement propre. De ce fait elles ne ressemblent plus à leurs cousines restées sur la terre ferme. Il s'agit entre autres de crapauds, de salamandres qui vivent dans des marécages miniatures et suspendus contenant 10 à 20 l d'eau. Ces bassins étanches sont constitués par des concrétions d'épiphytes, végétaux non parasites fixés sur les arbres. On trouvera aussi des lézards et surtout un crotalidé caractéristique, *Bothrops bilineatus*, serpent venimeux de couleur verte qui ressemble à une vipère. Et enfin

des oiseaux, des chauves-souris et des mammifères arboricoles.

La nuit, les entomologistes tendront un grand drap blanc éclairé par une lumière ultraviolette pour attraper des insectes. De leur étude, les palynologues espèrent comprendre comment se fait la pollinisation des arbres et donc leur reproduction.

Les spécialistes de médecine tropicale, eux, espèrent découvrir de nouvelles espèces de phlébotomes, ces insectes vecteurs de protozoaires et responsables d'une affection parasitaire : la leishmaniose.

Les spécialistes de la radioactivité de l'atmosphère étudieront les composés gazeux dans l'interface biosphère/atmosphère et tireront de précieuses conclusions en bioclimatologie.

Les botanistes s'attendent à trouver sur les cimes de nouvelles espèces de fougères et d'orchidées. De l'étude des lianes, on espère découvrir des principes actifs qui enrichiront la pharmacopée.

« Il ne faut pas croire, nous dit le Pr Hallé, qu'un grand arbre est l'agrandissement d'un petit arbre. En fait, c'est un empilement de petits arbres, comparables à une colonie de coraux. Dans nos régions l'empilement se fait au printemps avec l'apparition des premiers bourgeons. Là-bas, en Guyane, où il n'y a pas de saison marquée, les nouvelles pousses apparaissent quand l'arbre en éprouve le besoin. Ce sont ces arbres miniatures que je vais étudier. J'ai des raisons de croire qu'ils sont exactement identiques à ceux que l'on obtient à partir d'une graine. »

La destinée du radeau des cimes appartient à son pilote Dany Cleyet-Marrel. « Mon grand problème, dit-il, est celui du vent et de la force ascensionnelle. » En effet, en Guyane la température moyenne se situe aux alentours de 30 °C. Or, plus la température extérieure est élevée, plus on doit chauffer l'air du ballon. Mais on ne peut pas chauffer trop fort, car son tissu risquerait de trop "travailler". Afin de faciliter le décollage, le poids du radeau sera réduit au minimum et les petites branches qui se seront glissées dans les filets du radeau seront coupées.

La pose sur le Sinnamary, dont la largeur est de 100 m, ne devrait pas présenter de difficultés majeures. Avec une réserve de 35 kg de propane, correspondant à une autonomie de vol de 45 minutes, Dany Cleyet-Marrel ne doit pas commettre de faute. La moindre erreur au décollage condamnerait le radeau des cimes à rester perché au sommet des arbres. Le moindre coup de vent malheureux et le voilà emporté au "large", loin dans la forêt parmi les tribus d'Indiens wayapis, balikurs, arawaks, galibis, et jivaros, spécialisés dans la réduction des têtes. Enfin une mauvaise arrivée sur le fleuve et voilà pilote et coéquipier dévorés en 3 minutes, chronomètre en main, par les redoutables piranhas. Bref, une expédition qui n'est pas dépourvue de risques.

Pierre Rossion

NOTRE GRAND CONCOURS : TROIS SEMAINES EN ANTARCTIQUE

*Dans notre n° 828
du mois de
septembre, nous
appelions tous les jeunes candidats
à l'aventure, garçons et filles âgés de 11 à
18 ans, à participer au concours lancé
par Science & Vie et les Expéditions
polaires françaises : outre les cent lots
distribués ⁽¹⁾, trois lauréats gagneront un
voyage dans les terres australes
du 4 au 27 février 1987, avec un séjour
à la station permanente française
de Terre Adélie.*

En lançant notre petite annonce paraphrasant celle de l'explorateur anglais du début du siècle Shackleton, nous précisions que les épreuves éliminatoires comporteraient un examen médical garantissant l'excellent état de santé des partants, l'expédition n'étant pas une croisière de tout repos, mais une véritable aventure. Tout ira nécessairement très bien jusqu'à l'embarquement dans le port d'Hobart, au sud-est du continent australien. Dans cette vigoureuse capitale de la Tasmanie, située sur la côte méridionale de l'île, les lauréats séjourneront deux ou trois jours, le temps d'être introduits au monde polaire par une visite du centre antarctique australien ANARE (Australian National Research and Exploration) et de faire un petit tour dans le pays sous la houlette des familles tasmانيennes qui les y hébergeront.

Les choses pourraient se gâter à bord, entre le cap Tasman et l'île des Pétréls, la mer étant souvent grosse et le bateau assez remuant... Les médicaments antinaupathiques dispensés par le médecin accompagnateur et des exercices d'amarinage devraient cependant permettre aux voyageurs sen-

sibles au mal de mer de supporter la traversée.

Arrivés à destination, rien de bien rigoureux à redouter : la température de l'été austral, en bord de mer — comme c'est le cas à la station Dumont d'Urville — est en général voisine de 0 °C. Mais il faut être en mesure de supporter éventuellement le "pouvoir de refroidissement" de l'atmosphère dû à des pointes de vitesse des vents (en hiver, - 20 °C dans l'air, par exemple, représente une température équivalant à - 40 °C si un vent de 8 mètres/seconde vient s'y associer...). Aussi nos explorateurs seront-ils équipés par *La Cordée* : vêtements, chaussures et accessoires de ce spécialiste renommé du froid devraient leur permettre de parer à toute éventualité. Qui peut le plus peut le moins, puisque c'est cette même maison qui a en partie équipé les membres de l'expédition arctique "Des Femmes pour un Pôle" et le Dr Jean-Louis Etienne pour sa marche à pied vers le pôle Nord, début 1986.

Afin de mieux convaincre les timorés du caractère exceptionnel de l'aventure qui leur est offerte, et surtout de balayer les dernières réticences de parents inquiets, nous avons demandé au Pr Jean Rivolier, de la faculté de médecine de Reims, spécialiste de la pathologie du froid et consultant international en la matière — il a procédé à la sélection des candidats pour la recherche en Antarctique — de nous parler des risques encourus.

(1) La Société Générale offre une bourse d'études de 36 000 F répartie entre les 3 premiers gagnants. Encyclopædia Universalis offre une encyclopédie en 20 volumes au 4^e et 6 exemplaires du Grand Atlas (du 5^e au 10^e). Nikon offre 3 appareils photo.



« Au début du XX^e siècle, un séjour dans l'Antarctique n'était pas exempt de danger. Comme les marins des longs courriers, les "polaires" pouvaient souffrir du scorbut, du fait d'une alimentation carencée en vitamines, et les accidents dus au froid — gelures, refroidissement généralisé — n'étaient pas rares. Une fausse manœuvre avec un matériel lourd et agressif, un bain forcé, et c'était l'accident grave, l'invalidité, car les moyens de traitement étaient ridiculement inadaptés et insuffisants.

» Il n'en est plus du tout de même. Certes, tout de suite après la dernière guerre, les premières expéditions différaient peu de celles de l'époque héroïque. Médecin du premier hivernage à l'île des Pétrels, je disposais en tout et pour tout d'une cantine médicale rangée sous ma couchette, et de la table de cuisine s'il fallait opérer. Actuellement, chaque station possède une infirmerie, véritable petit hôpital quant à son équipement et à sa pharmacie. Il en est ainsi à Dumont d'Urville, que les lauréats du concours vont visiter. Une autre raison du faible taux d'accidents polaires tient à la spécificité et à la qualité du matériel moderne : vêtements très étudiés, liaisons radio, raids lourds en véhicules chenillés et caravanes, alimentation appropriée.

» Quels sont les accidents que le froid peut causer lorsqu'il est intense (ce qui ne sera pas le cas pour nos lauréats, qui profiteront de l'été austral

pour faire leur voyage) ? On les classe en accidents locaux et généraux. Localement, ce sont essentiellement des gelures. Il s'agit d'une atteinte localisée des extrémités (mains, pieds, nez, oreilles, pommettes, etc.), caractérisée par une déficience d'irrigation sanguine due au resserrement du diamètre des vaisseaux (vasoconstriction) par l'action du froid et, le plus souvent, une congélation des tissus atteints. Ce qu'il faut retenir, c'est qu'après un stade d'onglée — qui, lui, est anodin (ou même sans que ce signe soit présent) — se développe une insensibilité locale, une anesthésie qui fait que la gelure passe inaperçue au début. Les lésions qui succéderont à cette atteinte seront plus ou moins graves selon l'étendue de la gelure, plus en ce qui concerne l'attaque en profondeur qu'en surface. Après une phase ressemblant beaucoup à une brûlure, la région atteinte se nécrose et parfois, dans les cas graves, exige des amputations et des greffes. Cela, c'était autrefois.

» Aujourd'hui, les gelures sont exceptionnelles dans les expéditions polaires parce que les vêtements, les moufles, les bottes, sont étudiés pour éviter ces accidents, et aussi parce que les individus ne se trouvent pratiquement plus jamais exposés à des conditions de risque important — pour les raisons techniques et logistiques que j'exposais plus haut.

» L'accident général, c'est l'hypothermie acciden-

UNE LETTRE DE PAUL-ÉMILE VICTOR AUX CONCURRENTS

Trois jeunes, grâce aux Expéditions polaires françaises, vont connaître la grande aventure de leur jeunesse : ils iront en Terre Adélie, dans l'Antarctique, ce qu'on appelle en langage courant le Pôle Sud.

L'aventure.

La vraie. D'autant plus vraie que rares sont ceux, adultes ou plus jeunes, qui la vivent dans le pays le plus extraordinaire, le plus étonnant, le plus "différent" qui soit, un pays où, contrairement au reste du monde, les touristes ne vont pas.

Quand j'avais leur âge (dans les 15 ans), je rêvais déjà de cette aventure là.

Aujourd'hui, 65 ans plus tard, pour mes 80 ans, je peux m'offrir la joie de permettre à ces trois jeunes de vivre cette aventure pendant quelques jours, dans des conditions de confort et de sécurité impensables il y a quelques décennies.

Le concours, organisé par Science & Vie à la demande des Expéditions polaires françaises, les désignera.

Les résultats couronnés n'ont rien de commun avec les "lauriers" habituels, stylo ou petite calculatrice.

Toute leur vie ce voyage restera dans leur mémoire.

Et comme beaucoup d'autres — scientifiques ou techniciens des Expéditions polaires françaises — ils rêveront plus tard d'y retourner. Peut-être

aussi, pour réaliser ce rêve, seront-ils poussés par une vocation qu'ils découvriront grâce à ce voyage. Une vocation qui les emportera, comme ma vocation m'a emporté, irrésistiblement, vers des études qui, quand ils seront devenus des adultes, justifieront plus tard leur participation à une expédition véritable dont le voyage actuel sera un avant-goût, une graine qui germera.

L'expérience qu'ils vont vivre est unique et inestimable.

J'espère — et je souhaite — que ceux qui ont leur charge, parents et enseignants, comprendront ce que représente cette aventure pour eux et les prépareront à tirer de cette expérience, le maximum de joies, d'émerveillement, d'enrichissement, de connaissance.

Paul-Emile VICTOR

telle, un refroidissement généralisé du corps. La température centrale s'abaisse, l'organisme ne peut plus fournir assez de chaleur et au-delà d'une certaine limite (on fixe souvent le seuil à 24 °C pour la température centrale, mais il existe des exceptions), c'est la mort. De toute façon, le "réchauffement" du sujet atteint est aléatoire, et il demande des moyens importants de réanimation lorsque l'hypothermie est profonde.

» Curieusement, ce refroidissement généralisé aboutissant à la "mort blanche" n'est pas douloureux et l'issue non pénible : engourdissement physique et psychique, besoin de dormir, refus d'aller plus loin, sans manifestations d'inquiétude ou d'anxiété.

» Répétons qu'en été, à Dumont d'Urville, il est impossible d'être atteint de gelure ou d'hypothermie... sauf en une seule circonstance : tomber dans la mer (dont la température est de l'ordre de -2 °C) et d'y séjourner un certain temps, ce qui entraînerait un refroidissement du corps pouvant être grave. Donc pas d'imprudences. Même en été, les régions polaires, comme la haute montagne ou la mer, exigent un comportement raisonnable et raisonné — non timoré, mais tenant compte de l'expérience de ceux qui savent et respectent les consignes de sécurité. »

L'histoire de la dramatique mort de Scott et de ses équipiers fait partie d'une époque révolue, et le retour de nos lauréats, sains et saufs, est donc bien assuré ! Il est encore temps de nous faire parvenir, avant la date-limite repoussée au 15 novembre prochain, les documents de présélection sur le thème de "l'Antarctique en l'an 2101" (voir notre numéro précédent). **S.V.**

Une étonnante expérience qui a changé beaucoup de choses pour moi

Comment j'ai amélioré ma mémoire en une soirée...

Après le dîner, nous bavardions chez mes amis Leroy, et l'un de nous fit la proposition classique de demander à chaque invité de réciter, raconter ou faire quelque chose. Jeannine chanta, Patrick fit une imitation... Lorsque le tour de Jacques Derval arriva, il dit qu'il allait faire une expérience montrant ce que l'on peut réaliser avec une mémoire bien entraînée. Il me choisit comme assistant et demanda qu'on lui bande les yeux pour éviter toute supercherie.

20 nombres de 4 chiffres! 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 demandé de noter les nombres au fur et à mesure qu'on 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. Alors il pria qu'on l'interroge sur l'ordre des nombres dans la liste: quel est le 7^e ou quel est le 12^e? Instantanément il citait le nombre correspondant à son rang dans la liste. Il le fit et le refit sans jamais se tromper.

Il se rappela 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^e, la 35^e ou la 47^e 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 peut 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'incalculables 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, parce que je pouvais retrouver à tout moment une citation exacte ou un chiffre important. Dans ma vie professionnelle, aussi, tout changea: rapidement on remarqua que ma mémoire était devenue prodigieuse. Mon patron me félicita parce que je pouvais toujours répondre à ses questions avec précision, tandis que mes collègues devaient rechercher dans leurs dossiers. Aujourd'hui ma situation est très supérieure à celle que j'avais le soir où Derval m'apprit à développer ma mémoire.

Comment retenir tout sans effort. Ce que j'ai appris ce soir-là, vous pouvez le lire dans le livret offert ci-dessous. Vous y verrez que vous pouvez retenir sans effort des centaines de dates ou de formules, des milliers de notions d'économie, de droit ou de médecine, les langues étrangères, les noms et les visages, les numéros de téléphone, les codes des 95 départements et faire les expériences dont nous avons parlé. Si vous voulez acquérir la mémoire parfaite dont vous avez besoin, voici une occasion inespérée. Demandez le livret offert 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 M14Y, Centre d'Etudes, 1, avenue Stéphane-Mallarmé, 75017 Paris. *Veillez m'adresser le livret gratuit «Comment acquérir une mémoire prodigieuse» et me donner toutes 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 SVP)

Mon adresse:

Code postal: Ville:



Etes-vous le meilleur financier européen?

Avec 500 Francs, vous aurez la réponse à cette question.

500F c'est le montant de votre seul risque financier pour relever le challenge proposé par le Grand Prix Financier Européen 1986.

Outre votre inscription, les 500F représentent les frais d'ouverture et de fonctionnement du compte sur lequel, pendant toute la durée du concours, vous passerez vos ordres en temps réel.

Dix semaines pour valoriser 200 000 ECU's!

Le 10 octobre 1986, vous et l'ensemble des compétiteurs européens, recevrez un capital fictif de 200 000 ECU's, soit environ 1 400 000F pouvant être investis en 149 valeurs dont 101 actions, 2 métaux précieux, 46 options.

Vous aurez donc 10 semaines, jusqu'au 19 décembre 86, pour valoriser au maximum ce capital et faire la différence.

Battez-vous simultanément sur 12 marchés.

Le Grand Prix Financier Européen 1986, vous propose de vous battre, dans les conditions réelles des enjeux économi-

ques d'aujourd'hui, simultanément sur 12 places financières internationales.

Pendant 10 semaines vous pourrez intervenir sur 12 places financières, sans aucune limitation d'ordres!

Plus de 800 000 francs de récompense aux meilleurs financiers européens!

Une dotation de 118 000 ECU's (soit plus de 800 000F) sera répartie, à l'issue du concours, entre les meilleurs financiers européens. Le premier prix, d'une valeur de 20 000 ECU's, sera attribué au meilleur candidat au niveau européen. Ce prix sera complété par des prix nationaux et 3 prix spéciaux pour les Français: la Coupe des Dames attribuée par la Société Générale pour les 3 meilleures concurrentes, le prix Science et Vie Economie réservé aux 3 meilleures équipes d'étudiants et enfin le prix Journal des Finances, accordé aux 3 clubs d'investissement les plus performants.

Si vous souhaitez participer à ce concours vous pouvez trouver des informations complémentaires en consultant le numéro de Science et Vie Economie ou le Journal des Finances du 20 septembre 1986 ou encore en appelant au :

N° VERT 05 24. 42. 44.
APPEL GRATUIT



LE JOURNAL DES
FINANCES
J.F.T.T.S., F.N.S.



SCIENCE & VIE
ECONOMIE



Notez :
émission,
samedi,
18 octobre
fin de soirée

Acceptez de recevoir gratuitement le livret-guide comprenant la collection complète de plus de 80 résumés «idées lucratives»

Devenez votre propre patron

★ Avec moins de 1 000 F, M. Jean-Pierre Bruyères de Rieux-Volvestre (31) a lancé une affaire d'entretien de parkings. Après 12 mois à peine, cette activité lui a déjà rapporté presque 400 000 F de bénéfice, cela représente plus de 30 000 F par mois : une belle rentabilité, une exploitation facile et sans risque. Vous pouvez même démarrer cette entreprise tout en gardant votre emploi, en travaillant le soir, le samedi... avec un minimum de capital. M. Bruyères nous avoue : «Aujourd'hui, si je n'ai plus de problèmes d'argent, c'est grâce aux dossiers-études «idées lucratives». Ils sont tellement clairs et méthodiques qu'il m'a été facile de réussir.

Établissez-vous à votre compte. Imaginez-vous dans le fauteuil confortable du patron. En tant que chef d'entreprise, vous êtes toujours respecté. C'est vous qui donnez des ordres. C'est vous qui choisissez librement vos horaires de travail. Prenez votre après-midi quand vous en avez envie. Libérez-vous enfin des contraintes des salariés. Beaucoup d'entre eux peuvent se trouver au chômage, du jour au lendemain : la sécurité de l'emploi, cela n'existe plus. En tant que patron, en revanche, vous faites partie des personnes aisées.

Offrez-vous, vous aussi, des loisirs attrayants, des voyages passionnants. Goûtez aux plaisirs d'une très bonne table, et d'une cave à vin bien fournie. Décidez-vous maintenant.

C'est plus facile que vous ne le pensez

Voici d'autres preuves :



★ «Avant j'avais un travail de routine, pas assez rémunéré. Heureusement, j'ai découvert une bonne affaire dans «idées lucratives». En moins d'un an, mes revenus ont triplé. Actuellement, je gagne plus de 20 000 F par mois, sans contrainte : je suis mon propre patron». Jacques de Brabant, de Lyon.

★ Mme Annie Lissalde, installée dans les Pyrénées Atlantiques, femme chef d'entreprise à succès. Grâce à une étude parue dans le cadre des dossiers «idées lucratives», Mme Lissalde est en effet devenue une spécialiste en réparation du vinyle. En remettant en état des chaises, des fauteuils, des banquettes, etc., recouverts de vinyle, Mme Lissalde réalise un chiffre d'affaires confortable. Des bénéfices de 5 000 F par semaine ne sont pas rares... Pour exemple, la réfection de 40 chaises dans une maison de repos lui a rapporté 11 000 F desquels il convient de déduire 600 F de frais de fourniture. Temps de repos : 2 semaines. La création de son entreprise ne lui a pas causé de soucis, la Chambre des Métiers s'étant occupé de toutes les formalités.

Tous ces gens et beaucoup d'autres qui réussissent dans les affaires, qu'ont-ils de plus ? Rien du tout. Ils sont comme vous. Ni plus malins, ni plus intelligents que vous. Ils n'ont pas non plus de formation particulière, ni de capital important à leur disposition. Quelques milliers de francs suffisent dans certains cas. Mais, et l'explication est très simple, ils exploitent tous des affaires faciles à réaliser, et néanmoins d'une extrême rentabilité. Ces affaires sont décrites en détail, avec exemples concrets à l'appui, dans les dossiers-études «idées lucratives» (10e année).

«Ah, ce n'est quand même pas si simple que ça», allez-vous dire. Et pourtant, tous les ans des dizaines de milliers de personnes, particuliers, salariés, chômeurs, fonctionnaires, hommes et femmes, vous prouvent le contraire. Ne vous laissez pas intimider par vos voisins, collègues et amis. Un jour viendra où ils seront jaloux de votre réussite et obligés de vous admirer.

«Mais il faut quand même un capital important pour démarrer !». C'est ce que vous pensez.

Et pourtant, l'argent n'est plus un obstacle ! Jamais auparavant les pouvoirs publics n'ont été aussi généreux à l'égard des créateurs : primes, allocations, prêts, exonérations, cadeaux du fisc, etc. Ne vous en privez pas. Des preuves ? Il y en a assez ! Tenez, l'exemple de M. J.-P. Bruyères, ou encore celui de M. Azemar d'Evian, qui lui non plus n'avait pas d'argent. Néanmoins, à l'aide d'un prêt bancaire et grâce à «idées lucratives», il possède aujourd'hui un restaurant, petit certes, mais fort rentable : 332 000 F de profit, après seulement 12 mois d'activité. Mais il y a aussi M. Munk de Mulhouse qui n'y connaissait pas grand-chose en affaires et qui maintenant est à son compte et à la tête d'une maison de Vente Par Correspondance. Seulement sept heures de travail par jour, chez lui, à la maison. Cela laisse du temps pour la pêche, la chasse, les promenades, les loisirs. Voilà une belle petite affaire qui lui permet de réaliser 1,5 million de F de chiffre d'affaires.



Vous êtes également capable de réussir

Comment faire ?

Actuellement, vous pouvez vous procurer gratuitement la collection complète des résumés des dossiers-études «idées lucratives» déjà publiés. Vous y découvrirez toutes les clefs du succès de nombreuses affaires qui marchent bien. Les raisons pour lesquelles elles marchent bien. Vous y trouverez une méthode systématique, facile à suivre. Vous apprendrez, par étapes, comment en faire autant et même mieux.

Démarez immédiatement, sans perte de temps, mais sur des bases solides. Réussissez grâce à des conseils pratiques et à des cas réels dévoilés par «idées lucratives».

A l'heure actuelle, c'est le moyen le plus sûr et le plus rapide de vivre mieux, plus en sécurité, avec des revenus confortables. Et enfin, vous ne dépendrez plus de personne.

Choisissez une affaire... à votre goût et selon vos moyens

Oui, choisissez parmi plus de 80 affaires dans tous les secteurs d'activités : artisanat, commerce, agriculture, service, etc.

Voici quelques-uns des dossiers-études «idées lucratives» disponibles :

- Comment gagner plus de 20 000 F par mois avec une agence de distribution de prospectus.
- Import/Export. C'est l'affaire qui marche depuis toujours : G. Desbonnet a réalisé 240 000 F de bénéfice avec une seule opération.

IMPORTANT



Ce livret-guide est absolument gratuit pour vous

- Organisez des séminaires : un créneau lucratif, une affaire facile à mettre en place.
- Montez un atelier de broderie informatisée : en moins d'une semaine, vous êtes opérationnel. L'une de nos lectrices, (qui désire que son nom ne soit pas publié), gagne plus de 20 000 F par mois.
- Exploitez un système de Télé-Portraits : M. Morteyrol ne le regrette pas, il encaisse jusqu'à 15 000 F pour 3 jours de travail.
- Ouvrez un restaurant «Spécial-salades» et réalisez des bénéfices de plus de 200 000 F par an.
- Comment gagner plus de 300 000 F par an avec des «jus naturels». Affaire facile à monter.
- Comment réaliser un bénéfice de 690 000 F par an ? Ouvrez une boutique de perles, une activité qui ne demande pas beaucoup de capitaux.
- Comment réussir avec une agence de marketing téléphonique, un service de restauration à domicile, une boutique de progiciels, un restaurant mexicain...

De nombreuses études sur d'autres créneaux d'affaires sont en cours. Parmi tous les dossiers-études, vous trouverez votre bonheur, vous aussi.

Gratuitement et sans risque

Demandez de suite, sans engagement de votre part, la collection comprenant plus de 80 résumés d'idées lucratives.

Faites-le à l'instant même, pendant qu'il en est encore temps, sinon vous risquez de l'oublier.

Adressez votre courrier aux : Editions Selz - 1, place du Lycée - B.P. 266 - 68005 Colmar Cedex.

Vous pouvez également nous joindre par téléphone en composant le 89 24 04 64 +. Demandez Françoise Clément.

Bon pour un livret gratuit

Envoyez-moi à titre gratuit et sans engagement de ma part, le livret-guide de la collection complète de plus de 80 résumés «idées lucratives»

☐ Mme ☐ Mlle ☐ M.

Nom

Prénom

Adresse

Code postal

Ville

A remplir en lettres d'imprimerie. Editions Selz
B.P. 266 - 68005 Colmar Cedex

ISVB60110

LONG JOHN LONG COURRIER



Sachez apprécier et consommer avec modération.

better

LE PLAISIR DU WHISKY DEPUIS 150 ANS.

ECHOS DE LA RECHERCHE

PHYSIQUE

L'été chaud de Princeton

Le laboratoire de physique des plasmas de l'université de Princeton a enregistré une température 10 fois supérieure à celle du Soleil.

200 millions de degrés ! En juillet, pendant quelques dixièmes de seconde : température atteinte dans un "Tokamak" dont on voit ci-contre deux éléments disjoints pour révision.

Un record en la matière, mais surtout un pas de plus vers la fusion contrôlée de l'atome : cauchemar des centrales nucléaires classiques (à fission).

Une fois de plus, rappelons que des centrales à fusion pourraient utiliser l'eau de mer comme carburant et donc fournir de l'énergie bon marché d'une façon quasi illimitée.

On en n'est pas encore là, car pour y parvenir, il faut non seulement obtenir une très haute température (100 millions de degrés en théorie, plus de 300 millions en pratique)

sans laquelle les noyaux atomiques ne pourraient approcher suffisamment l'un de l'autre pour fusionner, mais aussi il faut vérifier "le critère de Lawson" : la densité du milieu comprimé (des isotopes de l'hy-

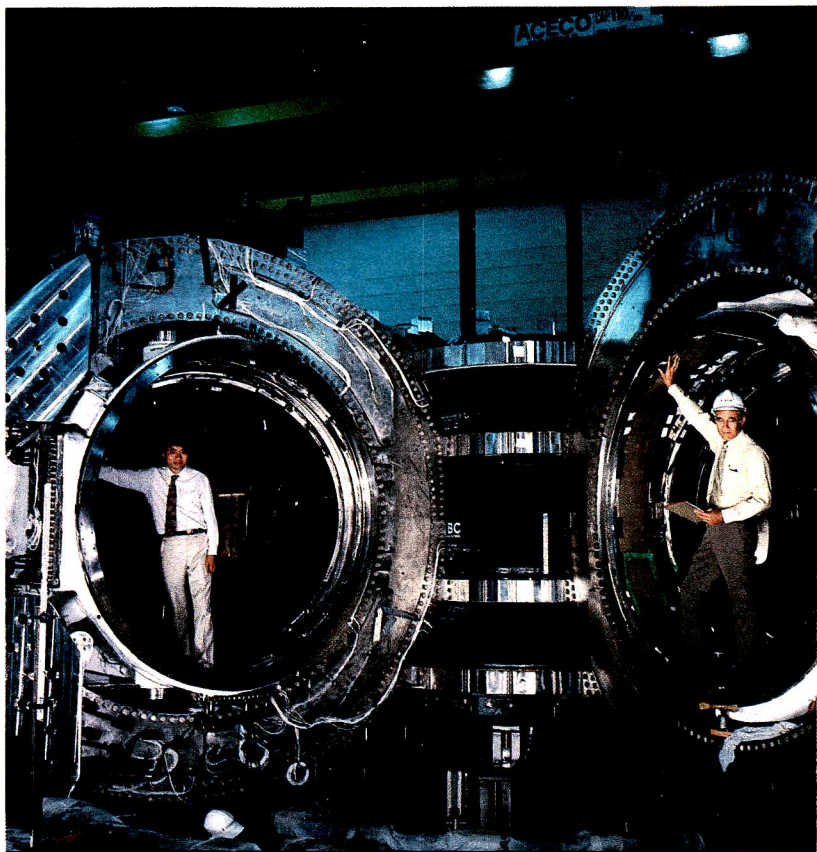
drogène comme le deutérium et le tritium) multipliée par le temps de confinement de ce milieu (intervalle de temps précédant le refroidissement du plasma constitué par les électrons et les noyaux atomiques) doit être égale ou supérieure à 10^{14} (un million de milliards).

Pour atteindre cette valeur il faudrait comprimer le plasma jusqu'à 10^{14} particules/cm³ pendant 1 s. Le Jet Laboratory y est déjà parvenu mais à une température insuffisante. Prochain objectif sans doute encore lointain qui laisse encore de beaux jours à la fission nucléaire.

S.O.

L'arthrite rhumatoïde est due à un virus. On l'a trouvé, c'est un parvovirus, c'est-à-dire un très petit virus, qu'on a pour le moment appelé RA-I. Reste à savoir si c'est ce virus qui est directement responsable de la dégénérescence des cartilages, ou si l'infection déclenche, comme on l'a pensé, une réaction auto-immune.

Pourquoi le homard "naturel" a-t-il une pince plus développée que l'autre ? Certes, parce qu'elle sert plus que l'autre. Mais enfin, pourquoi ne se sert-il pas des deux et pourquoi n'a-t-il aucune latéralité ? C'est ce que se demandent des spécialistes américains, qui observent que le homard d'élevage, lui, a les deux pinces égales.



PSYCHIATRIE-PSYCHANALYSE

MÉDECINE

Deux poids et deux mesures pour la "folie"

On dénonce aisément, et à juste titre, l'abus que la psychiatrie soviétique fait de la notion de schizophrénie, à des fins politiques.

En effet, elle interne volontiers les dissidents les plus obstinés, sous le prétexte que la description de leur état comporte une entité appelée "idées de réforme (sociale) et de persécution", bref, parce que ce sont des individus qui troublent l'ordre public.

Une étude des Drs. David W. Swanson et David K. Swanson, dans *The American Journal of Psychiatry*, analyse cette attitude dans le cadre d'une revue générale des concepts soviétiques en matière de désordres psychiatriques. Les auteurs concluent que, certes, les Soviétiques sont accusés de mettre à l'asile ceux qui ont des "idées grandioses de réforme du monde", mais qu'il est impossible de juger de leurs abus psychiatriques, les désordres paranoïdes constituant une zone ambiguë susceptible de prêter à malentendu dans n'importe quelle société.

Il faut relever l'intérêt d'un point de vue aussi modéré dans une publication américaine, alors que beaucoup d'autres se limitent à dénoncer les abus psychiatriques en URSS, abus qui sont probablement réels, mais qui appellent un tout autre point de vue.

Ce point de vue est le suivant : c'est que finalement les abus, que ce soit ici, là-bas ou ailleurs, procèdent essentiellement d'une interprétation fondée le plus souvent sur des bases psychanalytiques avouées ou non. Le diagnostic est rendu beaucoup plus facile en URSS, du fait que la centralisation des informations sur chaque cas pendant plusieurs décennies, ce qui n'est pas ou n'est pas encore possible en Occident.

Les psychiatres soviétiques peuvent poser avec une main beaucoup plus juste - et plus lourde - le diagnostic qui mène à l'internement et à un traitement calmant

intensif. Ils combinent la fluphéazine avec les antidépresseurs ou les phénotiazines, avec disent-ils, beaucoup plus de succès que les Occidentaux et en tous cas les Américains, qui s'en tiennent à la chlorpromazine. Ils utilisent aussi un nouveau produit, la clozapine, qui n'est pas commercialisé en Occident, et dont ils disent du bien.

Il est évident que si le diagnostic de trouble paranoïde était porté seulement d'après des analyses neurochimiques, présence ou absence de tel ou tel corps dans le sang du malade, les abus seraient moins justifiables.

Les Soviétiques, d'ailleurs, tendent à fonder surtout leur définition des troubles paranoïdes sur des bases neurologiques, tel un déséquilibre entre les systèmes adrénergique et cholénergique, et se servent beaucoup des électroencéphalogrammes pour contrôler les effets d'un traitement.

Reste enfin à aborder le problème épineux que voici : un dissident politique est-il ou n'est-il pas un cas psychiatrique ? On est, en Occident, naturellement enclin à penser qu'un terroriste qui tue des innocents est probablement "dérangé". En fait, qu'est-ce qu'un terroriste, si ce n'est un dissident ? En Occident, le terroriste est condamné, quand on l'arrête, à la prison. Ne serait-il pas plus "humain" de l'interner dans un établissement psychiatrique ?

Il semble qu'il y ait en psychiatrie une pratique implicite des deux poids et deux mesures causée par l'absence d'une philosophie cohérente à l'égard du délinquant et du paranoïaque. Ce qui fait qu'en Occident, le délinquant est considéré comme sain, et qu'ailleurs il ne l'est pas, et que la situation s'est enlisée dans les sarcasmes.

G.M.

Polio, trente ans après...

Peu de médecins exerçant encore ont eu à traiter des cas de polio. Aux Etats-Unis, plusieurs cas d'anciennes victimes de la maladie ont été portés à l'attention de la communauté médicale.

Non que le virus se manifeste à nouveau après une trentaine d'années de sommeil ; en fait, ce dont souffrent les anciens malades, c'est des conséquences d'efforts excessifs de rééducation.

Pour avoir voulu compenser des insuffisances musculaires ou des carences musculo-squelettiques causées par la maladie, beaucoup de gens, en effet, ont entrepris une rééducation intensive, dépassant de loin leurs capacités physiques réelles.

Résultat : une dégénérescence précoce des tissus surentraînés. Les membres sains faiblissent, ne soutiennent plus l'effort et le sujet ressent de ce fait une fatigue anormale. Ce qui fait qu'il faut rééduquer ces rééduqués, sans grand espoir de restaurer leur état antérieur.

En effet, certains neurologues soupçonnent que certains neurones morts à la suite de l'infection auraient été remplacés par des neurones neufs (ce qui indiquerait une certaine capacité de régénérescence du système nerveux. Ces neurones supplémentaires étaient certes sains, mais incapables d'assumer des efforts excessifs.

L'américain Richard Bruno, du Laboratoire de psychophysiologie du Felician College, New Jersey, postule par ailleurs que certains tissus et nerfs, qui avaient paru sains, parce que leurs fonctions n'avaient pas été visiblement altérées, auraient en fait subi des dommages les rendant inaptes à un usage intensif. Le même praticien estime que ses confrères d'il y a trente ans eurent tort d'inciter les malades guéris à "dominer" les dommages subis en s'entraînant à outrance.

G.M.

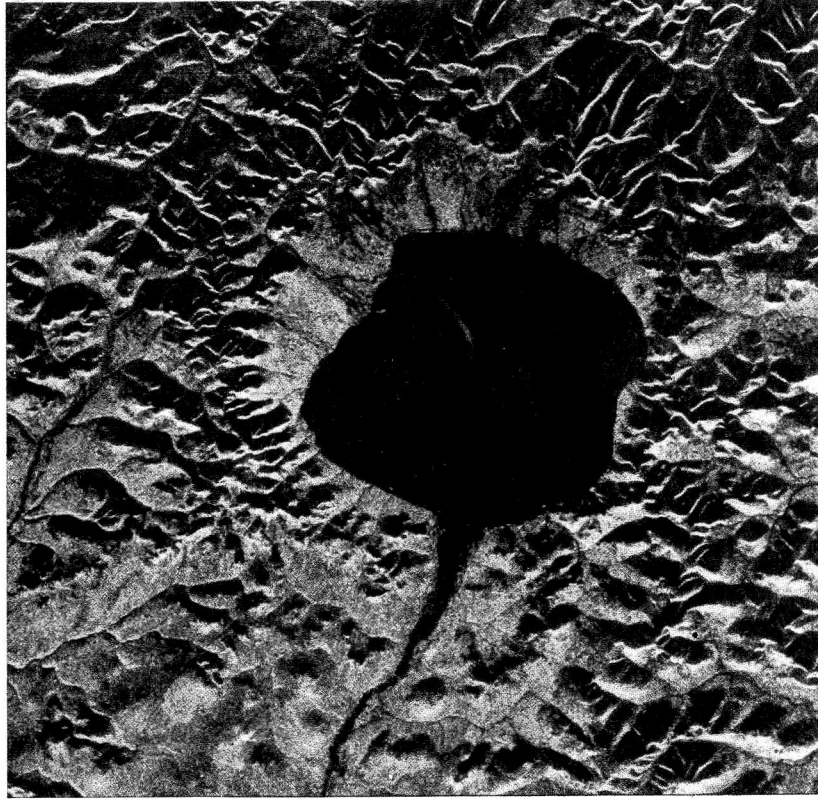
Les trésors l'Elgygytyn

Une gigantesque catastrophe s'est produite à Elgygytyn, dans les profondeurs de la toundra de Sibérie orientale, libérant mille fois plus d'énergie que l'explosion du Krakatoa en 1886. Un météorite y a creusé un cratère de 23 km de diamètre. C'était il y a trois millions d'années. Américains et Soviétiques enquêtent ensemble.

Connu depuis le XIX^e siècle comme un paysage géologique étrange, le bassin d'Elgygytyn était certifié d'origine météoritique depuis 1966 ; il y a deux ans, les autorités géologiques soviétiques invitèrent un petit groupe de leurs collègues américains à participer à son exploration, dont les résultats commencent juste à apparaître : remarquablement bien conservé malgré le passage de deux glaciations, Elgygytyn s'avère être le plus grand cratère d'impact connu dans les trente derniers millions d'années.

La chute d'un météorite de dimensions inconnues y libéra une énergie de 2 000 à 5 000 mégatonnes, suffisante pour laisser, non un simple "bol" comme le Meteor Crater en Arizona (qui n'a que 24 000 ans et à peine plus d'un kilomètre de diamètre) mais deux remparts concentriques de 12 à 23 km, et un piton central, vestige du rebond des roches fondues par l'impact, à présent immergé au fond d'un lac de 200 m (Elgygytyn signifie en langue Inuit "lac d'eau douce"). Le cratère prit une forme carrée s'inscrivant dans le réseau de failles locales, et semble avoir ouvert une longue fissure vers le sud.

James Garvin, géologue du Goddard Space Flight Center de la NASA, qui participa à l'expédition de 1984, estime que « ... cet événement pourrait avoir déclenché une époque glaciaire, ou avoir accéléré l'évolution du climat dans ce sens... » en projetant dans la stratosphère un nuage opaque de grains de poussière, phénomène auquel a déjà été abondamment attribuée la disparition des dinosaures il y a 65 millions d'années, et qui pourrait suivre un conflit



nucléaire, d'où son nom courant d'"hiver nucléaire".

Garvin recherche les traces éventuelles d'un bouleversement écologique qui en aurait résulté. Il étudie en particulier les microfossiles préservés dans les couches géologiques de la région, et pense avoir relevé des indices allant dans le sens de son hypothèse. Mais le problème est que si le cratère est incontestablement le vestige d'un cataclysme, on n'en soupçonnait guère de répercussions à cette époque géologique paisible, et que les traces en seront difficiles à retrouver localement. Les conditions locales sont... dures !

L'agglomération la plus proche d'Elgygytyn est le petit village de pêcheurs d'Ust'chaon, et l'aéroport le plus proche est Vladivostock, à 3000 km plus au sud ; les expédi-

tions durent deux mois et un géologue soviétique a dû y tuer deux ours au couteau.

Les recherches ne sont pas sans intérêt pratique : une abondance de nickel a été détectée dans les roches, de sorte que le météore d'Elgygytyn, comme celui de Sudbury au Canada, pourrait avoir laissé un filon d'une richesse exceptionnelle.

Il semble aussi que les grands cratères d'impact, en créant des réseaux de fissures à grande profondeur, aient créé de beaux gisements d'hydrocarbures. Aucun concours étranger n'est donc (pour l'instant) refusé, bien que les Soviétiques soient très en pointe dans l'étude des cratères - « Les meilleurs spécialistes avec les Canadiens », selon J. Garvin, qui espère participer à une nouvelle expédition en 1987.

S.C.

BIOLOGIE MARINE-BENTHOLOGIE

Ascenseur pour les abysses

Les abysses, fonds sous-marins compris entre 2 000 m et 6 000 m, représentent 75 % de la surface océanique immergée. Ces grandes profondeurs que l'on avait cru inhabitées ont cependant livré aux dragues des océanologues poissons, crustacés, vers et mollusques. Mais les informations sur la biologie des espèces restent très fragmentaires. On est encore au stade des postulats, et des grandes découvertes.

A très grandes profondeurs les conditions de vie sont particulièrement inhospitalières ; le froid est permanent, l'obscurité totale, l'oxygène manque et les pressions sont énormes. Jusqu'ici on interprétait les abysses sur le modèle des eaux de latitudes froides. En particulier pour la reproduction, il était admis que les œufs avaient un développement direct, sans phase planctonique larvaire.

En l'absence de phase planctonique, les barrières naturelles, comme le seuil de Gibraltar ou bien l'arc des Falkland, constituent des obstacles infranchissables pour la faune benthique qui rampe sur le fond et se déplace lentement. Ces barrières isolent génétiquement les populations benthiques abyssales exactement comme les montagnes sur le continent. Or, contre toute attente on constate que le rift médio-océanique, une chaîne montagneuse érigée en épine dorsale au fond de l'Atlantique, ne joue pas son rôle de barrière : d'Est en Ouest la faune

abyssale atlantique présente une communauté d'espèces. Bref, les abysses ne sont pas un ghetto biologique.

Quand Philippe Bouchet, maître assistant au Muséum d'histoire naturelle de Paris, entreprend l'étude des coquillages abyssaux des dernières grandes campagnes océanographiques françaises, il a la stupéfaction de trouver des coquilles larvaires planctoniques. Il découvre et prouve l'existence d'importantes migrations larvaires vers les eaux de surface et explique ainsi le brassage génétique des populations abyssale par les courants marins de surface.

Quand on trouve pour la première fois de très petits coquillages dans le plancton, on pense qu'il s'agissait d'adultes vivant là comme d'autres vivent sur les côtes rocheuses ou sur les fonds sableux : c'était en 1846, et le Français Alcide d'Orbigny décrit la première coquille planctonique sous le nom de *Sinugera cancellata*. En 1877, le belge Craven décrit 20

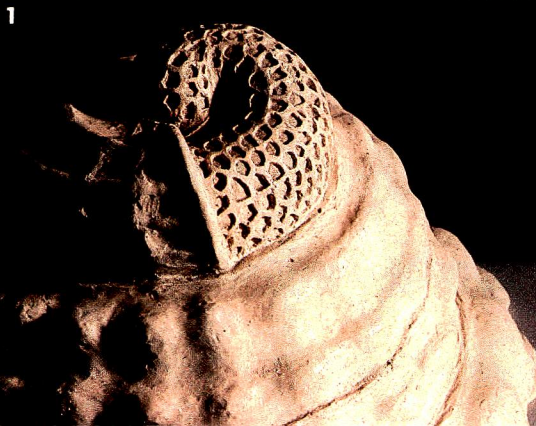
espèces appartenant au même genre.

Mais dès 1866, l'Anglais Woodward émet l'avis que ces coquilles sont en réalité des jeunes. Et en 1882, le médecin français Jousseau découvre au sommet de coquillages une petite coquille de structure différente de la coquille adulte, et identique à la *Sinugera*. En 1883 Craven fait la même observation qu'il publie. A partir de ce moment là il est reconnu que les coquillages du plancton sont des coquilles larvaires.

Mais on ne sait pas encore à quelles espèces adultes attribuer les coquilles du plancton. Pour cela il faut réaliser des élevages et observer les larves, ou bien observer des juvéniles dont la coquille fraîche conserve encore à son sommet la petite coquille larvaire (voir nos photos). Les connaissances progressent lentement et les planctologistes continuent à décrire de nouvelles espèces de coquilles planctoniques sans savoir à quelles espèces adultes elles se rapportent.

En 1946, cent ans après la découverte de d'Orbigny, le directeur de la station de biologie marine danoise d'Helsingør publie un travail qui apporte une véritable révolution. A la fois planctologiste et benthologue (spécialiste de la faune qui vit sur le fond), Thorson dispose de larves planctoniques, de coquilles adultes, de jeunes et d'œufs. Il en profite pour interpréter la coquille larvaire et en déduit le mode de développement du coquillage. C'est la théorie apicale de Thorson.

Cette théorie se résume ainsi. La plupart des coquillages naissent d'un œuf, sauf cas de viviparité. A l'intérieur de l'œuf, l'embryon possède déjà une coquille em-



bryonnaire, que l'on appelle la protoconque 1. À l'éclosion, trois solutions se présentent :

- développement direct : pas de phase larvaire, le coquillage sécrète une coquille adulte et garde au sommet la coquille embryonnaire généralement de grande taille.

- développement lécithotrophe : de l'œuf sort une larve, la véligère, qui passe quelques heures dans le plancton puis se métamorphose. Il n'y a pas de croissance de la coquille durant cette phase planctonique courte, et l'on n'observe, pas de différence avec les coquilles larvaires du premier type.

- développement planctotrophe : la véligère passe quelques jours à quelques semaines dans le plancton. Chez ces espèces, trois structures sont sécrétées : dans l'œuf la protoconque 1, dans le plancton la protoconque 2, puis après métamorphose la téloconque ou coquille adulte. Entre ces trois coquilles on observe une ligne de rupture, leurs architectures et leurs sculptures sont nettement différenciées.

Cette théorie apicale conduit à déterminer les coquilles trouvées dans le plancton par comparaison avec la protoconque de l'animal benthique. Et l'étude des juvéniles benthiques permet de conclure au type de développement. La méthode est applicable à la paléontologie et elle l'a été dès 1974. Le microscope électronique à balayage permet l'observation rigoureuse des coquilles larvaires et confirme la théorie de Thorson.

En 1975 Philippe Bouchet découvre que l'espèce la plus commune des gastéropodes profonds de l'Atlantique Nord, *Benthonella tenella*, porte à son sommet une protoconque 1 et 2 correspondant à un développement de type planctotrophe. Ce coquillage aurait donc un développement larvaire ?

La migration larvaire des abysses vers les eaux de surface est un voyage hautement improbable. Pour la larve de *Benthonella*, qui mesure 0,1 mm, nager des fonds de 4 000 m jusqu'en surface, c'est entreprendre un voyage équivalent à celui du coureur à pied qui ferait le tour du monde, compte tenu du rapport des tailles aux distances parcourues. Cette larve aurait des pro-

3



blèmes métaboliques évidents : on ne connaît pas d'enzyme capable de fonctionner parfaitement dans des conditions de températures et de pressions aussi extrêmes que celles présentées entre les fonds abyssaux et la surface. D'autre part, les larves ne migrent probablement pas activement en surface : un tel voyage actif signifierait des ressources énergétiques probablement considérables. Par contre il est possible d'imaginer que des gouttelettes de graisse puissent aider, par leur flottabilité, un voyage passif vers la surface. Cela dit, on n'a encore jamais capturé de larve au fond à l'éclosion et on ne connaît donc pas leur flottabilité, ni leurs réserves énergétiques.

Bouchet examine ensuite des milliers d'exemplaires appartenant à plus de 600 espèces abyssales et bathyales de l'Atlantique Nord-Est. Il les compare aux formes décrites à partir des précédentes campagnes océanographiques des cent dernières années. L'étude systématique est réalisée en collaboration avec le Suédois Anders Waren, de l'université de Göteborg.

Les deux spécialistes étudient les collections anciennes du Muséum de Paris, du British Museum, de la Smithsonian Institution de

(suite du texte page 104)

1. MOULAGE DE CALLIOSTOMA

Ce moulage en plâtre est le modèle grossi 100 fois d'un apex de coquillage abyssal. Au sommet on observe la coquille larvaire à sculpture grillagée bien différente de la coquille adulte mamelonnée. Entre les deux, la ligne de rupture nette correspond à la métamorphose.

2. BENTHONELLA TENELLA

Coquillage abyssal, il vit à 4 000 m de fond. Il est très commun. C'est sur cette espèce que l'on a observé pour la première fois la preuve de la migration larvaire planctonique donnée par la présence, au sommet du coquillage, de la coquille embryonnaire (à striations légères), suivie de la coquille larvaire (renforcée par une côte saillante), suivie de la coquille adulte lisse. Entre ces trois coquilles sécrétées par l'animal, deux lignes de rupture correspondant à l'éclosion puis à la métamorphose.

3. RAPHITOMA CARROZZAI

Le *Raphitoma carrozzai* est un coquillage qui vit parmi les détritiques de posidonies recouvrant les vases molles des prairies sous-marines méditerranéennes. Il mesure un demi-centimètre et vit sur la côte dans des eaux peu profondes (12 m et plus). Au sommet de la coquille, on observe la petite coquille larvaire, brune et lisse, typique des coquillages à développement direct (sans phase planctonique).

Washington, du Musée de Monaco et de l'Institut royal des sciences naturelles de Bruxelles, ils ont accès à toutes les grandes collections historiques.

Conclusion, au total 40 % des espèces présentent des protoconques de type planctonique. Ce chiffre est même plus élevé dans certaines familles et peut aller jusqu'à 80 % pour les *Turridæ*. Et cela s'observe dans les prélèvements les plus profonds, soit 5 400 m. La morphologie des coquilles indique clairement l'existence d'un stade planctonique. Les coquilles embryonnaires sont sculptées et présentent moins d'un tour de spire. Les coquilles larvaires comprennent 3 à 5 tours, ce qui indique clairement que la phase planctonique est de longue durée. La larve sécrète une coquille sculptée différemment de la coquille embryonnaire, excessivement fine, d'une architecture fragile et renforcée de côtes tout à fait typique des structures planctoniques qui ont nécessairement une bonne flottabilité.

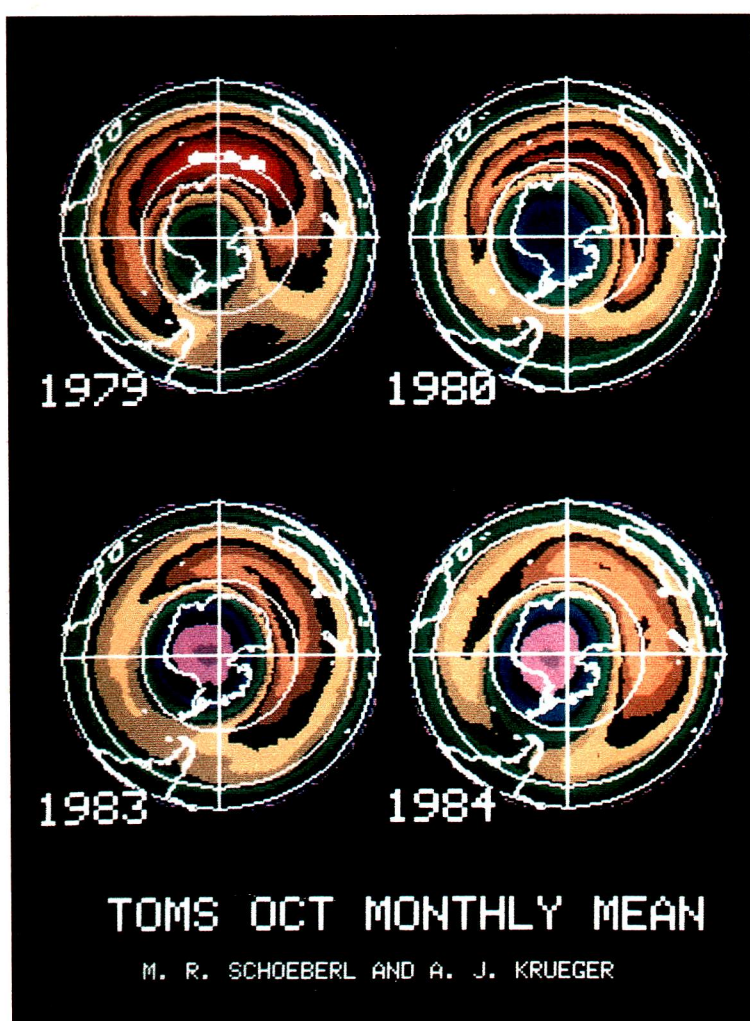
Le cycle complet de l'espèce la plus commune, *Benthonella tennella*, a pu être bouclé. L'adulte vit entre 2 000 et 4 000 m avec des pointes de 1 000 m à 5 400 m. A l'éclosion, la larve, qui mesure 110 microns de diamètre, migre jusqu'aux couches éclairées et riches en phytoplancton comprises entre 50 et 300 m.

Là elle accroît son volume de 40 fois jusqu'à atteindre la taille de 650 microns. Elle migre alors en sens inverse jusqu'à l'étage abyssal où elle effectue sa métamorphose et sa croissance postlarvaire. C'est-à-dire qu'elle prend deux fois l'ascenseur, des Abysses à la surface et inversement.

Reste désormais à expliquer comment les larves peuvent entreprendre avec succès l'impossible voyage, quels sont les mécanismes physiologiques mis en œuvre pour déjouer les difficultés qui semblaient insurmontables.

Pendant la vie larvaire, l'animal est donc transporté par les courants de surface ; les rides médio-océaniques ne sont pas des obstacles au brassage des populations. Il faut repenser la répartition géographique des espèces profondes en s'appuyant autant sur la topographie des fonds que sur les courants de surface.

F.R.



En 1979, le trou dans la couche d'ozone n'est qu'une petite tache noire, devenue presque double en 1982 et qui a encore grossi en 1985. Grâce à l'échelle Dobson, en

GÉOPHYSIQUE

Alerte au trou d'ozone sur l'Antarctique

Depuis 15 ans, il s'est formé au-dessus de l'Antarctique un trou qui ne cesse de grandir. Ce trou, qui est compris entre 16 et 25 km d'altitude, est d'autant plus intrigant qu'il apparaît à la fin d'hiver et disparaît en novembre.

Sa superficie actuelle est égale à celle des Etats-Unis.

La déplétion de la couche d'ozone est alarmante pour la po-

pulation humaine parce qu'elle augmente les risques de cancers de la peau. Elle est alarmante pour les autres populations parce qu'elle peut modifier les écosystèmes et, par exemple, tuer le plancton et les larves marines de surface.

Ce sont les Anglais qui, en mars 1985, ont commencé à s'inquiéter du phénomène. Personne n'a prêté grande attention à leur alerte, et il

Clipperton terre promise ?

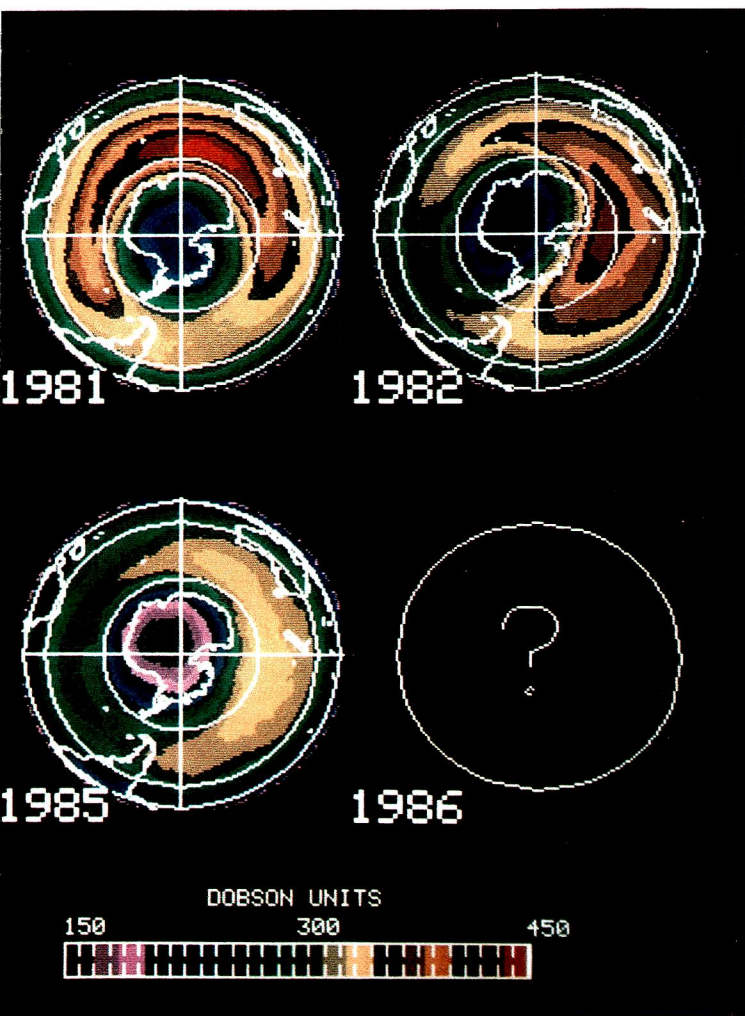
Dans notre dernier numéro, nous évoquions la possibilité d'aménagement et de peuplement de l'îlot de Clipperton. Il existe bien un projet, mais seulement un projet. Il ne s'agit donc pas d'une réalité, et encore moins d'une recherche de volontaires, comme écrit pas erreur. S'il subsiste encore de nombreuses îles désertes, l'implantation humaine sur celles-ci n'est pas chose courante, ce qui fait l'originalité et surtout la difficulté du projet Clipperton.

Economiquement bien situé dans une zone de pêche très fréquentée, l'aménagement d'infrastructures portuaires et d'une piste d'atterrissage permettront d'accueillir de nombreux bateaux de pêche qui pourront ainsi procéder à des changements d'équipages et se ravitailler sans avoir à rejoindre les côtes mexicaines distantes de 1 300 km ou américaines à 2 000 km.

Cependant, ce projet d'implantation émanant d'une société privée n'a pas encore reçu l'aval du gouvernement français (ce qui ne saurait tarder semble-t-il). Et certains scientifiques ont obtenu que les premiers travaux ne débutent pas avant deux ans, le temps de procéder à des recherches dans le lagon. Ils pensent que ces eaux très sulfureuses pourraient renfermer des bactéries susceptibles de dissoudre les minerais de certains métaux précieux, ce qui en faciliterait le traitement (pour éliminer les impuretés de certains minerais, on procède à une dissolution chimique, moins polluante que la pyroméallurgie).

Quant au peuplement de Clipperton, si le projet arrive à terme, il ne concernera qu'une vingtaine de personnes chargées de la maintenance portuaire. L'exiguïté du site et son climat interdisent toutes autres activités commerciales. **L.D.**

Les articles de cette rubrique ont été réalisés par
Stéphane Chenard, Laurent Douek, F. Danrigal, C. Heryghens, Gerald Mes-
sadié et Sven Ortol



bas à droite, on peut juger de l'épaisseur progressive relevée : le bleu est plus épais que le mauve, qui précède immédiatement le noir.

a fallu que les biologistes consultent les données obtenues par satellite pour s'apercevoir que les Anglais avaient raison.

O injustice, les Américains furent les derniers à s'aviser du phénomène parce que les ordinateurs traitant les données des satellites avaient tout simplement "gommé" la diminution de l'ozone, l'estimant tellement excessive que ce devait être une erreur !

On se demande bien qui, à la NASA, avait ainsi programmé les ordinateurs. Bref.

Jusqu'ici, la déplétion de la couche d'ozone est attribuée aux effets destructeurs complexes des fluorocarbones et des gaz d'échap-

pement des avions supersoniques. Il n'y a pas tellement d'avions supersoniques que cela, il faut donc incriminer les fluorocarbones, dont l'utilisation globale n'a pas été particulièrement diminuée, il s'en faut, après leur interdiction en 1978. Ces gaz sont utilisés dans les bombes de mousse à raser, des détergents et autres produits d'usage courant.

Quatre équipes américaines se préparent à aller étudier le phénomène à la base américaine de Mc Murdo Sound, en Antarctique. Hypothèse nouvelle à vérifier : le trou dans l'ozone pourrait-il être dû à un phénomène naturel ? Dans ce cas, lequel ? **G.M.**

L'ANVAR DU DÉCOR

*L'organisme national garant de
l'innovation technologique
française ne serait-il qu'une
machine qui tourne à vide, une bureaucratie
coûteuse qui finance des projets
sans avenir ?*

Inovez. Modernisez. C'est le slogan lancé par l'Agence nationale pour la valorisation de la recherche (ANVAR) pour justifier son action : instaurer une collaboration active entre nos laboratoires et nos entreprises, inciter nos industriels à développer des produits et des procédés nouveaux, moderniser notre appareil de production. Ses fondateurs lui avaient donné pour rôle de faire fructifier les résultats de la recherche aussi bien privée que publique et d'encourager les inventeurs indépendants. Tout cela, grâce à des aides financières judicieusement distribuées.

Créée en 1968, l'ANVAR devait ainsi rehausser la France au niveau des grandes nations technologiques. Une de ses raisons d'être, dans l'idée des gouvernements successifs : vaincre le premier mal économique du pays, le chômage. Des entreprises qui n'innovent pas sont condamnées au déclin, c'est la loi implacable des temps modernes. Pas d'entreprises fortes, pas d'emplois. Ces derniers sont aujourd'hui directement tributaires de l'esprit d'invention et de la dynamique de ses applications.

La France investissait donc une grande partie de ses espoirs d'avenir dans cet organisme. Or le voile soudain sur la sellette. Le vent de libéralisme qui s'est levé récemment souffle aussi très fort dans sa direction : les nouveaux maîtres de la nation n'ont plus guère, comme les précédents, le sens de l'assistanat. Ils ne pensent pas que le génie de l'entreprise et de l'innovation soit affaire de subventions. Ils croient que l'essor technologique en économie capitaliste doit avoir d'autres motivations que l'aide étatique. Aux USA, la recherche et la découverte reposent certes largement sur des contrats gouvernementaux, mais non sur un système de subsides. L'ANVAR apparaît, aux yeux de nos dirigeants actuels comme le prototype de l'interventionnisme économique.

Et puis, on est entré en période de restriction des dépenses publiques. Déjà le budget rectificatif de 1986 a dégonflé sérieusement les dotations consenties à l'ANVAR. Placée cette année sous tutelle du ministère de l'Industrie, l'Agence reçoit 590 millions, contre 1,1 milliard en 1985. Le couperet.

Et les critiques à l'endroit de l'ANVAR se mettent à fuser de partout. Réserves feutrées du côté du ministère, où l'on estime qu'elle devrait « se recentrer et accroître ses ressources propres ». Attaques virulentes lancées par la toute nouvelle Fondation pour la recherche sur les administrations publiques (FRAP), laquelle... frappe effectivement très fort dans un rapport au vitriol sur le fonctionnement de cet organisme. L'intitulé des chapitres donne le ton : « L'ANVAR, naissance d'un cancer » ; « L'ANVAR, développement d'un cancer » ; « Le cancer ANVAR : la forme hémorragique » ; « L'ANVAR contre l'innovation ».

Que reproche-t-on essentiellement à l'Agence ? D'avoir trahi sa mission première. D'être inutile. Pire, néfaste. De gaspiller l'argent du contribuable. De prodiguer des subventions démesurées à des entreprises qui n'en font rien de créatif. D'éviter soigneusement les projets à haut risque, les plus intéressants. De paralyser l'innovation au lieu de la stimuler. D'avoir mis en place une machine ruineuse qui tourne à vide et dont le seul produit est une rente au profit d'une bureaucratie.

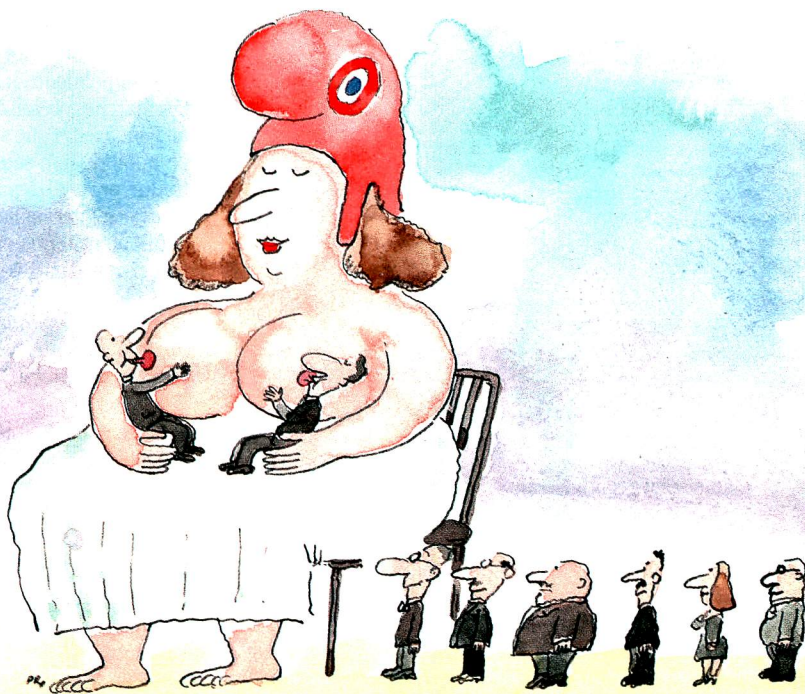
Etablissement public à caractère industriel et commercial, l'ANVAR dispose d'un compte d'exploitation et d'un bilan. Elle ressemble donc à n'importe quelle entreprise ordinaire. A une grosse différence près : ceux qu'elle appelle ses « clients » sont les bénéficiaires de ses largesses. Ce qui enlève tout sens à la relation fournisseur-client telle qu'elle s'établit normalement dans l'industrie. Et ce qui jette un doute sur la valeur des appréciations portées par ces « clients » sur l'organisme qui les subventionne. On imagine mal un chef d'entreprise avouant : « Notre programme de recherche ne vaut pas un pet de lapin, c'est purement un piège à subvention, et l'ANVAR est vraiment très chic de nous financer à fonds perdu ».

La quasi-totalité de ses ressources provient de l'Etat, autant dire des contribuables. Avec près de 11 milliards de dépenses en 1985, l'Agence représente un poids annuel de 500 francs par Français actif. Cela mérite qu'on s'intéresse d'un peu plus près à son efficacité. C'est ce qu'a fait Bernard

Zimmern, polytechnicien, énarque, co-fondateur de Licences et savoir-faire (LES), l'association française de négociateurs de licences (1). Un homme qui a consacré sa carrière, et plusieurs ouvrages à l'innovation, où il estime avoir obtenu un succès "raisonnable" : 14 licences à travers le monde, 300 brevets déposés, plus de royalties — les redevances payées à un inventeur — que n'en perçoit la Régie Renault. Ce qui ne l'empêche pas d'ironiser à propos d'innovation : « Avec elle, la France découvre la dernière arme secrète du développement industriel. Toute une faune s'empare du terme, les organisateurs en mal de clients, les professeurs en

Pierre Bérard, maître de requêtes au Conseil d'Etat, qui deviendra directeur de l'Agence en 1971. Et l'on recrute à tour de bras. Cinquante-quatre personnes pour commencer, qui seront 128 en 1978.

Bilan au bout de dix ans : l'ANVAR aura encaissé 54,5 millions de redevances, elle en aura reversé 33 millions aux inventeurs. L'Etat y aura engouffré 207 millions en subventions, fonds de concours et autres dotations. En 1978, les recettes brutes ne couvrent même pas les frais de personnel, alors qu'il reste à payer leur part aux inventeurs, sans compter les frais généraux. Et cela, bien que l'ANVAR pratique des taux de commission très



mal d'avancement, les fonctionnaires en mal de carrière et, bien sûr, les hommes politiques qui veulent faire moderne.» A la lumière de telles considérations, on ne s'étonne pas que Zimmern fasse un diagnostic sévère sur l'ANVAR, ce temple officiel de l'innovation.

De sa création à 1978, la mission de l'Agence correspond bien à son titre : elle a pour charge de valoriser les inventions françaises, celles des entreprises, des laboratoires publics, des inventeurs isolés, par la vente de brevets et de licences. Sa "production" doit se traduire par des recettes et des redevances. A sa tête on nomme Maurice Ponte, patron de la CSF, laquelle est au bord du dépôt de bilan et qu'on est sur le point de fusionner avec la bien portante Thomson. A ce président de société en difficulté, on adjoint un administratif pur, Jean-

élevés : de 35 à 50 % contre 10 à 30 % pour les négociateurs de licences privées.

On ne saurait, semble-t-il, trouver meilleur argument en faveur de la libre entreprise. Car, aux Etats-Unis principalement, des négociateurs existent et vivent de leur profession. Mais ils sont le plus souvent organisés en petites cellules, d'une ou deux personnes. Nulle part ailleurs qu'en France on ne voit une administration géante travailler dans ce domaine, et de façon aussi peu rentable. Les négociations de brevets et de licences, il est vrai, ne sont payantes qu'à long terme, cinq à dix ans : une à deux années pour prospecter le marché et identifier

(1) Rappelons que la licence est une autorisation octroyée par le titulaire d'un brevet d'invention pour son exploitation dans des conditions et des pays déterminés.

POURQUOI LA FRAP ?

Employant près d'un tiers de la population active, redistribuant la moitié du produit national, l'administration n'est pas, comme le secteur privé, soumise à la règle de la concurrence. La garantie de l'emploi dont bénéficient les fonctionnaires rend en outre difficile toute action visant à stimuler l'activité de chacun. Or si l'administration n'améliore pas ses performances, c'est l'économie du pays tout entier qui décline, quels que soient les efforts des entreprises privées. « Si la moindre machine à laver est aujourd'hui soumise aux bancs d'essais de vingt organismes qui contrôlent sa sécurité, sa qualité, ses prix, les dispositifs permettant de contrôler les résultats de cet énorme fournisseur de services qu'est l'administration sont dramatiquement insuffisants. » Tel est la première raison de la création de la Fondation pour la recherche sur les administrations publiques.

La seconde est que si les organismes chargés de contrôler les dépenses publiques sont nombreux (Cour des comptes, Inspection des finances, Inspections générales des ministères), et quelles que soient les vertus et la qualité de leurs membres, l'Etat ne peut être contrôlé uniquement par lui-même. Pour réduire les dépenses publiques, moderniser en profondeur l'administration, il faut donc que les citoyens

expriment leur opinion comme consommateurs des services publics, proposent des solutions alternatives, critiquent mais aussi rendent justice à ce qui le mérite, en un mot constituent un contre pouvoir.

Rassemblant des personnages exerçant des responsabilités tant dans le secteur privé que dans le secteur public, la Fondation pour la recherche sur les administrations entend, par ses études, « mettre les services publics sous le regard de la nation, faire connaître ce qu'ils sont réellement, ce qui se cache derrière les grandes déclarations de certains fonctionnaires dont la devise n'est plus "servir" mais "se servir", mais aussi faire connaître les dévouements qui existent chez d'autres fonctionnaires ».

Le jugement n'ayant de valeur que dans l'indépendance, la Fondation se refuse à toute subvention et n'entend tirer ses ressources que des contributions volontaires des entreprises et des particuliers, comme elle attend les témoignages et les réflexions de ces derniers.

La FRAP a déjà publié deux études : l'une sur l'ANVAR, objet de cet article, l'autre sur *Le capital risque d'être déformé par la bureaucratie*.

(Fondation pour la recherche sur les administrations publiques, 6 rue Saulnier, 75009 Paris.)

les acheteurs de licences potentiels, une à deux années encore pour mener à bien les tractations, deux à trois années enfin pour que le produit sorte industriellement. Cela n'empêche que les négociateurs privés, au prix d'un énorme travail certes, font marcher leur affaire. « Une administration publique, dénonce Zimmern, n'a aucune chance de réussir dans ce métier, encore moins d'y exercer une influence bénéfique. L'Etat n'a aucune compétence pour choisir les gagnants dans l'innovation, laquelle est l'essence même de la compétition industrielle. » Et de citer le *Wall Street Journal* : « Demander à un fonctionnaire de sélectionner un inventeur ou une invention revient à demander à un garçon de ferme de désigner un cheval pour le Grand Prix. »

Une deuxième période commence pour l'ANVAR avec sa réforme décidée par les pouvoirs publics en 1978. Changement de direction avec l'arrivée à la tête de l'Agence de Christian Marbach, haut fonctionnaire qui a eu la responsabilité de l'étude sur l'innovation menée en 1970 par le gouvernement. Cette étude concluait à la nécessité de créer en France des sociétés financières qui apporteraient des capitaux à l'innovation. Justement, en passant à

l'Agence, Marbach quitte la présidence de la Sofinnova, société de capital-risque qui, rappelle la FRAP, a perdu un tiers de son capital depuis sa création.

Pour l'ANVAR, c'est aussi un changement de cap : la valorisation des inventions par licences passe désormais au dernier plan de ses préoccupations. Nous avons regretté ici même (2) l'occasion manquée par l'Agence d'être ce lieu nécessaire de rencontre et d'échange entre l'offre et la demande de technologies. Christian Marbach nous avait écrit justifiant ainsi sa politique : « ... Comme tous les marchés, celui de l'innovation ne peut exister que si se présentent en nombre, non seulement des offreurs et des demandeurs, mais aussi des intermédiaires. L'ANVAR aurait pu rester un organe de transfert parmi d'autres ; mais qui ne voit que sa taille, son statut, ses missions et les nouveaux moyens qui les accompagnent auraient pu fausser le jeu et décourager ses concurrents ? » (les italiques sont de nous, NDLR).

Zimmern est d'un tout autre avis : la solide réputation de l'ANVAR comme établissement à la fois ruineux et improductif a

engendré, dit-il, une dégradation qui s'est étendue à toute la profession. Les détenteurs des brevets se sont méfiés, ils ont fui. « Comment croire en effet que là où l'Etat avec sa puissance a échoué, des groupes privés peuvent réussir. D'où un discrédit qui freine aujourd'hui l'émergence de la profession de négociateur de licences. »

En réalité, sous prétexte d'encourager l'initiative des professionnels du privé, l'ANVAR a tout simplement voulu se débarrasser d'un gouffre financier qui lui donnait une fort mauvaise image de marque aux yeux des pouvoirs publics.

Quelle fonction lui reste-t-il alors ? Celle de distribuer de l'argent public aux entreprises. Un rôle de père Noël. L'aide à l'innovation, objet d'un décret du 17 juillet 1979, instaure une avance financière aux industriels qui soumettent des programmes d'innovation susceptibles de déboucher sur des produits ou des procédés intéressants et inédits. L'aide peut atteindre jusqu'à 50 % des dépenses liées au projet. Les taux d'intérêt sont remarquable-

(2) Voir "Brevets et licences, un marché fantôme", *Science & Vie* n° 813, p. 87, juin 1985.

ment bas, et seules sont tenues au remboursement, sur une période très étalée, les entreprises qui font de leur projet une réussite commerciale. Les mauvais paris faits par l'ANVAR passent aux profits et pertes. Toute l'opération est donc fondée sur le principe du moindre risque pour les entreprises privées. Philosophie bien française, note la FRAP. Car si nos entrepreneurs s'insurgent viscéralement contre l'interventionnisme de l'Etat et de sa bureaucratie dans l'économie, jamais par contre ils ne dédaignent les subventions que l'administration veut bien leur accorder.

Aussi voit-on, dans l'industrie, des directeurs de laboratoire, parmi les plus astucieux, parvenir à faire subventionner leur service de recherche à 100 % et pratiquement en permanence, sans jamais engendrer de résultats notables. Le truc est simple. On trouve dans ses fonds de tiroir une idée "novatrice" apte à titiller l'intérêt des bureaucrates, c'est-à-dire qui tombe dans les thèmes que l'administration, à grand renfort de comités et de commissions, a décrétés comme essentiels à l'avenir de l'économie française. On soumet une estimation de budget dans laquelle on gonfle au maximum le poste des frais généraux ; il est classique, dans un contrat de recherche, que ceux-ci représentent deux à trois fois la valeur des frais directs de salaires, de charges sociales, etc.

Peu importe que le sujet proposé soit valable ou non. Une administration quelconque aura toujours du mal à prouver à d'éminents spécialistes que leur dossier est fait de vent. Que le programme tourne court ne gêne personne. Entre-temps le laboratoire de l'entreprise aura bien vécu — en utilisant souvent une partie de la subvention à des travaux tout à fait étrangers au contrat. L'échec sera entériné par l'administration et l'entreprise dédouanée de toute obligation de remboursement.

Ce type d'aide n'est fourni qu'aux seuls demandeurs qui, avant d'entreprendre quoi que ce soit, soumettent leur plan de recherche à l'administration. Disposition pour le moins paradoxale, puisqu'elle exclut ceux qui ont déjà commencé à chercher, prouvant ainsi leur volonté d'aboutir, et ceux qui ont déjà trouvé, mais qui auraient besoin d'un coup de pouce pour transformer leur réussite technique en réussite industrielle.

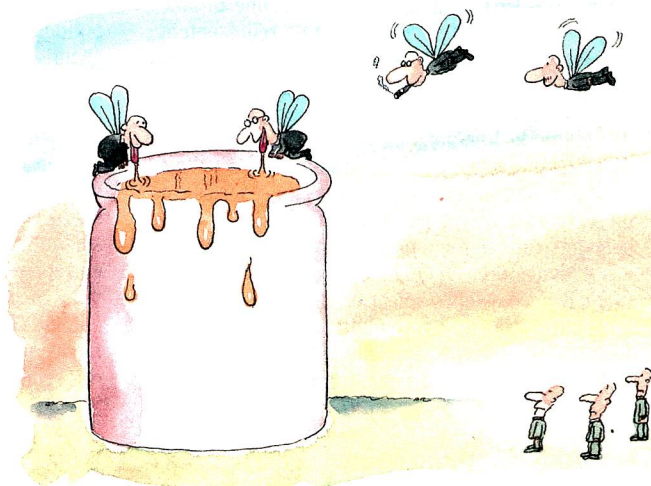
Lorsqu'il prend en main l'ANVAR, qui absorbe alors l'essentiel des activités — et en particulier le système de subventions — de la Délégation générale à la recherche scientifique et technique (DGRST), créée vingt ans plus tôt, Christian Marbach voit son budget

une première fois multiplié par dix, pour atteindre un milliard en 1980. Budget encore décuplé en 1983 (10 milliards) lorsque sera créé le Fonds industriel de modernisation (FIM), dont la gestion est confiée à l'Agence.

Sauf à noter qu'une petite partie des sommes collectées revient effectivement au FIM (10 seulement sur 65 milliards en 1984, la plus grande masse restant sous forme de liquidités et servant aux besoins financiers de l'Etat), Zimmermann s'interroge sur l'opportunité d'avoir donné ces fonds à gérer à l'ANVAR, établissement « aux états de service pour le moins peu glorieux et dont la qualité des experts comme leur expérience industrielle restent douteuses ». L'essentiel, pour les censeurs de la FRAP, est ailleurs : « Christian Marbach a réussi le grand schémisme, être devenu une puissance financière sans contrôle, avoir réalisé le rêve le plus fou de tout individu : n'avoir à se préoccuper que de dépenser sans avoir à justifier de la dépense. »

De 1978 à 1983, avant la création du FIM, les effectifs de l'ANVAR et les salaires distribués étaient montés en flèche : +235 % et +557 % respectivement, performance remarquable en période d'austérité. La prise en mains du FIM par l'Agence — bien qu'officiellement moins du dixième de ses effectifs lui soient attribués — permet à l'ANVAR d'administrer sa masse de subventions dans des conditions où les frais de gestion et de salaires deviennent extrêmement occultes.

A quel coût l'ANVAR remplit-elle son rôle d'intermédiaire financier qui recueille des ressources d'un côté et, de l'autre, met ces fonds à la disposition des tiers ? Démesuré, prétend la FRAP. Les banquiers parlent de "taux d'intermédiation", qui représente le coût de gestion des crédits par rapport au montant des crédits distribués. Pour les banques commerciales, ces taux se situent entre 5 et 7 % ; ils varient de 10 à 15 % pour le capital-risque. Ils sont significatifs dans la mesure où l'on suppose que ces capitaux distribués seront remboursés, et que les profits engendrés par les prêts leur seront supérieurs.





Ce qu'ils ne sont nullement dans le cas de l'ANVAR, qui non seulement ne fait aucun profit, mais dont la majorité des prêts ne sont jamais remboursés, faute d'une conclusion heureuse des projets qu'elle finance. Dans ce cas, le taux d'intermédiation doit être calculé non par rapport aux capitaux distribués mais par rapport aux capitaux remboursés. Or les frais de personnels de l'Agence sont sensiblement égaux aux remboursements des aides à l'innovation. « Tout se passe, dit la FRAP, comme si l'Etat avait établi par ses prêts à l'industrie une rente viagère au profit d'une bureaucratie. »

L'Agence peut-elle se retrancher derrière un rôle de service public qui n'aurait pas à être rentabilisé de façon directe ? En 1985, elle inscrivait à son bilan 679 « recours aux services de l'innovation » pour un montant de 42,222 millions ; 1 347 actions en faveur des jeunes (11,451 millions) sous formes de subventions aux établissements scolaires ou universitaires et de bourses d'été. Elle publie aussi des ouvrages de vulgarisation, a organisé le Festival international de la technologie, géré 6 700 interventions du FIM.

En fait, une des « actions » majeures de l'ANVAR est sa propre publicité, très bien faite au demeurant, mais à quel prix pour le contribuable : 11 millions en 1984, autant que ses interventions en faveur des jeunes en 1985. Et le FIM mis à part (mais nous savons qu'il n'occupait qu'une dizaine de personnes), toutes ces actions ne représentent pas des sommes notables au regard des montants consacrés à l'aide à l'innovation classique, celle qui nous intéresse ici : 1 319 interventions pour un total de près de 987 millions en 1985. Le stratagème de l'amalgame permet ainsi de masquer les résultats d'un secteur non rentable en reportant ses frais sur un secteur qui n'avait pas à être justifié. L'ANVAR a beau jeu d'affecter son personnel et ses dépenses à des activités dont la qualité de service public justifie d'avance qu'elles soient en déficit.

Malgré cela le déséquilibre reste bien trop flagrant. De surcroît, rappelle la FRAP, l'examen historique montre que l'inflation des frais de per-

sonnel a de loin précédé la naissance de ces missions complémentaires. « C'est donc à l'envers qu'il faut examiner la situation. Il faut se demander si ces activités de service public n'ont pas été créées pour masquer une disproportion devenue trop criante entre les dépenses et les résultats, pour justifier notamment un accroissement régulier des dépenses de personnel par tête qui, au moment où la France sombre dans l'austérité, fait des agents de l'ANVAR des privilégiés. »

La chose est donc établie, l'ANVAR est une machine qui coûte cher. Son coût est-il au moins motivé par le succès de sa mission : secouer des entreprises dormantes, les amener à prendre des risques, provoquer l'éclosion des nouvelles techniques qui détermineront notre industrie de demain ?

A première vue, les performances de l'Agence sont très honorables, comparées du moins à celles de la DGRST, dont elle a pris la succession. Là où la DGRST obtenait, en monnaie constante, 16 à 18 francs de remboursement, pour 100 francs prêtés, l'ANVAR devrait récupérer 32 à 36 francs. « Devrait », car il s'agit d'une estimation, d'une extrapolation à partir de l'expérience de la DGRST : les remboursements commencent en général à rentrer à partir de la troisième année, atteignant leur plus haut niveau entre la sixième et la neuvième année, et retombent pratiquement à zéro au bout de quinze ans. Or, les remboursements donnent la mesure du succès, puisqu'ils correspondent à des projets d'innovation qui ont abouti.

L'ANVAR aurait donc multiplié par deux les résultats de la défunte DGRST, en menant à bien un projet sur trois, au lieu d'un projet sur six. Et comme l'échec est la loi la plus fréquente en innovation, on peut considérer cette proportion de réussites comme exceptionnelle. « L'innovation, ça marche ! », déclare le directeur de l'Agence.

Pas sûr, rétorque la FRAP. Alors qu'il fallait, sous la DGRST, attendre trois ans la première vague des remboursements, ceux-ci se manifestent aujourd'hui dès l'année même du prêt et atteignent déjà plus de 2 % l'année suivante. Comment interpréter cette anomalie sinon par une mise en cause de la politique de l'ANVAR ? Celle-ci n'aurait-elle pas abandonné les projets trop risqués, à l'issue incertaine et à la rentabilité lointaine — ceux précisément que l'industrie hésite à aborder seule et qui justifient une aide de l'Etat —, pour ne plus financer que de la recherche à court terme, du développement de produits déjà existants, de simples extensions de gammes ? Bref, des projets sûrs et dont le financement doit relever des seules entreprises et de leurs banques, non de la collectivité. Si l'on considère comme sûrs et dénués d'intérêt les projets dont le remboursement commence dans l'année qui suit le prêt, c'est la moitié des remboursements de l'ANVAR qu'il convient de

classer dans cette catégorie, estime la FRAP. Ce qui ramène les performances de l'Agence au niveau, guère brillant, de celles de la DGRST.

Afin d'afficher des résultats flatteurs, l'ANVAR aurait un penchant marqué à proposer des prêts publics à des entreprises qui n'en ont pas besoin, pour des projets faciles et sans grande portée technologique. Bernard Zimmern révèle qu'il s'est à maintes reprises porté lui-même candidat à ces subsides injustifiés, « j'ai fait l'expérience de cette faiblesse de l'Etat et accru mes bénéfices en faisant partiellement financer des programmes que j'étais de toute façon décidé à réaliser, jusqu'au jour où — par bêtise, diront certains — j'ai interrompu ce jeu dégradant ». Mais combien de chefs d'entreprise refuseraient des avances à long terme dispensées avec tant de libéralité, à taux d'intérêt pour ainsi dire nuls, et de l'usage desquelles ils ne sont absolument pas comptables envers la nation.

La manne publique, ainsi détournée de sa véritable destination, ne profite pas à ceux qui le méritent. On sait trop combien d'innovateurs français ont été, faute d'aide et d'encouragement, contraints de porter à l'étranger une invention que nous réimportons ensuite à grands frais. Commentant le cas de M. Aubert, inventeur de la première chaîne au monde de découpage automatique des porcs — que *Science & Vie* a été le premier à révéler —, le *Quotidien de Paris* du 20 avril 1985 parlait du « drame de l'administration française qui tue ce qu'elle veut favoriser. Chargée de promouvoir l'inventivité technologique, l'ANVAR, avec sa bureaucratie foisonnante, est en réalité posée sur un butin qui justifie son existence. Au lieu d'aider l'invention, elle l'alourdit, elle l'épuise dans son labyrinthe et pour finir elle l'annule ».

La FRAP surenchérit : « Si seulement l'Etat s'était, avec l'ANVAR, offert une danseuse de plus, si le personnel de l'ANVAR était payé à ne rien faire... Mais par son aide même, elle assassine, elle cancérisse l'innovation. »

Comment ? D'abord, par la facilité même du système d'aide, tout au moins tel qu'il est pratiqué dans un premier temps. Combien d'entrepreneurs, forts d'un prêt de l'ANVAR, se sont lancés dans l'aventure pour se voir refuser les financements complémentaires au moment le plus critique ; si l'Etat a la velléité, il n'a pas toujours la continuité. Combien se sont vu offrir des crédits trop tôt, alors que leur idée n'était pas suffisamment étudiée ni développée, et se sont enfoncés dans une direction sans issue. Combien, sur la foi d'une subvention accordée par l'administration — quasiment le sceau officiel du succès promis d'avance —, ont quitté

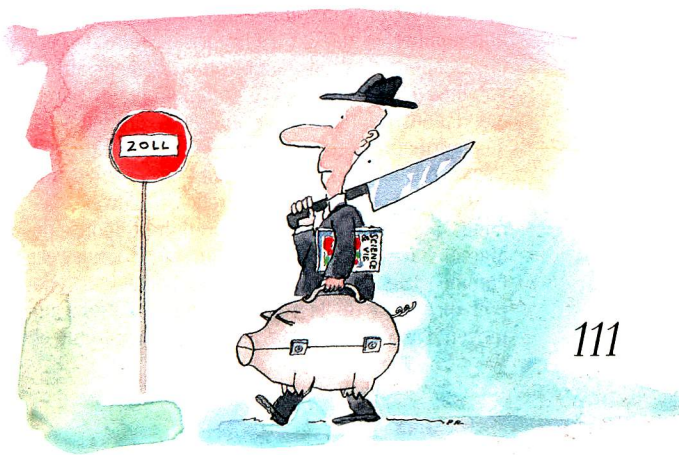
leur situation et mis leurs économies dans des projets sans espoir, pour se retrouver abandonnés dès que le mirage se dissipait.

Ensuite, parce que les fonctionnaires de l'Etat ne sont pas nécessairement bons juges des choix à faire⁽³⁾. Pour trois raisons :

- La première tient à la nature du processus d'innovation ; 95 % des inventions marquantes sont des créations "sauvages", des "anomalies" qui naissent de façon anarchique et sont, à leur stade initial, le fait d'individus ou de micro-entreprises. Ces innovations ne vont pas dans la sens de la logique admise, elles défient l'"état de l'art". Pour juger et se décider, les fonctionnaires ont recours à des experts de compétence reconnue — donc qui ont passé leur vie à développer et peaufiner des procédés que la nouvelle technologie va rendre caducs. Leur approche risque fort de n'être pas totalement objective.

- La seconde raison concerne le recul dans le temps. Il faut souvent des années pour déterminer la valeur d'une invention. D'ici là, le fonctionnaire qui a "parrainé" l'affaire dans ses débuts aura très probablement changé de poste. Le plus important pour sa carrière, d'ailleurs, est moins son taux de projets réussis que sa soumission aux "modes" et consignes de la politique du moment : favoriser la décentralisation, les PMI, etc. (l'ANVAR est un magnifique exemple de respect des mots d'ordre venus d'en haut). Pour mettre fin à l'irresponsabilité de l'administration, il faudrait, propose la FRAP, qu'à l'instar du ministère japonais de l'Industrie et de la Technologie, le célèbre MITI, nos fonctionnaires affectés à un projet le restent pendant dix ans, même s'ils grimpent hiérarchiquement.

- La troisième raison, ce sont les tristes précédents de l'intervention de l'administration dans le domaine technologique : plan calcul, plan machine-outil, et tant d'autres plans avortés. Quand l'administration découvre un créneau vers lequel la recherche française doit s'orienter, c'est signe qu'il est déjà trop tard et que les places sont prises. « Pour appâter un bureaucrate, note la FRAP, il n'est que de lui faire miroiter que l'étranger est en



(3) Il ne s'agit pas ici de critiquer les programmes nationalisés tels que le téléphone, l'Airbus ou Ariane, où l'Etat est à la fois financier et acteur, donc responsable.

LES HAUTS ET LES BAS DU BUDGET DE LA RECHERCHE

Le budget de la recherche civile joue au yoyo. Après une envolée spectaculaire entre 1981 et 1985, les sommes dévolues à la recherche, diminueront brutalement en 1986 et amorceront une toute petite remontée l'année prochaine, juste de quoi « sauver les meubles », comme l'a fait remarquer Alain Devaquet, ministre de la Recherche et de la Technologie.

Depuis 5 ans la recherche était l'une des priorités du gouvernement et les sommes qui lui étaient consacrées, étaient passées de 2,04 % du produit intérieur brut (PIB) en 1980, à 2,4 % en 1985. Au printemps de cette année, la grande vague des restrictions budgétaires l'avait frappée de plein fouet : sur 10,3 milliards de francs d'annulations de crédits, 3,204 milliards d'économies avaient été réalisées sur la recherche. Le budget du CNRS avait diminué de 10 %, celui de l'INSERM de 16 %, celui de l'ANVAR de 40 %, et celui de l'AFME (Agence française pour la maîtrise de l'énergie) de 30 %.

L'année prochaine, selon les premiers chiffres révélés par les services d'Alain Devaquet, le total des crédits s'élèvera à 39,103 milliards de francs, soit une très faible augmentation, en francs courants, de 0,6 %.

Les grandes victimes de ces restrictions sont les agences orientées vers le développement de produits et les aides à l'industrie. L'AFME verra l'année pro-

chaine son budget encore amputé de 36 %. Le CEA et l'IFREMER recevront des crédits inférieurs de 4,3 % et ceux alloués à la filière électronique diminueront de moitié. Conclusion : le ministère de la Recherche sacrifie les aides à l'industrie pour consacrer le peu de crédits dont il dispose à rattraper en partie les coupes sombres imposées à la recherche de base : CNRS (+10 %), INSERM (+14 %), INRA (+8,9 %), ORSTOM (+9 %), CNES (+3,6 %).

En 1987, les services administratifs devront amputer leurs effectifs de 1,5 %. Au ministère de la Recherche la diminution atteindra 0,5 %. C'est la première fois dans l'histoire de la recherche que le nombre de postes attribués diminue deux années consécutives (il avait déjà baissé l'année dernière de 373 postes). Les scientifiques, eux, voient leur nombre très légèrement augmenter (284 postes) alors que le plan triennal de 1985 prévoyait la création de 1 400 emplois nouveaux.

Compressions du budget et réduction des effectifs ont entraîné une levée de boucliers chez les scientifiques. Les plus grands noms de la science française (Jean-Pierre Changeux, Pierre Bourdieu, Xavier Le Pichon, Jean-Marie Lehn, Claude Allègre, Jean-Claude Pecker, Jacques Ruffié, etc.) se sont associés pour réclamer que la recherche redevienne une priorité nationale.

F. H.-M.

de justifier leurs prérogatives...». Chacun interprète les informations « selon ses propres ambitions et objectifs, ou même rejette purement et simplement des conclusions jugées trop dérangeantes ou non conformes à la doctrine officielle ».

Est-ce à dire que l'Etat n'a aucun rôle stimulateur à jouer dans l'innovation ? La FRAP pense que si. Mais elle propose de remplacer l'assistance aveugle, inefficace et effroyablement coûteuse, par un système d'assurance tel qu'il existe depuis 1958 aux USA avec les SBIC (*Small Business Investment Corporation*). Les SBIC forment aujourd'hui un groupe de 350 entreprises disposant de deux milliards de dollars, dont la moitié provient du capital privé. Les crédits servant au démarrage et au développement des petites entreprises — souvent les plus énergiques au plan de l'innovation — sont fournis par les banques fédérales et garantis par l'Etat, d'où des taux d'intérêt très raisonnables. Le système fonctionne comme une caisse d'assurance : l'Etat rembourse aux banques les prêts que les SBIC n'ont pu honorer.

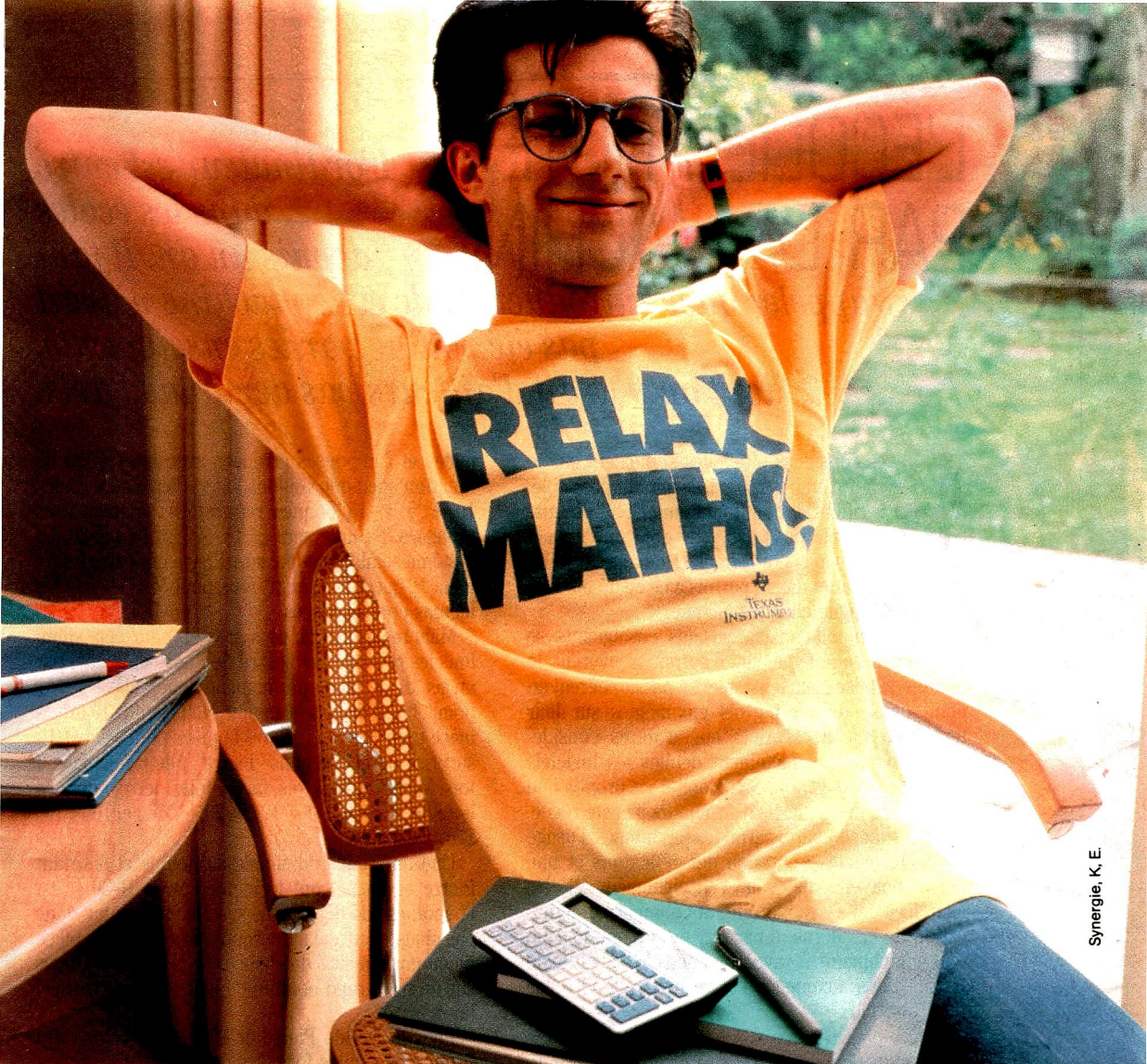
Les performances sont surprenantes vu de ce côté-ci de l'Atlantique. Là où l'administration française, avec l'ANVAR, atteint péniblement un taux de succès, et encore est-il discutable, de 36 %, l'Etat américain, de 1970 à 1979, n'a eu à rembourser que 27 millions de dollars pour 750 millions de dollars garantis : soit un taux de succès impressionnant de 96,4 % ! Pour la même période, les coûts de gestion des SBIC ont été de 18,6 millions de dollars, soit 2,5 % des fonds distribués.

On retrouve ce même principe de l'assurance-innovation dans le code fiscal américain. Tout individu ou société qui prend une participation dans une entreprise de moins d'un million de dollars de capital, est autorisé à déduire jusqu'à 100 000 dollars de ses revenus imposables si l'entreprise échoue. Inventeurs et innovateurs n'ont donc pas à mendier auprès de fonctionnaires. Ils trouvent toujours un bon accueil chez un industriel local dont l'affaire est prospère et, partant, fortement taxée. Tous risques calculés, celui-ci leur apportera non seulement l'argent nécessaire, mais aussi son expérience et ses conseils — et là n'est pas le moins important.

Gérard Morice

train de développer une technique importante, que la France a pris du retard, qu'il est absolument indispensable de lancer un programme dans le même domaine.»

Certains fonctionnaires reconnaissent tout cela. Ainsi Marcel Bayen, chef adjoint du Centre de prospective et d'évaluation (CPE) du ministère de la Recherche et de l'Enseignement supérieur, qui souligne la nécessité en matière d'innovation technologique, d'apprécier par des recoupements multiples le niveau de crédibilité des informations, dont bon nombre « émanant d'entreprises, voire de certaines administrations, sont volontairement ou involontairement erronées ». Volontairement, parce que l'industrie peut avoir intérêt à pratiquer la désinformation ou la rétention d'informations : il s'agit de tromper les concurrents en les envoyant sur de fausses pistes de recherches et d'investissements. Mais pourquoi l'administration ? Réponse de Marcel Bayen : dans le monde des fonctionnaires, comme dans les entreprises, les détenteurs du pouvoir « font de la rétention d'informations un moyen d'asseoir leur position dans la hiérarchie et



Synergie, K. E

Question maths, j'ai tout compris !

Calculatrices programmables Texas Instruments : pour comprendre les maths comme la programmation.

Les calculatrices Texas Instruments ne se contentent pas de me donner des résultats : elles sont conçues pour aider à une meilleure compréhension du raisonnement mathématique et de la logique informatique lors de l'exécution des programmes.

Exemple : avec son affichage semi-alphanumérique, la TI-62 Galaxy me permet de suivre les programmes et les équations au fur et à mesure que j'avance. Résultat : je comprends mieux les choses et je suis plus relax !

Avec Texas Instruments, on a le choix. Chacun peut trouver la calculatrice programmable qui lui convient, de la TI-57 II, une machine vraiment pas chère qui permet de s'initier à la vraie programmation ;



jusqu'à la TI-66 qui allie capacité, performances et simplicité de programmation.

Et bien sûr, comme toujours avec Texas Instruments, ce sont des calculatrices vraiment commodes à utiliser : clavier ergonomique, groupement logique des fonctions, touches larges...

Et puis, les calculatrices Texas Instruments sont garanties deux ans (échange standard dans votre magasin).

Faire équipe avec Texas Instruments c'est vraiment génial !

Des calculatrices pour des maths plus faciles et une vie plus relax.

**TEXAS
INSTRUMENTS**



L'ÉCOLIER NOTÉ PAR LA MACHINE

L'ordinateur est entré dans les écoles depuis un an. Il faut rappeler que l'introduction de cette machine n'avait pas été voulue par les enseignants, dont on n'avait d'ailleurs pas demandé l'avis.

Les consignes officielles stipulaient que le chef d'établissement devait, au préalable, vérifier le bon fonctionnement du matériel ; un comble pour des gens dont une grande partie n'avaient pas été formés et qui, en guise de "moniteur", s'attendaient parfois à ce qu'un instructeur accompagne chaque machine.

Devant un tel constat certains enseignants se bloquèrent complètement, d'autres trouvèrent le bouton de mise sous tension et se passionnèrent au point de se former parfois eux-mêmes sur leur temps de vacances. Alors que d'autres considéraient comme complètement débiles les logiciels mis à leur disposition. Signalons à ce propos que l'intégralité des logiciels n'a toujours pas été reçue.

Dans le secondaire, parmi les passionnés, l'usage de ladite machine entraîna des réflexions et une façon nouvelle de voir l'enseignement et les exercices qui s'y rapportent, notamment la modification de ces derniers par des tests d'une logique tout à fait binaire. A savoir un contrôle constitué de 20 questions auxquelles l'élève doit répondre par "vrai" ou "faux".

L'élève peut répondre au hasard et alors obtenir 10/20 statistiquement. Dans un but de grande justice et d'égalité, les passionnés allèrent plus loin et adoptèrent le système suivant, en usage au CES St-Exupéry de Marolles-en-Hurepoix : une bonne réponse donne + 1 point ; une mauvaise réponse donne - 1 point. Un élève ayant tout faux peut donc obtenir une note de - 20 points !

Observons que l'élève ayant 10 bonnes réponses et 10 mauvaises réponses obtient la note de : $+ 10 - 10 = 0$ sur 20, donc à égalité de note avec l'élève qui a zéro bonne réponse.

Mais voyons ce qui se passe pour des élèves qui ont des connaissances et, pour juger du système, admettons que nous sachions d'avance l'étendue exacte de ces dernières pour deux élèves servant de référence.

Soit deux frères jumeaux Pierre et Michel et un test de 20 questions. Pierre est un élève moyen et sait répondre à 10 questions sur 20. Restent 10 questions auxquelles il peut répondre "vrai" ou "faux" au hasard. Statistiquement il aura 5 réponses

justes et 5 réponses erronées avec le système de notation que nous voulons juger. Pierre aura donc : $10 + 5 = 15$ bonnes réponses et 5 mauvaises réponses. Sa note sera $+ 15 - 5 = 10$ sur 20. Le système semble bon puisque Pierre connaît exactement 10 questions sur 20. *Idem* pour Michel qui a les mêmes connaissances.

Mais regardons de plus près et, pour cela simulons les réponses au hasard de Pierre et Michel par un jet d'une pièce de monnaie : pile l'élève a + 1 point ; face l'élève a - 1 point. Nous jetons 10 fois la pièce pour Pierre et 10 fois la pièce pour Michel. Et surprise nous obtenons : Pierre : pile 6 fois, face 4 fois. Michel : pile 3 fois, face 7 fois. Pierre a donc la note de : $10 + 6 - 4 = 12$ sur 20, et Michel $10 + 3 - 7 = 6$ sur 20.

Une différence du simple au double et pourtant Pierre et Michel ont le même savoir 10/20 (c'est l'hypothèse de départ). Le système ne semble donc pas si juste que cela. Pourquoi ? Parce qu'une pièce de monnaie a 50 % de chances de tomber pile, mais sur un très grand nombre de jets. Or notre test est limité à 10.

Pour le cas de Pierre et Michel ressortons des tiroirs nos vieilles formules de calculs statistiques. Soit n le nombre d'événements étudiés, p la probabilité pour qu'ils se produisent, q la probabilité contraire. L'unité d'écart e sera telle que $e = \sqrt{2 npq}$ avec $p + q = 1$; e c'est la différence par rapport à la statistique parfaite. Dans notre cas c'est 5 "vrais" et 5 "faux" ; si e vaut 2 nous aurons 3 "vrais" et 7 "faux" ou le contraire. Effectuons donc les calculs. Dans notre cas $n = 10$, $p = q = 1/2$ "vrais" ou "faux" seulement : 50 %, nous obtenons $e = \sqrt{2 \times 10 \times 1/2 \times 1/2}$; $e = \sqrt{5}$; $e = 2,236$.

Pour simplifier prenons $e = 2$. L'écart e se produit 16 fois sur 100, soit 1 élève sur 6. Nous trouvons les notes possibles suivantes $10 + 5 + 2 = 17$ bonnes réponses et 3 mauvaises, donc la note de $17 - 3 = 14/20$, ou, si on considère l'écart e comme négatif, nous trouvons : $10 + 5 - 2 = 13$ bonnes réponses et 7 mauvaises, soit la note de $13 - 7 = 6/20$.

Les notes de Pierre et de Michel, 6 et 12, s'expliquent enfin. De la même façon nous pouvons

calculer les notes possibles pour des élèves n'ayant pas de connaissance du tout (0) jusqu'à l'élève qui sait répondre parfaitement aux 20 questions. Pour ce calcul n varie de 20 pour zéro connaissance jusqu'à 0 pour une étendue des connaissances 20/20. (**Tableau ci-dessous**).

Nos résultats sont basés sur un test de 20 questions, mais il peut en avoir plus, cas rare, ou moins, par exemple 12 questions, et dans ce cas l'ordinateur mis à la disposition des enseignants et élèves va pouvoir être rentabilisé au maximum en permettant de faire une règle de trois, à savoir la note obtenue divisée par 12 et multipliée par 20 pour retrouver une notation de 20 sur 20. (Règle de trois fameuse, que semblent ignorer les élèves actuels pour des raisons obscures, mais qui ne sont pas le but du présent article.)

Donc, dans le cas des jumeaux Pierre et Michel ayant un savoir égal à la moitié du test, recherchons e pour des connaissances égales à 6 sur 12. Dans ce cas, n est égal à 6 et $e = 2$; les notes deviennent pour Pierre 10/12, soit 16,67/20 et pour Michel 2/12, soit 3,33/20. Notes à comparer à 14 et 6.

On constate donc que moins il y a de questions au test, plus l'incertitude augmente. D'autre part, des notes "précises" au centième de point, alors que

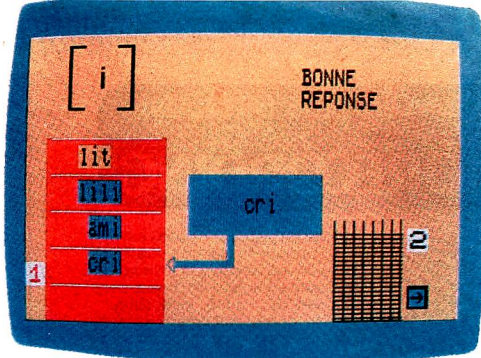
| Etendue des connaissances pour chaque élève | Notes possibles avec une bonne probabilité |
|---|--|
| 0 sur 20 | de 0 à 6 sur 20 |
| 5 | 0 à 10 |
| 10 | 6 à 14 |
| 15 | 12 à 18 |
| 20 | 20 sur 20 |

l'incertitude est de 16,67 - 3,33 soit environ 13 points sur 20 a de quoi faire rire... jaune.

Pour comble, si l'enseignant dispose d'une imprimante, c'est le résultat de l'ordinateur qui sera collé dans le cahier de notes des élèves, donnant aux parents l'impression d'une infinie justice puisque d'une part les questions sont d'une rigueur mathématique (binaire) d'autre part, c'est la machine, par définition dénuée de sentiments, qui écrit la note. Devant de tels arguments les parents seront obligés d'admettre que les corrections d'exercices "ordinateur" font faire un bond en avant à l'enseignement.

Mais revenons à Pierre et Michel et admettons le contexte suivant. Supposons une classe de trente élèves avec un petit malin qui va regarder dans le cartable du prof les réponses du prochain test mais qui, pris par le temps et l'émotion, ne relève que les 10 premières et oublie de regarder de l'autre côté de la page les 10 autres réponses.

L'auteur de ces lignes confesse humblement qu'il



Les limites des questionnaires "oui-non" :

comment savoir si l'enfant qui a répondu "oui" l'a fait au hasard ou s'il a effectivement repéré le mot "cri" dans la colonne de gauche ?

a utilisé ce genre de méthode pour relever des moyennes étant enfant. Je me suis laissé dire que curieusement ce type de tradition se perpétue encore actuellement. Notre petit malin est bon camarade et s'empresse de prévenir les 29 autres élèves et voilà toute une classe qui connaît à l'avance 10 questions sur 20 et qui, mise en confiance (croyant obtenir 10 réponses justes sur 10 questions), oublie d'apprendre le cours. Mais voilà, le test arrive, ils répondent parfaitement aux 10 premières questions du recto et, surprise, voilà 10 questions supplémentaires auxquelles il faut répondre par "vrai" ou "faux". Et le jeu commence pour nous avec la pièce de monnaie que nous jetons 10 fois pour chaque élève. Rien ne vous empêche de jouer aussi. Notre série personnelle a donné les 30 notes suivantes :

12 6 8 8 6 10 6 16 10 12 12 8 6 10 8 10 6 14 8 12 10 6 10 10 10 14 10 8 10 16

On constate que la moyenne reste autour de 10, mais les écarts sont importants pour des élèves ayant des connaissances identiques.

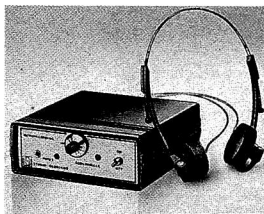
Mais tout cela ne tient pas compte de l'aspect psychologique et du côté humain. En effet j'ai volontairement oublié de parler de l'élève honnête qui, conscient du risque qu'il y a à répondre au hasard aux questions qu'il ne connaît pas, se limitera strictement aux réponses qu'il connaît parfaitement. D'autre part, l'examen de la courbe montre que le test a une notation précise à 100 % pour le bon élève qui connaît les 20 bonnes réponses.

Croyez-vous que cet article soit une critique de ce système ? Ce serait méconnaître le formidable aspect pédagogique de ces tests qui va obliger les élèves soit à devenir bons pour mériter 20/20, soit à devenir honnêtes et à refuser de répondre au hasard en ne cochant que les seules cases qu'ils connaissent parfaitement.

Pour conclure on voit bien que l'ordinateur est réellement un outil pédagogique étonnant et gagnons que c'est l'un des aspects qui n'avait peut-être pas été prévu par les partisans de cette machine dans les écoles (sic !).

Bernard Desprez

RAPPELEZ-VOUS PLUS EN MOINS DE TEMPS SANS FATIGUE MEMORECORDING



Le MEMORECORDING est un instrument électronique spécial rattachable à n'importe quel enregistreur: il vous permet de réduire en écouteur, au niveau subliminal le son des mots, des discours, des numéros que vous avez enregistrés sur bande magnétique: votre inconscient enregistrera toutes les données perçues alors que vous pourrez vous dédier à une autre activité.

Comme principe du «message subliminal» amplement reconnu par la science, le son très bas des mots, des «demandes» n'est pas perçu et, donc, filtré au niveau de la conscience mais, justement à cause de cela, il est écouté, enregistré et exécuté au niveau inconscient avec caractère incisif.

Le MEMORECORDING sert aussi à formuler certaines demandes à l'inconscient à l'aide de messages enregistrés, de façon à vous stimuler et rappeler à votre conscience les données que vous avez accumulées et à acquérir un contrôle majeur et un rendement mental dans chaque situation.

BON DE COMMANDE à remplir, découper et envoyer à:
STUDIO CEDRIANO, piazza Guala, 149 - 10135 TORINO - ITALIA

☐ Je désire recevoir le MEMORECORDING avec écouteur et livret d'instructions au prix de 1.200 Francs.

☐ Je désire recevoir de plus amples informations gratuites et sans engagement de ma part.

Nom _____ Prénom _____
Rue _____ N° _____
Ville _____ Code Postal _____
je paierai au facteur à la livraison



DIPLOMES DE LANGUES

COMMERCE • GESTION
• COMMUNICATION

anglais / allemand / espagnol / italien / russe

EXAMENS DES CHAMBRES DE COMMERCE
ETRANGERES o CAMBRIDGE UNIVERSITY o
B.T.S. TRADUCTEUR D'ENTREPRISE

Complétez votre formation par une spécialisation linguistique en prise directe avec la vie professionnelle, en préparant un diplôme officiel. Enseignements à distance tous niveaux, progression individualisée, selon votre rythme et vos occupations. Préparations complètes aux diplômes ci-dessus et aux épreuves de langues des examens et concours.

Inscriptions toute l'année. Durée d'étude à votre choix. Services Orientation-information, cours oraux, séjours étranger.

Documentation et tests gratuits, sur demande à :

LANGUES & AFFAIRES, Service 4523, 35 rue Collange
92303 Paris-Levallois. Tél.: (1) 42.70.81.88 - 42.70.73.63.

Etablissement privé, sous contrôle Education nationale

BON DE DOCUMENTATION

à retourner à Langues & Affaires, Service 4523,
35 rue Collange 92303 Paris-Levallois

Veuillez m'adresser la documentation sur les diplômes de langues et vos enseignements, sans engagement pour moi.

Nom et prénom :

Adresse :



- Mémorisez tout très vite et sans effort de volonté.
- Découvrez comment atteindre la réussite et le Succès.
- Apprenez le secret de la puissance mentale.
- Un petit livre GRATUIT.

Comment développer une étonnante mémoire

Vous l'avez sans doute remarqué : c'est toujours lorsque vous en avez le plus besoin que votre mémoire vous fait défaut. Il vous manque souvent la citation exacte, l'anecdote ou le chiffre qui viendraient illustrer ou renforcer ce que vous dites.

Pourtant, certaines personnes semblent pouvoir tout retenir avec une facilité déconcertante. Comment s'explique ce phénomène ?

Une nouvelle méthode, la «Méthode Godefroy», permet maintenant à tout le monde, et donc à vous, d'avoir en peu de temps une étonnante mémoire.

- Elle fait le point sur les plus récentes découvertes en matière de mémoire : suggestopédie, méthode subliminale, vitamines de la mémoire, mémoire instantanée.

- Essentiellement pratique, elle dévoile les cinq façons de développer votre concentration, ainsi que les secrets de l'association mentale.

La méthode Godefroy, vous permettra de tout retenir sans difficulté : conférences, cours, émissions (chapitre 14)... Vous pourrez apprendre très vite les langues étrangères (chapitre 9), retenir facilement les formules scientifiques et mathématiques (page 246), les lectures, les noms des gens, les histoires drôles et même des textes longs et des dates ! (élèves, étudiants, réussite professionnelle...)

Par la culture qu'elle vous permettra d'acquérir, la Méthode Godefroy vous ouvrira toutes les portes : Vous pourrez sans difficulté réussir un examen difficile, briller en société, améliorer votre situation ou vous en créer une nouvelle.

Si ces résultats vous intéressent et si vous désirez, vous aussi, posséder le pouvoir extraordinaire que donne une mémoire totale, demandez au Centre de Recherche sur la Mémoire (C.R.M.) de vous adresser son dossier gratuit : **Comment développer une étonnante mémoire**. Actuellement, il le distribue sans frais à tous ceux qui souhaitent améliorer leur mémoire.

Ecrivez dès aujourd'hui au C.R.M., B.P. 94 - 60501 Chantilly Cedex.

Gratuit



OUI je désire recevoir le dossier GRATUIT: «Comment développer une étonnante mémoire» (Rien à payer).

Nom

Prénom

N°

Code

à retourner au C.R.M. B.P. 94

60501 Chantilly Cedex.

DO36-LV20

ECHOS DE L'INDUSTRIE

APPAREILLAGE MÉDICAL

Au placard les béquilles !

C'est dans sa chambre d'hôpital, où l'avaient conduit de belles fractures de son pied gauche, avec déchirures des ligaments et des tendons, qu'un ingénieur anglais inventif, Michael Reid, a conçu ce "scooter" orthopédique.

Le K 9, fait fureur outre-Manche. Michael Reid n'est nullement spécialisé dans l'appareillage médical : il est à la tête d'une entreprise internationale de bâtiments industriels.

Il a inventé le K 9 pour pouvoir reprendre plus vite son travail devant, dit-il « l'impuissance de la profession médicale, qui, elle, n'est jamais à court de clients, à comprendre que je ne pouvais saisir cette occasion pour me reposer, et que si une affaire est négligée elle peut faire faillite. »

Se mouvoir avec des béquilles

ne le satisfaisait pas : elles tombaient toujours lorsqu'il les posait et il n'avait pas les mains libres lorsqu'il s'en servait. Sans compter l'inconfort, alors que les aisselles sont concaves, les tampons en haut des béquilles sont carrés, quant aux béquilles soutenant les coudes, elles sont dures pour le dos et les bras.

L'idée du K 9 est venue en posant son pied sur une chaise pour se traîner aux toilettes. A partir de là, il a dessiné un appareil de la moitié de la longueur de la chaise avec des roulettes et une poignée. Quelques heures plus tard, un employé de son entreprise avait fabriqué le premier prototype. Il ne restait qu'à le perfectionner (meilleures roulettes, rembourrage de mousse pour amortir les vibrations) et, encouragé cette fois par le chirurgien qui l'avait opéré, à le breveter et à le faire tester sur d'autres patients.

Tous ces tests furent entièrement positifs. Le scooter est aujourd'hui utilisé dans de nombreux services hospitaliers.

Lé K 9 s'utilise comme une patinette, la jambe malade confortablement installée dans la niche de mousse, l'autre pédalant. Il fournit la mobilité avec à peu près le même effort qu'il faut pour



marcher, libère les mains et les bras, peut être dirigé avec le genou et se transformer en siège, grâce à un panneau amovible, quand l'utilisateur veut se reposer. Il est utilisable non seulement sur les surfaces plates (y compris les tapis), mais aussi sur de petites pentes (le poids de l'utilisateur entraîne une friction sur les essieux qui empêche les roues de s'emballer), et il est suffisamment léger (6 kg) pour pouvoir être facilement soulevé par-dessus les trottoirs et les marches.

Le K 9 se démonte en 4 pièces pour le transport, il se règle en 30 secondes à la hauteur de l'utilisateur et il coûte pour l'instant 83 livres, soit environ 900 F.

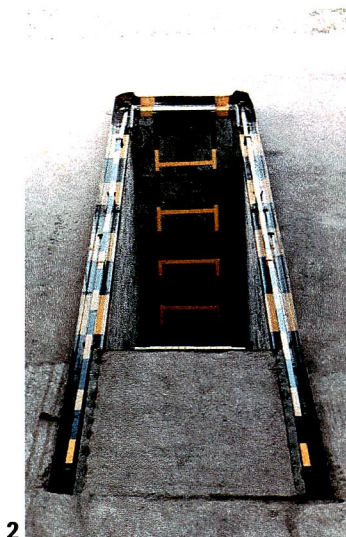
Un coût, dit Michael Reid, qui pourrait être considérablement réduit par une production en grande série, ce qui, au rythme où sont parties les choses, ne saurait tarder.

(Michael Reid, Strucsteel Works, Mill Road, Christchurch, Dorset, Grande Bretagne).



SÉCURITÉ

Garde-fous escamotables



Destiné à équiper les fosses d'entretien enterrées dans le sol (égouts, garages, usines, quais de chargement, chantiers, etc.) ce dispositif de protection remplace avantageusement les madriers, actuellement utilisés, ou encore les pieux avec des chaînes, qu'il faut retirer le matin et replacer le soir, dont la mise en place est précaire et qui constituent une perte de temps.

Il se déploie automatiquement en position de sécurité en 10 secondes, développant ses garde-fous de 1 m de hauteur et son échelle d'accès, (*photo 1*) et se replie en 20 secondes en position de travail (*photo 2*). Dans cette dernière position, il ne fait que 10 cm de haut.

La protection est effective sur trois côtés de la fosse, le quatrième, équipé de l'escalier — les fosses d'entretien comportent obligatoirement, par mesure de sécurité, une échelle et un escalier — restant ouvert dans la mesure où, généralement, il se trouve situé contre un mur et est donc, par nature, particulièrement difficile d'accès. En option il peut cependant également être fermé.

La commande s'effectue par un simple bouton-poussoir marche-arrêt. L'ensemble est fabriqué en acier, inox et aluminium. Le système est vendu en kits prêts à poser avec plans de montage, au prix de 2 900 F HT par mètre linéaire. (SDPS, 48 rue Anatole France, 60110 Méru).

■ Douanes informatiques à

l'étude en Suède. Objectif : transférer par ordinateur les informations entre les industries et les autorités douanières et éliminer ainsi tout document écrit pour les importations et les exportations. A méditer au moment où un rapport de la Commission des communautés européennes établit qu'à l'intérieur même du Marché commun, la lenteur et la complexité des procédures coûtent des milliards d'écus.

■ Micro-ordinateur pour environnements difficiles, du

type ateliers. En aluminium anodisé, résistant aux vibrations, équipé d'un filtre anti-poussières et des pièces internes rigidifiées, il est commercialisé par ACM informatique (56 rue Bronzac, L'Hay-les-Roses, tél (1) 46 64 73 44). Une version coffret étanche aux projections d'eau verticales et latérales est également disponible.

CONTREFAÇON

Logiciels : un milliard de pertes

Les industriels français de l'informatique ont perdu l'an dernier plus d'un milliard de francs à la suite du piratage de leurs logiciels, que ce soit par des particuliers ou par des entreprises. La duplication sauvage de leurs programmes a représenté un manque à gagner de 19 % de leur chiffre d'affaires : 1 120 sur 5 790 millions de francs.

Ces données figurent dans l'enquête de l'APP, l'Agence pour la protection des programmes. Cette enquête établit que, pour la première fois, les pertes de la micro-informatique dépassent celles de la grande informatique : 583 sur 1 149 millions de francs de chiffre d'affaires, soit plus de 50 %. Selon l'APP, la responsabilité en incombe essentiellement aux entreprises qui se sont équipées en masse de micro-ordinateurs, sans acquérir simultanément les logiciels nécessaires.

Un point positif : la loi du 3 juillet 1985, qui, établissant définitivement la protection des logiciels par droit d'auteur, permet à l'APP de lutter plus facilement contre le piratage.

Prenant en dépôt les programmes sous forme de microfiches, ce qui officialise les antériorités, elle peut ainsi intervenir plus efficacement et plus rapidement en organisant des saisies pour contrefaçon avec le service spécialisé de la Direction centrale de la police judiciaire et en assistant ses adhérents dans le cadre de procédures pénales.

Depuis juillet dernier, l'APP a mis en place un service d'urgence utile lorsqu'il y a signature d'un contrat ou négociations de droits : il consiste en l'enregistrement par télécopie des programmes de moins de 100 pages et des dossiers d'études.

Le certificat d'enregistrement peut être retourné immédiatement après passage dans l'horodateur de l'Agence.

Vues aériennes depuis le sol

Pour prendre des photos d'altitude sans avoir à grimper dans les arbres ou dans les cintres des bâtiments, on ne connaissait jusqu'ici que l'avion ou l'hélicoptère.

Voici un nouveau procédé, le Lambolair, qui, supprimant les lourdeurs, difficultés et coûts inhérents à ces moyens, ouvre un marché qui, jusqu'ici, n'a été exploité que marginalement. Il permet en effet de prendre des photographies de 9 à 15 mètres d'altitude, l'opérateur restant au sol.

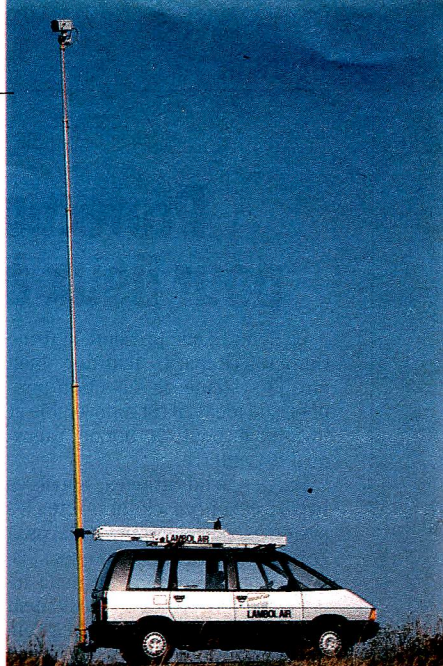
Le dispositif de prise de vues, appareil photo ou caméra film ou vidéo, relié au sol par les divers câbles de télécommande est disposé sur une plateforme orientable tant en rotation (360°) qu'en hauteur et en inclinaison, au sommet d'un mât.

Ce dernier est solidaire d'une armature métallique fixée sur le toit d'un véhicule et mobile, ce qui permet de placer le mât en position parfaitement verticale, quel que soit l'angle latéral ou longitudinal d'inclinaison de la voiture. Formé de 4 sections, le mât est télescopique : un compresseur pneumatique permet de l'élever à

la hauteur la plus favorable, avec une précision de l'ordre du centimètre.

L'ensemble des manœuvres d'élévation, de rotation, d'inclinaison, de mise au point de l'objectif, d'avance ou de recul du zoom, de cadrage, de déclenchement des prises de vues, est assuré depuis le sol par une console de télécommande à laquelle est associée un moniteur vidéo portable. On peut le placer soit à l'intérieur, soit à l'extérieur du véhicule.

Le procédé Lambolair présente de nombreux avantages par rapport à la photographie aérienne. Techniques : diminution du tassement des plans, augmentation de la profondeur de champ, suppression des vibrations. Administratifs et économiques : pas d'autorisation de survol à demander, de plan de vol à déposer un mois à l'avance, ni de taxe aérienne à régler, possibilité de photographier et de filmer dans les zones urbaines interdites au survol, suppression de



l'astreinte météo, préparation possible de la prise de vue avec le client, coûts d'investissement et de réalisation réduits.

Le procédé existe également en version portable pour les photographes fantassins. Le mât télescopique, qui repose sur un trépied de sécurité, peut, dans cette version, s'ériger jusqu'à 9 mètres.

Le système Lambolair est commercialisé par concessions géographiques aux prix de 106 000 F (dispositif sur véhicule) et de 59 000 F (dispositif portable), plus 6 % de royalties sur le chiffre d'affaires réalisé. Renseignement : Lambolair, route de Gérardmer, 88160 Le Thillot, tél (16) 29 25 24 95.

Des sites vraiment protégés

Nombreux sont les facteurs qui détériorent inévitablement les peintures murales souterraines des monuments historiques ouverts aux visiteurs. Un système breveté, mis au point en Suède, permet désormais de garder ouverts au public les sites tout en protégeant les murs et les objets. Cela grâce à des tunnels transparents, en verre, entièrement fermés, qui mettent les œuvres d'art totalement à l'abri. Ces tunnels sont ventilés et

climatisés de telle manière que la température qui règne à l'intérieur soit maintenue au même niveau que l'environnement de l'espace souterrain. Les dispositifs d'éclairage, intégrés à ces tunnels ventilés, voient leur lumière filtrée et dirigée par des miroirs réglables de façon à illuminer les chambres sans reflet. A l'entrée des tunnels un sas empêche la poussière de pénétrer dans le site et les visiteurs passent par un paillason méca-

nique qui nettoie leurs chaussures.

La première réalisation, financée par la Banque mondiale, est en cours d'installation à Louxor pour protéger la tombe de Nakht, scribe et astronome du temple d'Amon sous le règne d'Amenhotep III (environ 1 500 ans av. JC), l'une des plus belles tombes privées d'Égypte.

Le groupe suédois de préservation de l'héritage culturel négocie l'installation d'un système semblable pour une tombe étrusque à Tarquinia en Italie. La Chine, pour ses tombes impériales, ainsi que la France et l'Espagne, pour leurs caves préhistoriques, s'intéressent également au nouveau système.

SÉCURITÉ

Protection enterrée pour lieux à hauts risques

Le Sentrax que présente la firme Cerberus-Guinard, pourrait bien être le système de détection périphérique idéal : il est indécélable et inviolable pour la bonne raison qu'il est enterré.

Barrières infrarouges, barrières hyperfréquences, clôtures, etc., les systèmes périphériques (placés à l'extérieur du local à protéger) jusqu'ici connus, présentent deux inconvénients : être trop facilement repérables et être sensibles à l'environnement (brouillard, vent, animaux, végétation), ce qui est la source de multiples déclenchements intempestifs.

Conçu pour les entreprises à hauts risques, les centres de recherches, les aéroports, les bases militaires..., Sentrax est constitué de deux câbles coaxiaux posés 20 à 30 centimètres sous terre, en parallèle et à une distance de 2 à 3 mètres. L'un des câbles émet un signal haute fréquence qui rayonne dans et sur le sol, le deuxième sert d'antenne de réception. Toute modification du champ magnétique ainsi formé est transmise par l'intermédiaire du câble récepteur à une unité de surveillance. La hauteur de la zone de détection est de 1 m au-dessus du sol, avec une

largeur de 4 m et tout passage à une vitesse de 2 cm/s à 8 m/s est décelée.

Sentrax ne réagit pas aux influences parasites : petits animaux, vent, neige. Il présente une parfaite sécurité de fonctionnement due à la subdivision de l'espace à protéger en différentes zones de détection : la rupture d'un câble ne neutralise le système que sur un seul secteur, non dans son ensemble.

Enfin l'unité centrale qui alimente et surveille le système évalue les signaux transmis par le câble émetteur, affiche et localise les messages d'alarme, de sabotage, d'intrusion, ce qui permet une intervention immédiate.

Inutile même de tenter de percer des tunnels : la détection électromagnétique agit aussi sous la terre... (Cerberus-Guinard, Z.I., rue Fourny, 78530 Buc).

DENTISTERIE

Deux premières mondiales sur un poste dentaire français

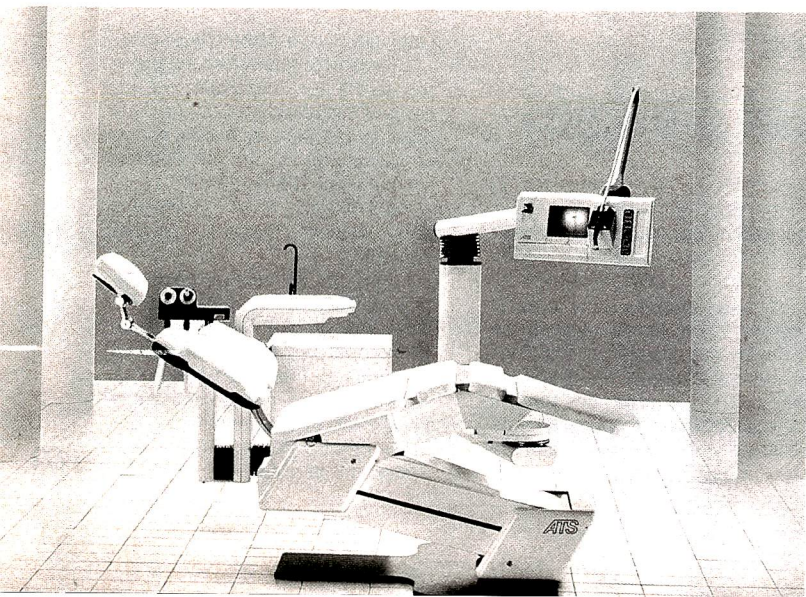
De conception et de fabrication entièrement françaises dans un secteur où les importations représentent environ 75 % du marché, ce nouveau poste dentaire, l'ATS, possède tout d'abord, le premier porte-instrument monoperche,

alors que les systèmes conventionnels en comptent de 4 à 6. Toutes les alimentations passent par un seul cordon silicone souple à accouplement rapide et réflexe qui détecte automatiquement l'instrument qui lui est présenté : micro-

moteurs à air avec ou sans lumière, micromoteurs électriques, turbines toutes tailles avec ou sans lumière, détarteurs ultrasoniques, au total une gamme de 9 instruments.

Ensuite, intégré au porte-instrument, se trouve un écran vidéo qui permet de visualiser en temps réel les clichés radiographiques, la fiche informatique du patient, la télésurveillance de l'entrée du cabinet ou de la salle d'attente, ou bien, par le biais d'un magnétoscope, le passage de films de motivation destinés au patient en cours de traitement.

L'ATS, étudié par le designer Jean-Pierre Vitrac, est commercialisé au prix de 185 000 F par la firme IFKER, 24 rue des Petites-Ecuries, 75010 Paris, tél. (1) 42 47 13 84.



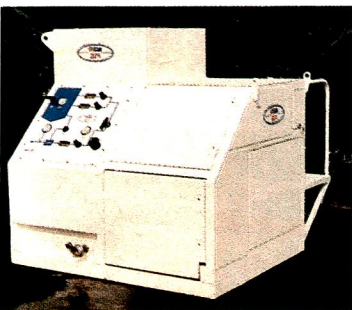
Microlames à usage médical,

aux pointes et aux tranchants toujours parfaits grâce à un procédé mis au point par la société Moria-Dugast (108 Bd Saint-Germain, 75006 Paris). Applications : microchirurgie ophtalmologique (incision des tissus cornéens) mais aussi vasculaire et nerveuse où ces lames sont utilisées comme micro-bistouris. Production : 30 000 unités par an, soit une importante économie de devises pour la France, les microlames étant jusque-là importées des Etats-Unis et des Pays-Bas.

Une découpeuse à froid pour les milieux dangereux

Le traditionnel découpage à chaud des matériaux industriels peut se révéler excessivement dangereux, particulièrement dans les atmosphères inflammables et explosibles.

D'où l'intérêt de cet équipement mis au point en Grande-Bretagne (GBI Industrial Services, 13 Reservoir road, Stoneferry Industrial



Estate, Hull, Humberside, HU6 780) qui n'engendre aucune chaleur : il découpe à froid, grâce à un jet d'eau sous faible pression (105 à 140 bars) chargé d'abrasifs.

Logé dans une armoire facile à transporter, il est peu encombrant, s'adapte à tout angle et à toute vitesse de découpage. Il produit un bord prêt au soudage, ce qui n'est pas le cas dans le découpage à la flamme.

Il se compose d'un moteur hydraulique actionné par diesel, d'une pompe hydraulique et d'une cuve sous pression, qui débite l'eau et l'abrasif vers une tête de coupe en carbure de tungstène, profilée pour produire un jet de grande vitesse. Sa lance permet de couper les métaux y compris tous les aciers, le béton, la roche, le verre, l'amiante et certains métaux réfractaires. Pour l'exploitation dans les endroits où l'aération est difficile, comme les mines, il peut être doté de moteurs électriques anti-déflagrants.

Condamnation d'accès pour les échelles à crinoline

Ce nouveau dispositif, agréé par EDF pour la sûreté nucléaire, intéresse toute entreprise possédant des échelles à crinoline (en termes de métier, encadrées par une cage de protection contre les chutes). Leur utilisation non contrôlée présente en effet des risques : accidents corporels ou malveillance (sabotage, vol).

Il condamne l'accès à ces échelles pour en réserver l'usage aux seules personnes autorisées. Le bas de l'échelle est protégé par un panneau articulé qui se déploie pour former une porte verrouillée, en entraînant simultanément un opercule horizontal disposé au-dessus qui vient obturer l'entrée de la crinoline.

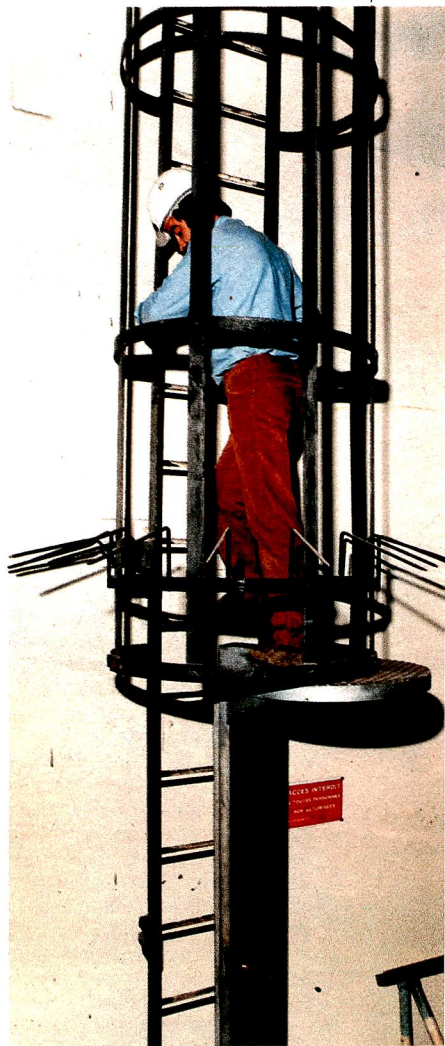
Après le passage d'une personne munie d'une clef, la porte se ferme automatiquement grâce à des gonds à ressorts.

À la descente, l'ouverture s'effectue par simple appui sur une pédale anti-panique, protégée par une ceinture métallique qui interdit de l'actionner manuellement de l'extérieur.

Selon le degré de sécurité recherché, le dispositif peut être doté de divers équipements complémentaires : arceaux équipés de pointes métalliques (notre photo) interdisant l'accès à la crinoline par escalade ou utilisation d'une échelle, serrures à gâche électrique, code digital ou carte magnétique, alarme en cas d'ouverture, etc.

(Coutier-Industrie, BP 156, 57104 Thionville cedex, tél. (16) 82 53 11 55).

■ **La plus petite caméra CCD du monde.** Elle s'appelle "Tom Pouce" et occupe un volume de 24 cm³ (29 mm de côté). Elle permet l'application de la vidéo dans des domaines inaccessibles à ce jour : mesure, reconnaissance de formes en robotique, détection de défauts en milieux solide ou liquide... Elle coûte environ 95 000 F et est commercialisée par Inspecronic, 6 rue Deschanel, 92600 Asnières, tél. (1) 47 90 61 45.



■ **Le fast-food en flèche.** La restauration rapide a accru l'an dernier, en France, son chiffre d'affaires de 43,5 % pour atteindre 3,3 milliards de francs, alors que le nombre des « fast-food » n'augmentait « que » de 18,50 %. À l'échelle mondiale ce marché, 47 milliards de dollars en 1985, devrait dépasser les 50 milliards cette année. La clientèle française est constituée principalement d'hommes et les plus de 25 ans y sont de plus en plus majoritaires.

DES MARCHÉS À SAISIR

Les innovations et les techniques et procédés nouveaux présentés dans cette rubrique ne sont pas encore exploités sur le marché français. Il s'agit d'opportunités d'affaires, qui semblent "bonnes à saisir" pour les entreprises industrielles et commerciales françaises. Comme l'ensemble des articles de Science & Vie, les informations que nous sélectionnons ici sont évidemment libres de toute publicité. Les sociétés intéressées sont priées d'écrire à "Des marchés à saisir" c/o Science & Vie, 5 rue de la Baume, 75008 Paris, qui transmettra aux firmes, organismes ou inventeurs concernés. Aucun appel téléphonique ne pourra être pris en considération.

**UNE MACHINE QUI HABILLE AUTOMATIQUEMENT
DES BOUTEILLES DE VIN**
Quoi

A partir de la bouteille pleine bouchée, cette machine effectue la pose de la capsule de surbouchage, son sertissage, la pose de l'étiquette de corps et du millésime.

Comment

L'opérateur dépose les bouteilles sur une chaîne d'amenage. Dans un premier temps, chacune est sélectionnée et un mouvement la place devant un distributeur qui la revêt d'une capsule de surbouchage. Au poste suivant elle reçoit son étiquette qui, grâce à un procédé d'encollage breveté, permet d'obtenir, à partir d'une colle vinylique à séchage rapide (30 secondes), une enduction de toute la surface de l'étiquette. Le dernier poste est réservé au sertissage de la capsule.

Les bouteilles, dont l'habillage est alors terminé, sont acheminées sur un plateau d'accumulation situé à proximité de l'entrée, permettant à l'opérateur d'effectuer le déchargement sans se déplacer.

L'ensemble est autonome, une prise de courant suffit. Grâce à 4 roues pivotantes la machine peut se déplacer facilement près du stockage des bouteilles.

Elle pèse 300 kg, son encombrement au sol est de 0,75 m x 1,25 m et elle consomme 1 500 W. Elle peut fonctionner selon deux cadences 800 bouteilles/h ou 1 200 bouteilles/h.

Marché

Les producteurs de vin A.O.C. assurent de plus en plus la commercialisation de leurs produits. Cette machine de petite cadence est adaptée aux exigences de la propriété. Réalisant en une seule fois les opérations d'habillage, elle



permet l'emballage immédiat, sans stockage, ce qui évite les manutentions. L'entrée et la sortie étant situées côte à côte, une seule personne suffit à desservir la machine. Les dimensions réduites et la mobilité de l'appareil évitent l'encombrement des caves en dehors des périodes d'étiquetage.

Pour qui

La firme française qui détient le brevet et construit cette machine recherche un réseau de distributeurs.

**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.

Un système expert simule le métabolisme

Après que les chimistes de l'industrie pharmaceutique aient imaginé et synthétisé les molécules d'un futur médicament, ce sont les pharmacologues et toxicologues qui doivent "développer" ce dernier...

...A savoir: prouver ses propriétés et qualités thérapeutiques, vérifier sa non-toxicité, établir ses contre-indications et enfin obtenir sa qualification avant mise sur le marché.

Il leur faut donc connaître le processus des transformations (études de métabolisation) subies par le médicament jusqu'à son élimination par le patient.

Jusqu'à présent, ces études s'appuient d'une part sur des recherches bibliographiques (banques de données sur gros ordinateurs); d'autre part sur des expérimentations *in vivo* sur l'animal, puis l'homme.

CPS (35 bd Brune, 75680 Paris cedex 14), apporte aujourd'hui un outil d'investigation complémentaire et moins empirique. Il s'agit de SIMEX, premier système expert en simulation du métabolisme sur micro-ordinateur professionnel de haut de gamme.

SIMEX comporte une base de connaissances (réactions enzymatiques) et un programme qui applique les règles de la métabolisation. Ce qui permet d'établir "l'arbre généalogique" du produit étudié: métabolites, corps intermédiaires et mécanismes de métabolisation.

Pour le métabolisme, deux types d'approche sont possibles: bibliographique ou théorique.

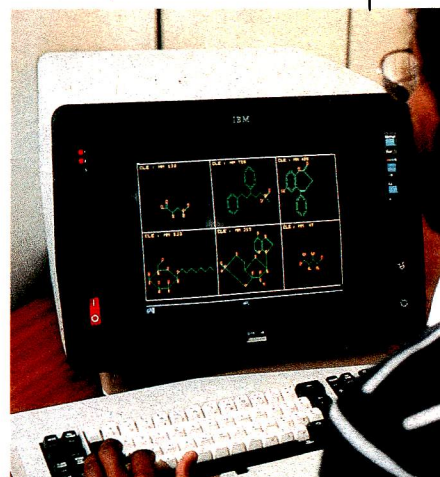
Inconvénient de la première: confronter la molécule étudiée au métabolisme déjà connu et publié des molécules analogues ou apparentées nécessite des moyens considérables pour assurer une mise à jour régulière de la base de connaissance.

SIMEX évite cet écueil en s'appuyant sur une approche théorique. Pour cela le système

contient un petit nombre de schémas réactionnels généraux (25 actuellement) qui permettent d'imaginer toutes les voies de métabolisation possible, même celles qui jusqu'alors n'ont pas été décrites dans la littérature.

L'utilisateur peut sélectionner les intermédiaires générés par les transformations liées à une réaction enzymatique donnée sur la molécule étudiée et qui lui semblent vraisemblable: ils seront étudiés tour à tour de la même façon que la molécule de départ.

Le logiciel ne nécessite aucun



codage préalable de la molécule. La saisie de cette dernière s'effectue graphiquement, l'utilisateur "dessinant" directement sa structure à l'écran. Celle-ci est ensuite interprétée par le programme. Le déroulement de ce dernier est semi-automatique, les intermédiaires ou métabolites générés étant automatiquement sauvegardés et présentés sur papier et sur écran.

TÉLÉCOPIÉ

Le premier micro-serveur diffuseur

Produit intermédiaire entre les télécopieurs disposant de fonctions de diffusion simples et les importants systèmes de messagerie, le SERFAX est le premier micro-serveur de télécopies au monde, téléchargeable et téléprogrammable.

Conçu par la société Sofdit, en collaboration avec la Direction générale des télécommunications, l'appareil permet de faire parvenir de manière automatique, éventuellement en temps différé, à travers le réseau téléphonique, un même ensemble de télécopies à 250 destinataires, pourvu qu'ils soient équipés de télécopieurs du groupe II ou du groupe III.

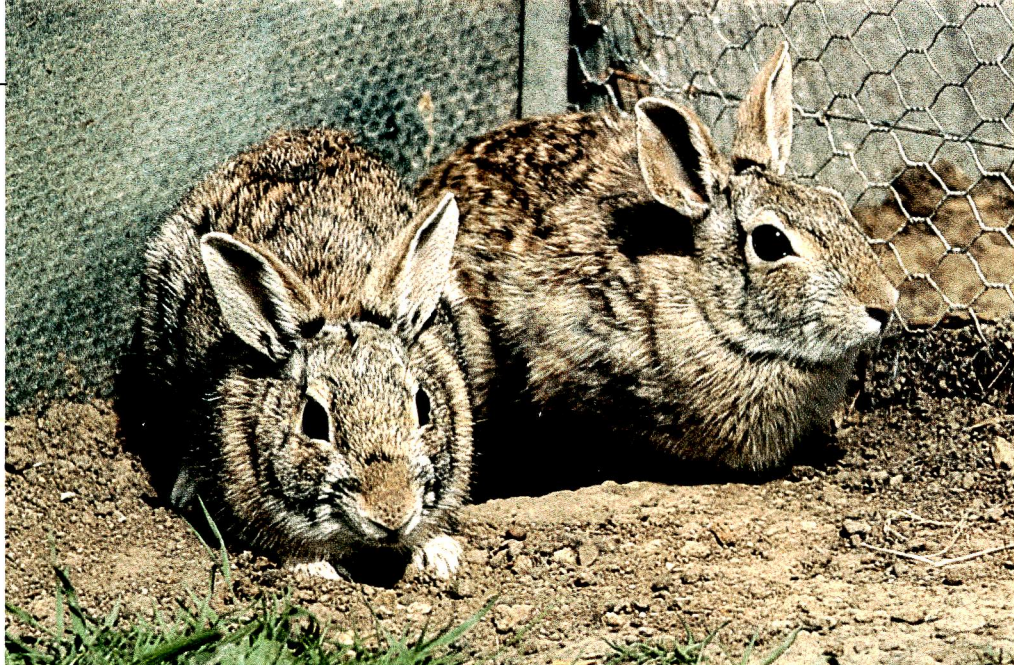
Le SERFAX est en effet capable de mémoriser télécopies (jusqu'à

100 pages A4 à un instant donné) et programmes de diffusion.

L'appareil peut gérer jusqu'à 50 utilisateurs. Ceux-ci appellent le SERFAX sur le réseau téléphonique, connectent leur Minitel, se font reconnaître par un mot de passe et indiquent à qui et quand (immédiatement ou la nuit) ils souhaitent diffuser leurs télécopies, qu'il ne leur reste qu'à expédier au SERFAX au moyen de leur propre télécopieur.

Chaque abonné peut créer 5 programmes de diffusion différents (quelles télécopies, quand doivent-elles être diffusées et à qui) et 12 listes-type de 50 destinataires maximum.

(Sofdit, 43 avenue Faidherbe, 93100 Montreuil-sous-Bois).



L'IMMIGRANT CLANDESTIN

Pour remplacer le lapin de garenne quasiment exterminé par la myxomatose, et le lièvre contre lequel les chasseurs en manque ont retourné leurs fusils, certaines associations ont commencé clandestinement l'élevage d'un petit animal américain, mi-lapin, mi-lièvre, qui va vraisemblablement envahir la France, avant que le ministère de l'Environnement lui octroie son visa d'entrée.

S*ylvilagus floridanus*, tel est le nom latin de ce lagomorphe qui prospère en Floride. Les scientifiques dénombrent quelque dix espèces et soixante-dix sous-espèces de *Sylvilagus*. Les plus connus sont le *floridanus* (lapin de Floride), l'*aquaticus* (lapin aquatique), le *transitionalis* (lapin de Nouvelle-Angleterre), l'*auduboni* (lapin du désert), l'*idahoensis* (lapin pigmée) et le *brasiliensis* (lapin du Brésil).

Les chasseurs ont jeté leur dévolu sur le *floridanus* parce qu'il s'élève assez facilement, que le biotope européen lui convient et que sa course en zig-zag est particulièrement déroutante. Pour un observateur non averti, rien ne ressemble davantage à un lapin de garenne qu'un *Sylvilagus*

floridanus. Ce dernier s'en distingue pourtant par des oreilles un peu plus courtes, une couleur tirant sur le roux, une queue plus petite et plus large évoquant un plumet de coton d'où son nom familier de *cotton tail* (voir-dessins).

Pourtant l'animal a le comportement du lièvre. Il ne se terre pas mais se gîte et, comme son grand cousin, vit en solitaire. Enfin, — et surtout — il a l'avantage de ne pas être sensible à la myxomatose, redoutable maladie, introduite en 1952 par le Dr Armand Delille dans sa propriété de Maillebois, un petit village d'Eure-et-Loir, qui cause toujours des ravages. On estime qu'elle a tué, en Sologne, plus de 90 % du cheptel existant.

L'introduction du *Sylvilagus* devrait permettre

de "regonfler" les populations de lagomorphes. Pour l'instant toutefois, le ministère de l'Environnement ne semble pas décidé à donner son feu vert. Alain Carignon, qui a sous le coude le rapport de l'Office national de la chasse (ONC) hésite à s'engager favorablement sur ce dossier. Ce ne sont pourtant pas les pièces à conviction qui manquent !

A la demande du ministère, trois études ont été conduites pour tester le degré éventuel de nocivité de l'animal :

- De janvier 1980 à décembre 1983, les experts de l'ONC ont étudié, en enclos de 0,2 ha près de Rambouillet, les relations entre *Sylvilagus* et *Oryctolagus* (lapin de garenne) d'une part ; entre *Sylvilagus* et *Lepus* (lièvre) d'autre part.

- Parallèlement et pendant la même période on a testé en laboratoire sa sensibilité à la tularémie, à la myxomatose et à la pseudotuberculose.

- De mars 1983 à avril 1985, l'ONC a étudié le comportement de l'animal dans un enclos de 32 ha à Pampelonne, dans le Var. L'objectif était, cette fois, d'analyser ses dépradations éventuelles sur l'environnement végétal en général et sur la flore en particulier.

Ces différentes études ont donné lieu à un rapport, dûment remis au ministère, et qui, pour d'obscures raisons, n'a jamais été rendu public. Le *Sylvilagus* serait-il le diable en personne ? Voici ce que nous a déclaré Christian Arthur, chargé de recherche à l'ONC et rédacteur du mystérieux rapport : « Nous sommes les conseillers du ministère et il ne nous incombe pas de prendre une décision "politique". Dans sa conclusion, notre rapport souligne qu'il n'y a pas beaucoup de risques à introduire le *Sylvilagus* à moyen terme mais nous nous posons des questions sur l'évolution de la sensibilité de l'animal à la myxomatose et à la pseudotuberculose. Nous n'avons pas les moyens scientifiques de faire des pronostics à long terme. De toute façon, si cet animal était autorisé, il faudrait interdire l'importation des sujets qui viennent directement des Etats-Unis et qui pourraient être porteurs d'une forme de tularémie extrêmement violente. »

Un jugement pondéré auquel fait écho, dans un sens plus favorable, celui du Pr Joubert, qui enseigne à l'école vétérinaire de Lyon et qui, de son côté, a étudié l'animal en laboratoire. « L'introduction de cette espèce allochtone ne saurait, selon lui, s'opposer à la stabilisation écologique des espèces autochtones, lapins et lièvres en particulier ; ni devenir déprédatrice en agriculture et en forêt — sauf éventuelle surdensité très improbable — ni menacer la santé des espèces sauvages et domestiques et la santé de l'homme, sauf importation directe des Etats-Unis et excepté le problème de la pseudotuberculose, danger majeur pour l'espèce. »

Ajoutons, pour épuiser le débat scientifique, que

l'animal ne peut pas s'accoupler avec le lièvre ou le lapin. En effet, le nombre de chromosomes n'est pas le même : 48 pour le lièvre, 44 pour le garenne, 47 pour le *Sylvilagus*. Quant à la pseudotuberculose, elle n'est pas une spécialité du *cotton tail* puisqu'une cinquantaine d'espèces y sont sensibles.

L'affaire aurait pu en rester là, les pouvoirs publics faisant la sourde oreille et les partisans de l'animal lançant pétition sur pétition. Mais nos chasseurs, en bon latin, savent se débrouiller et exploiter toutes les failles de la réglementation. Utilisant à leur profit les nombreux descendants des animaux légalement importés pour les expériences, ils ont monté des élevages aux quatre coins de l'hexagone. Plusieurs milliers de *Sylvilagus* prospèrent ainsi au nez et à la barbe des autorités.

Importer des *Sylvilagus* des Etats-Unis tombe sous le coup de la loi, faire reproduire des sujets de laboratoire est licite. Aucun texte ne s'y oppose. Interrogé sur ce point, Alain Carignon, embarrassé, confiait récemment au *Chasseur Français* (juin 1986) : « Sur ce point, il y a un vide juridique. »

Une cinquantaine d'associations de chasseurs et de nombreux éleveurs flottent dans ce vide. Ce ne sont pas des clandestins. A Hargeville (Yvelines), Denis Thomé, ancien éleveur de lièvres, s'est partiellement reconverti. Il attend 800 petits *Sylvilagus* d'ici à la fin de l'année. « L'an dernier, raconte-t-il, j'ai présenté mon élevage à l'occasion d'une foire exposition. Mon stand était situé en face de celui de l'ONC. Les gardes ne m'ont pas verbalisé. »

Ce dossier, initialement scientifique tourne à la farce. Quand on sait qu'un *Sylvilagus* a 4 à 5 portées par an, chacune de 3 à 5 lapereaux (deux fois plus que le lièvre), on imagine avec quelle rapidité le *cotton tail* pourrait coloniser la France ! La solution du bon sens serait que le ministre de l'Environnement se décide à intervenir.

Eric Joly

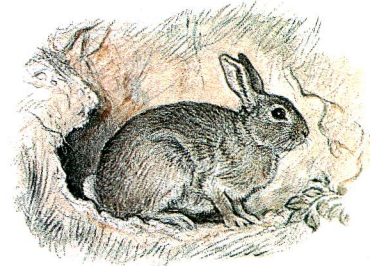
Le lièvre...

55 à 60 cm,
3 à 6 kg,
une moyenne
de 10 levrauts/an.



... et le lapin de garenne...

42 cm environ, 1,2 à 1,5 kg, une
moyenne de 14 lapereaux/an.



...face au "*Sylvilagus floridanus*".

42 cm, 1 à 1,5 kg, couleur brun-roux, oreilles courtes, queue plutôt longue et touffue au bout. Une moyenne de 22 lapereaux/an. Avantage incontestable : il est insensible à la myxomatose.



LES CHAMPIGNONS IDENTIFIÉS PAR ORDINATEUR

*Un amateur de champignons,
un antiquaire,
un garagiste,
un médecin*

effectuent régulièrement, dans des domaines différents, des opérations d'identification : quel est ce champignon ? Quel est ce style ? Quelle est cette panne ou cette maladie ?

La similitude de ces démarches a conduit le Dr Jacques Lebbe à concevoir XPER, premier logiciel d'identification assistée par ordinateur (IAO) pour micro-ordinateur.

A quoi distingue-t-on la délicieuse russule charbonnière de l'abominable amanite phalloïde ? La question n'est pas sans intérêt quand on sait que ces deux champignons sont souvent confondus et que le second vous expédie au cimetière dans les quarante-huit heures. Pour trier sa récolte, l'amateur de champignons peut avoir recours à des manuels avec planches illustrées. Quelquefois, il trouvera assez vite le dessin correspondant au champignon qu'il veut identifier, mais est-il vraiment certain de ne pas faire de confusion ? N'existe-t-il pas sur une autre planche le dessin d'un autre cryptogame très voisin d'aspect, mais mortel ? Faute d'un fil conducteur, la recherche n'est pas toujours facile.

Accéder au savoir des experts en répondant à des questions simples. Un fil conducteur, c'est typiquement ce que peut apporter un ordinateur déroulant un logiciel approprié, c'est-à-dire un programme conçu pour le problème à résoudre. Après avoir "chargé" successivement dans la mémoire de son micro-ordinateur le logiciel XPER et la base de connaissances de son choix, l'utilisateur va progresser vers l'identification en pilotant la recherche mais aussi en se laissant guider par le logiciel. C'est le mode de travail que les informations appellent *interactif*, autrement dit, dialogué.

On voit d'abord apparaître sur l'écran un "menu général" comportant la liste des critères de recherche. XPER les appelle des "variables". Dans le

cas des champignons (1), ces variables sont la structure d'ensemble, la forme du chapeau, la forme du pied, les caractéristiques des lamelles, la coloration, etc., (pour l'application du logiciel XPER aux champignons, les auteurs de la base de connaissances ont retenu 49 variables). L'utilisateur choisit la variable qui lui paraît la plus visible, la plus facile à déterminer ou celle qui lui semble la plus discriminante. Pour chaque variable, le logiciel décrit toutes les "modalités" existantes pour la liste des champignons répertoriés. Par exemple, il existe 7 modalités dans la structure d'ensemble : pied + chapeau + lamelles ; pied + chapeau mais pas de lamelles ; pied mais pas de chapeau ; chapeau mais pas de pied, etc. Si l'utilisateur parvient à trouver la modalité qui correspond au champignon qu'il veut identifier, il donne sa réponse en frappant au clavier le code correspondant à cette modalité. Puis il appelle d'autres variables, jusqu'à ce que le logiciel lui donne l'une de ces trois conclusions :

- Identification réussie. Apparaît alors le nom du champignon correspondant à la description donnée. Dans la terminologie de XPER, il s'agit de l'un des "individus" répertoriés, chaque individu

(1) L'application "champignons", c'est-à-dire la base de connaissances qui permet d'appliquer le logiciel XPER à la reconnaissance des champignons, a été créée par une association de mycologues, de pharmaciens et de médecins (MM. Chavant, Durrieu et Lebbe, Mme Saint-Martin, Mlle Vignes). Un logiciel spécifique permettant uniquement la reconnaissance des champignons de France sera commercialisé séparément à l'attention des pharmaciens et des amateurs de cueillette.

correspondant à une combinaison précise de modalités dans les variables (*voir encadré p. 128.*)

- Combinaison non prévue. Aucun champignon répertorié ne correspond à la description donnée. Deux explications possibles : l'utilisateur a fait une erreur dans sa description ou bien il décrit un champignon bien réel mais inconnu des données fournies à XPER dans la base de connaissances "champignons".

- Discrimination impossible. Plusieurs individus correspondent à la description donnée bien que toutes les variables aient été explorées. Pour départager les individus restant en lice, il aurait fallu que l'utilisateur fournisse des réponses plus précises lors de sa détermination : il est évident que si l'on exprime trop souvent des doutes en répondant aux questions, il sera impossible d'aboutir.

Dans le cas d'une identification réussie, l'amateur de champignons peut avoir des doutes. Pour plus de sûreté, il a la possibilité de demander que tous les champignons éliminés soient classés dans l'ordre de "proximité" décroissante par rapport à l'individu identifié. Le logiciel lui indique alors le nom de l'individu le plus proche (celui qui a le plus de caractéristiques communes avec l'individu retenu), suivi de celui qui l'est un peu moins et ainsi de suite jusqu'à l'individu le plus différent. Si dans les noms les plus proches se trouve celui d'un champignon mortel, l'utilisateur va demander sur quels critères cet individu a été éliminé et il va vérifier qu'il n'a pas fait d'erreur sur ces critères. Parallèlement, il peut demander toutes les caractéristiques du champignon retenu et les vérifier soigneusement. Ces explorations sur individus éliminés et sur individus retenus ou encore en lice sont possibles à chaque étape du processus d'identification. A chaque pas, XPER indique d'ailleurs le nombre d'individus restants.

XPER parvient, d'une certaine manière, à gérer l'incertitude de l'utilisateur. Ce dernier peut donner deux réponses (par exemple, orange et rouge) pour une même variable. Elles seront conservées jusqu'à ce qu'il soit possible d'en éliminer une, compte tenu de la réponse sur d'autres variables.



Lequel mangeriez-vous ? Ne vous trompez pas, car si l'un (à droite) est la délicieuse russule charbonnière, l'autre est la mortelle amanite phalloïde (à gauche). En répondant aux questions d'XPER, vous pourrez vous décider sans risque, même si l'aspect d'un champignon peut changer selon l'âge et la région, les conditions de transport après la cueillette, etc.

Le logiciel ne propose jamais à l'utilisateur l'examen d'une variable sans objet : si l'utilisateur a spécifié qu'il s'agit d'un champignon sans chapeau, la variable "forme de chapeau" sera éliminée. XPER est, de plus, capable de faire des déductions qui vont raccourcir la recherche. Par exemple, sachant que le guépard est le seul félin à griffes non rétractiles et qu'il est absent du continent américain, l'application "félins" de XPER éliminera automatiquement le guépard si l'utilisateur indique "Amérique" et ne posera pas de question sur la rétractilité des griffes.

Formaliser son propre savoir. Le logiciel d'identification comporte quatre modules : un éditeur (pour la création d'une base de connaissances dans un domaine particulier, tel que celui des champignons), un réorganisateur (pour fusionner plusieurs bases partageant soit les mêmes variables, soit les mêmes individus), un déterminateur (le programme mis en œuvre par l'utilisateur qui veut procéder à une identification, comme on vient de le décrire rapidement) et un imprimeur (pour obtenir sur papier des listes et des matrices).

L'éditeur et le réorganisateur sont donc des programmes destinés à tout expert qui veut créer une base de connaissances dans un domaine. Cette base sera alors à la disposition de l'utilisateur du savoir, grâce au déterminateur et à l'imprimeur. Pour créer une nouvelle base de connaissances, c'est-à-dire une nouvelle application de XPER, il ne faut pas

APRÈS LA CUEILLETTE RÉPONDEZ AUX QUESTIONS D'XPER

Après chargement, dans la mémoire de votre micro-ordinateur, du logiciel XPER, puis de la base de connaissances sur les champignons, votre écran commence par afficher une liste de 15 "variables" (photo 1). Elles permettront à XPER, grâce à vos réponses, d'opérer un premier tri, quel que soit l'ordre dans lequel vous les prenez.

Les variables n° 6 et 14 concernant le goût et les effets après ingestion sont destinées soit à renseigner sur le goût d'un champignon identifié, soit à servir, par exemple, d'aide au diagnostic d'un médecin face à une personne ayant mangé des champignons et présentant des symptômes d'intoxication.

Vous remarquerez qu'aucune de ces 15 variables ne concerne, par exemple, le pied ou le chapeau, éléments pourtant déterminants de l'aspect d'un champignon. Pourquoi une telle absence ? Parce que le système est ainsi conçu qu'il connaît les relations entre les variables et qu'à ce stade de l'iden-

tification vos réponses peuvent rendre superflues des précisions sur ces deux caractéristiques morphologiques. Mais ces deux variables peuvent apparaître ultérieurement, par exemple si vous choisissez de répondre à la première question ("Organisation générale" — photo 2).

Après chaque réponse, que vous entrez en tapant le numéro qui lui est



Girolle (comestible)



Pleurote de l'olivier (mortel)



Cortinaire brillant (mortel)

```

N°: 1  N°: 49  N°: 275  SNE 300
- ORGANISATION generale
- COULEUR dominante de l'HYMNIUM (lamelles tubes...)
- COULEUR accessoire de l'HYMNIUM (taches innées ou non)
- COULEUR de la CHAIR
- TEXTURE de la CHAIR
- GOUT de la CHAIR
- REPARTITION des couleurs de la CHAIR
- COULEUR de la CHAIR
- GOUT de la CHAIR
- HABITATS et SUBSTRATS
- REGROUPEMENT
- EFFETS du champignon apres INGESTION
- ACCES DIRECT aux PRINCIPAUX GENRES
  
```

```

ORGANISATION generale
- pied + chapeau + lamelles ou replis
- pied + chapeau + tubes
- pied + chapeau + ni lamelle ni repli ni tube
- pied + pas de chapeau + ni lamelle ni repli ni tube
- pas de pied + chapeau + tubes
- pas de pied + chapeau + ni lamelle ni repli ni tube
- pas de pied + pas de chapeau + ni lamelle ni repli ni tube
  
```

```

Determination faite
1 - Cantharellus cibarius (Com)
  
```

```

Nombre de differences
1 - 12 Hygrophorus nemoreus (Com)
2 - 14 Hygrophorus aurantiaca (Com)
3 - 14 Clitocybe inversa (Com)
4 - 14 Lactarius deliciosus (Com)
5 - 14 Lactarius salmoticolor (Com)
6 - 14 Lactarius sanguifluus (Com)
7 - 14 Lactarius volemus (Com)
8 - 14 Gomphidius viscidus (Com)
9 - 14 Hygrophorus hypoleucus
10 - 14 Lactarius scrobiculatus
11 - 14 Cortinarius orellanus (Mortel)
12 - 14 Laccaria laccata (Com)
13 - 14 Cantharellus lutescens (Com)
14 - 14 Omphalotus (Clitocybe) plearius (Mortel)
15 - 14 Hygrophorus pratensis (Com)
16 - 14 Cortinarius cinnabarinus
17 - 14 Oudemansia (Collybia) longipes
18 - 14 Gomphus clavatus (Com)
19 - 14 Russula nigricans
  
```

attribué, votre écran affiche une nouvelle série de variables (il y en a en tout 49) qu'il choisit, justement, en fonction de la réponse qui a précédé. Ainsi, dans notre exemple, puisque nous avons choisi la réponse n° 1 à la variable "Organisation générale", c'est-à-dire "pied + chapeau + lamelles ou replis", XPER éliminera automatiquement les variables décrivant les tubes, car un champignon qui a des replis n'a pas de tubes. Par contre, il présentera les variables concernant "pied + chapeau + lamelles ou replis".

XPER indique aussi, à chaque étape, le nombre de champignons restant encore en lice. Et ainsi jusqu'à la dernière question, celle qui permettra, à force d'éliminations, d'aboutir au bon champignon. Dans notre exemple, il s'agit de *Cantharellus cibarius*, c'est-à-dire la girolle, dont l'écran précise entre parenthèses qu'elle est comestible (photo 3).

Une fois cette identification faite, vous pouvez demander l'affichage de la liste des individus les plus proches (photo 4), c'est-à-dire ceux qui ont été éliminés par une seule de vos réponses, suivis de ceux qui ont été éliminés par deux, puis par trois ; avec à chaque fois une référence permettant de retrouver les questions correspondantes et les raisons de l'élimination. Dans notre exemple, sur les 9 champignons éliminés par la réponse à une seule question, tous sont comestibles.

En revanche, *Cortinarius orellanus* (cortinaire brillant) et *Omphalotus olearius* (pleurote de l'olivier), éliminés par la réponse à deux questions, sont tous deux mortels. Est-ce à dire que vous auriez pu faire deux petites erreurs qui vous auraient expédié au cimetière ?

Rassurez-vous car, sauf à être vraiment suicidaire, jamais vous n'auriez pu faire de confusion : le cortinaire brillant a un chapeau convexe arrondi et ses lamelles ne descendent pas du tout le long du pied ; ce qui le distingue nettement de votre girolle au chapeau bien concave et aux replis qui sont fortement descendants. Quant au pleurote de l'olivier, il pousse à la base des troncs d'oliviers et de chênes et non au milieu des bois comme la girolle.

Un cueilleur peu expérimenté aboutit à l'identification en une douzaine de questions-réponses. Mais un amateur plus compétent peut y arriver beaucoup plus rapidement.

XPER : renseignements pratiques

- Fonctionne sur Apple II, Commodore et IBM PC et compatibles.
- Admet, sur IBM PC et compatibles, 300 individus, 50 variables et, dans chaque variable, 14 modalités, avec un maximum de 250 modalités pour l'ensemble.
- Est commercialisé par Micro Application, 13 rue Sainte-Cécile, 75009, tél. 47 70 32 44.
- XPER est également accessible par Minitel : composer 36 15 et taper SM.

plus de compétence informatique que pour utiliser le déterminateur. L'expert est guidé dans son travail, tout comme celui qui se livre à une identification (**encadré à droite**).

Il faut en revanche une parfaite maîtrise du domaine, de manière à parvenir à une classification qui soit "pertinente" et "cohérente". Tout réside dans le choix des variables et des modalités. Une variable est pertinente si elle est utile à la discrimination des individus : dans le cas des félins, il serait inutile de proposer la variable "mammifère" avec les modalités "oui" et "non", puisque tous les félins sont des mammifères. Dans la variable "famille" des instruments de musique, il serait incohérent de proposer "corde", "vent", "percussion", "bois" car un instrument "à" corde peut être également "en" bois, tout comme un instrument "à" vent. Dans cette liste, "bois" est donc un intrus qui rend la classification incohérente. "Bois" est l'une des modalités d'une autre variable ("matériau principal"), au même titre que métal, plastique... "Cuivre" sera une modalité d'une variable "fil" de métal, pertinente seulement pour les instruments en métal.

S'agit-il d'"intelligence artificielle"? Dans la mesure où l'on peut accepter ce vocable, bien qu'il rappelle le ridicule "cerveau électronique" des années 60, on peut répondre oui, tellement est vaste le domaine concerné : reconnaissance de la voix, reconnaissance des formes, lecture optique, systèmes experts... XPER est une variété de système expert, bâti sur une matrice, ou table de décision, faite de colonnes à l'extrémité desquelles on aboutit au nom d'un individu, si l'on a spécifié toutes ses caractéristiques sur les lignes appropriées. Par rapport à un système expert à base de règles (par exemple : « si pression supérieure à... et si température inférieure à... et si... alors, beau temps fixe »), XPER est plus facile d'emploi lors de la création d'une base de connaissances. Par contre ne lui demandez pas d'effectuer de calculs ni même de prendre en compte des nombres autrement que par tranches de 0 à 10, de 10 à 50... ; il n'est pas fait pour cela. Les cellules de la matrice n'enregistrent, en fait, que des "oui" et des "non" en face de questions. On n'aboutira jamais à des solutions telles que « proposer un prêt de 57 000 francs à 11 % d'intérêt sur 5 ans, soit une mensualité de 1 239,32 francs ». Sous cette réserve, c'est un remarquable outil de classification et de recherche, avec une prédilection pour les domaines dont les individus sont dénombrables et rigoureusement définissables, sans demi-teintes.

On pourra objecter que toute cette électronique a un aspect rébarbatif alors qu'un guide sur les champignons, pour en rester à cet exemple, contient des planches en couleur, souvent très belles. La remarque est tellement pertinente qu'il

COMMENT ON CRÉE UNE BASE DE CONNAISSANCES

| VARIABLES | MODALITÉS | INDIVIDUS | | | | |
|--|---|--------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|-------|
| | | Bouchon de cerumen | Otite sero-muqueuse | Otite aiguë (non perforée) | Presbycusis précoce | |
| 1. Age du patient | 1. enfant 2. adulte | * | * | * | — | |
| 2. Importance de la perte auditive | 1. légère 2. moyenne 3. sévère 4. totale | * | * | * | — | |
| 3. Aspect du tympan | 1. normal 2. congestif non perforé 3. masqué car conduit bouché | — | * | * | * | |
| 4. Conditions d'apparition de la surdité | 1. brusque 2. progressive 3. fluctuante | * | * | * | — | |
| 5. Douleurs (otalgies) | 1. absentes 2. aiguës | * | * | — | * | |
| | | | | | | |

Voici un exemple de matrice ayant servi à bâtir une base de connaissances écrite par le Dr Tronche, ORL de l'hôpital Foch, pour déterminer les causes de la surdité. Dans la colonne "variables", les domaines d'investigation ("âge du patient", "aspect du tympan", etc.). Dans celle des "modalités", les informations recueillies lors de l'investigation de chaque variable ("tympan normal", "congestif", "masqué car conduit bouché"), sont ainsi des modalités possibles de la variable "aspect du tympan". Dans les colonnes "individus", les causes possibles de surdité. Un astérisque à une intersection signifie que l'individu de la colonne peut posséder la modalité de la ligne. On voit ainsi que l'otite aiguë peut survenir chez l'enfant ou l'adulte, et provoquer une surdité légère et brusque, des douleurs dans l'oreille, et qu'à l'examen le tympan est congestif. Nous nous sommes contentés, faute de place dans la page, d'un nombre limité de colonnes et de lignes.

L'intérêt du système XPER est qu'il suffit, pour formaliser un savoir (pour le consigner d'une manière organisée et facilement utilisable), de taper au clavier de l'ordinateur la liste des individus, puis celles des variables, ensuite la liste des modalités de chaque variable, et enfin, pour chaque individu, les numéros des modalités qu'il peut posséder pour chaque variable (dans notre exemple, pour l'individu "bouchon de cerumen", on tapera le numéro 3 pour la variable "aspect du tympan").

Parmi les nombreuses bases de connaissances déjà connues dans diverses branches, citons : "Les pollens allergisants" ; "Les insectes aquatiques" ; "Les levures pathogènes pour l'homme" ; "Les mannequins parisiens" ; "Monstres et jeux de rôles" ; "Les combinaisons sonores pour synthétiseur"...

Si vous avez réalisé une application que vous désirez faire connaître, n'hésitez pas à en faire part au club informatique "OUF", 10 rue Saint Nicolas, 72012 Paris, tél. 34 44 82 65 (pour des renseignements sur XPER, voir encadré ci-contre).

est envisagé de coupler XPER avec des vidéodisques. A côté des libellés, l'utilisateur pourra donc bientôt obtenir l'image des champignons, sur écran couleur.

Jacques Lebbe

LE MARIAGE DISCRET DE LA PHOTO ET DE LA VIDÉO



Le Bauer VCC-816 AF
premier modèle de caméscope
8 mm européen.

La Photokina 1986 a fermé ses portes le 9 septembre. La tendance n'est plus, comme au début des années 1980, à la guerre des technologies de l'image, chimique et électronique, mais à leur union. Les premiers appareils hybrides photo et vidéo ont vu le jour timidement, derrière la nouvelle vague des produits pour la photo conventionnelle, la vidéo 8 mm et la photo magnétique.

Observons d'abord que le marché de la vidéo progresse à bon rythme. Mais sans que ce soit, sauf pour le cinéma super 8, au détriment du marché de la photo qui progresse lui aussi.

En 1985, le chiffre d'affaires mondial de la photo a atteint environ 350 milliards de nos francs, augmentant tant dans le secteur amateur que dans le secteur professionnel. Durant cette même année, 1,7 milliard de films ont été vendus dans le monde entier, dont près d'un milliard en provenance des Etats-Unis et 400 millions du Japon. De même, il a été vendu quelque 40 millions d'appareils photographiques dont un peu plus de 17 millions fabriqués au Japon. Ce dernier chiffre est le plus élevé jamais atteint. Il dépasse en effet les 15,2 millions d'appareils produits en 1981, à la veille de la chute du marché photographique (cette production tomba à 13,8 millions en 1982).

L'évolution du marché durant le premier semestre 1986 confirme cette tendance. Les Allemands ont précisé à Cologne que les ventes d'appareils photographiques durant les six premiers mois avaient augmenté de 10 % en quantité et en valeur.

Malgré cette évolution, le marché photographique éprouve des difficultés, bousculé à la fois par ses mutations internes qui font que certains secteurs reculent ou même s'effondrent alors que d'autres progressent, et par la concentration industrielle qui élimine des firmes et leurs marques : il ne reste plus (pays de l'Est mis à part) que quatre très grandes firmes mondiales produisant des films, six produisant des papiers photographiques et tout au plus une quinzaine fabriquant des appareils photographiques. Les distorsions provoquées par ces mutations apparaissent nettement dans les statistiques des exportations japonaises (*encadré p. 170*). Elles ont marqué les tendances de la Photokina 86.

Les émulsions photographiques et les appareils 24 × 36 (surtout les compacts) constituent les grands secteurs en progression. Ils concernent autant la photo d'amateur et professionnelle que les applications scientifiques et informatiques. Ils ont dominé la Photokina où les progrès se sont manifestés dans deux sens : d'une part, l'amélioration des surfaces sensibles et des appareils, d'autre part l'utilisation des surfaces sensibles argentiques comme support de l'image électronique.

Second secteur-clé : l'enregistrement électronique des images. A Cologne, il était essentiellement tourné vers la vidéo 8 mm et la photo magnétique.

Voyons maintenant de plus près l'évolution de ces technologies.

Les émulsions photographiques. Les progrès les plus importants remontent maintenant à 4 ans. C'est en effet en 1982 que Kodak annonça pouvoir contrôler la formation des grains d'argent d'une émulsion et, sans augmentation de leur grosseur, élever la sensibilité. En même temps, une plus grande pureté des couleurs qui se forment chimiquement autour de ces grains était obtenue, en empêchant la diffusion de colorants parasites dans les diverses couches de gélatine.

Les nouveaux grains, appelés grains "T" par Kodak (de tabulaire), ont la forme de dalles microscopiques dont la faible épaisseur favorise la production de couches minces et dont la grande surface relative augmente la cible offerte aux photons.

Très vite, les autres fabricants de surfaces sensibles firent état de technologies similaires.

Utilisée au début pour améliorer les films négatifs en couleurs (ceux qui servent au tirage d'épreuves sur papier), la nouvelle technologie est aujourd'hui étendue aux films scientifiques, aux négatifs de cinéma professionnel, aux films inversibles (pour diapositives) et même aux films en noir et blanc. Dès la fin de 1985 elle a été affinée (cas des films Kodak "Gold") pour accroître le contraste de couleurs sans toucher au contraste de gris. Cela fut obtenu en accentuant la couleur propre à une couche.

A cet effet, des substances inhibitrices sont formées durant le développement d'une couche (cyan, par exemple) en quantité proportionnelle au colorant, puis diffusent dans la couche voisine (magenta, par exemple) où elles réduisent proportionnellement sa densité. En d'autres termes, la densité du colorant magenta diminue avec l'accroissement de la densité du cyan.

Cette caractéristique sert à corriger le comportement d'une couche par rapport à l'autre. Après avoir utilisé cette technologie pour créer les Kodacolor Gold 100 et 400, Kodak l'a étendue à une Kodacolor Gold 200. Une technologie similaire a été introduite par Fuji (Fujicolor Super HR), Agfa (Agfacolor X Ri) et Konica (Konicacolor SR-V). Les nouveaux films ainsi lancés à la Photokina sont les Fujicolor Super HR 200 et 1 600, l'Agfacolor XR 200i et les Konicacolor SR-V 100 et 3 200. Ce dernier film, avec 3 200 ISO, est actuellement le film le plus sensible du monde.

Dans le domaine des films inversibles, Kodak a appliqué la technologie des grains T à un nouveau



Le Kodachrome 200 Professionnel (2) comparé au Kodachrome 25 (3) et à l'Ektachrome 200 (1). Peu de différences sur les images imprimées. Sur les diapositives, les couleurs sont les mêmes que celles du Kodachrome 25 et sa définition est un peu meilleure que celle de l'Ektachrome 200.

Kodachrome, le Kodachrome 200 professionnel (disponible en France avant la fin de l'année). Ces grains ont été incorporés dans les couches jaunes, cyan, et une des couches magenta. Ainsi, grâce aux grains T, le Kodachrome a-t-il atteint une haute sensibilité. Premier film à 3 couches créé voici 50 ans, cette émulsion n'avait progressé que de 10 à 64 ISO.

Nous avons eu l'occasion de tester le Ko-



Le Canon Top Twin 24 × 36 bi-focal, 2,8/40 mm et 4,9/70 mm, à mise au point automatique.

dachrome 200 dès le début de l'été. Incontestablement, il fera bénéficier les photographes de performances élevées. Malgré sa haute sensibilité, ce film donne des images comparables à celles du Kodachrome 64. Le grain est certes plus proche de celui de l'Ektachrome 200, mais la séparation des contours et du détail est exceptionnellement bonne pour une émulsion de 200 ISO, ce qui permet d'obtenir une excellente netteté. Le rendu et la saturation des couleurs sont identiques à ceux des autres Kodachrome (25 et 64). Par ailleurs, dès octobre aux Etats-Unis (plus tard en France), Kodak lancera le premier Kodachrome en bobine 120 (formats 4,5 × 6 à 6 × 9), le Kodachrome 64 professionnel.

Les grains T font encore leur entrée dans les films noir et blanc avec les Kodak T-MAX-100 (de 100 ISO) et T-MAX-400 (400 ISO). Ici encore, cette technologie permet d'améliorer la finesse. Le T-MAX-100 assure une image plus fine que le film Panatomic X dont l'indice ISO est seulement de 32. De même, le T-MAX-400 est plus fin que le Kodak Plus X de ISO 125. Ces films seront disponibles dès octobre en 24 × 36 et ultérieurement dans les autres formats.

Fuji a également présenté un film noir et blanc basé sur une technologie similaire, le Neopan 400 professionnel (sensibilité : 400 ISO).

L'Olympus AFL-T 24 × 36 bi-focal, 2,8/36 mm et 4,5/60 mm, à commande électrique.



Les compacts 24 × 36. Le succès de ces appareils (60 % des ventes de 24 × 36) a conduit les constructeurs à diversifier leurs modèles. Ainsi sont nés, à côté des appareils classiques, des modèles à deux focales et des boîtiers étanches.

Les appareils à deux focales comptent six nouveaux modèles. Parmi ceux-ci, le Pentax Zoom 70 est le premier compact à zoom incorporé. L'objectif, un 35-70 mm, est utilisable à toutes les focales, un moteur permettant de commander leur mise en place et de faire varier parallèlement le champ de visée et l'angle du flash incorporé. Au surplus, ce zoom possède une position macro qui permet la prise de vue à 60 cm à la focale de 70 mm.

Vivitar propose également un compact à deux



Le Vivitar TW 35, premier compact 24 × 36 à obturateur à rideau. Il a deux objectifs, 35 et 80 mm.

focales, de conception originale, le TW-35. Ce boîtier est en fait équipé de deux objectifs : 5,6/35 mm et 8/80 mm. Derrière, un miroir renvoie sur le film l'image produite par l'un des objectifs. La commande de changement de focale fait pivoter le miroir qui capte ainsi l'image provenant de l'autre objectif. Le Vivitar TW-35 possède une autre originalité : c'est le premier compact au monde doté d'un obturateur à rideau qui procure une gamme de vitesses jusqu'à 1/2000 s.

Les autres appareils bi-focaux présentés à Cologne sont plus classiques : Chinon GX Télé (4/35 mm et 5,6/55 mm), Canon Top Twin (2,8/40 mm et 4,9/79 mm à mise en place par moteur), Olympus AFL-T (2,8/36 mm et 4,5/60 mm également motorisé) et Ricoh TF 200 (3,5/38 mm et 6/65 mm).

Le groupe des appareils étanches s'est enrichi de deux modèles, le Chinon Splash AF et le Vivitar Trek 50. Le premier est un modèle automatique (mise au point et exposition) conçu pour une utilisation par tous temps, ne craignant ni la pluie, ni les embruns, ni le sable. Le second est utilisable, en outre, en plongée jusqu'à 3 m de profondeur.

Près d'une trentaine d'autres appareils compacts nouveaux ont encore été présentés par Chinon, Fuji, Hanimex, Kyocera, Pentax, Yashica. Leurs caractéristiques sont assez classiques. Quelques-

uns, comme le Kyocera TD 35 AF ou le Yashica T2, sont dotés d'objectifs de haute qualité du type Tessar 3,5/35 mm. La plupart, comme la gamme Haminex, sont des appareils simples.

Ainsi, l'éventail des compacts 24 × 36 qui était surtout constitué d'appareils relativement coûteux, de plus de 1 000 F, s'est-il fortement élargi vers les modèles de 200 à 900 F.

Les reflex 24 × 36. Parmi les grandes firmes construisant des reflex, seule Olympus présentait deux modèles véritablement nouveaux. L'Olympus OM-4Ti et l'Olympus OM-707. Le premier a déjà été présenté dans notre numéro d'août : il permet pour la première fois la synchronisation avec l'éclair électronique de 1 s au 1/2000 s avec le flash F 280.

Le second offre les mêmes possibilités avec le même flash. De plus, c'est le premier reflex d'Olympus abandonnant la ligne ultra-compacte de la marque pour intégrer un système de mise au point automatique utilisable avec une nouvelle gamme d'objectifs. La baïonnette de ces optiques reste toutefois la même que celle des objectifs OM de la marque. Ceux-ci sont donc utilisables sur l'OM-707, mais en mise au point manuelle.



L'Olympus OM 707, le premier reflex 24 × 36 à mise au point automatique, même dans l'obscurité.

Avec cet appareil, la mise au point automatique est possible même de nuit. A cet effet, un émetteur d'infrarouge entre en action dès que la lumière diminue sensiblement. Le sujet ainsi "éclairé" donne une image visible pour le détecteur DTC, (dispositif à transfert de charge) qui peut donc analyser la variation de sa netteté pour commander le réglage de la mise au point.

Pour le reste, l'Olympus OM-707 est à exposition automatique avec choix de 4 programmes. C'est une conception aujourd'hui classique qui se retrouve sur deux autres reflex présentés à la Photokina : Chinon CP-7 m Multi-program (3 automatismes et semi-automatismes).



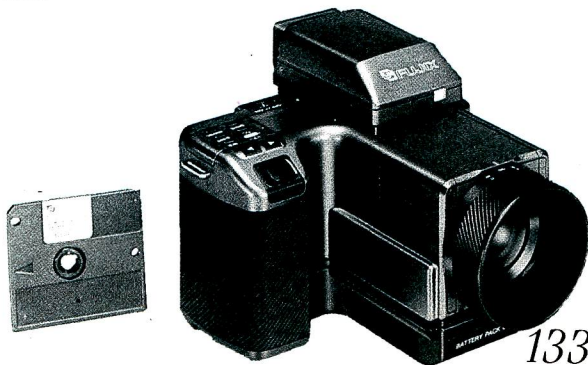
Le Nikon Still Vidéo, prototype de reflex pour la photo magnétique, a été réalisé avec un souci de l'esthétique.

Si les appareils programmés dominent maintenant le marché, quelques modèles perfectionnés restent mécaniques, comme l'Olympus OM-1N, le Nikon FM-2 et le Canon F1. La Photokina 86 leur ajoute le Yashica FX-3 Super 2000. Son obturateur métallique mécanique procure les vitesses normalisées de 1 à 1/2000 s. Son système d'exposition est tout aussi simple, semi-automatique, avec une cellule au silicium pour réaliser les mesures.

La photo magnétique. Si Canon a bien commercialisé ce mois-ci son premier appareil de photo magnétique, le Canon RC-701 (voir *Science & Vie* n° 827 d'août 1986), la célèbre firme de Tokyo restera seule à le faire. En effet, aucune marque n'a suivi. A la Photokina, sept autres systèmes ont bien été présentés, mais ce sont des prototypes plus ou moins élaborés pour lesquels aucune date de commercialisation n'a été donnée.

Il semble bien que Nikon, qui avait annoncé la présentation de son système, y ait finalement renoncé après avoir constaté le peu d'empressement mis par les autres constructeurs à se lancer dans la bataille. L'appareil Nikon figurait simplement, sous forme de photo, dans un dossier de presse, sans caractéristiques. Sony, promoteur du système en 1981, avec le Mavica n'a même pas fait allusion à ce type de matériel. Pour l'instant, la firme n'a pas

Le Fujix ES-2P, appareil reflex de photo magnétique avec zoom, obturateur à rideau et synchronisation au flash.





L'Action 8 Video VN-800, le premier caméscope 8 mm de Nikon. Particulièrement compact.

l'intention de produire son Mavica, à cause de son prix et de l'absence de marché véritable. Konica présentait un prototype en état de marche, le SV-C40, utilisant un analyseur DTC de 300 000 pixels (ou points).

Un appareil, voisin d'aspect, fonctionnait chez Fuji : le Fujix ES-2P. Doté d'un analyseur DTC de 380 000 pixels, il mesure environ $13 \times 12 \times 15$ cm et pèse 1 kg sans son alimentation. Copal et Sassyo exposaient aussi leur prototype, déjà présenté au Japon depuis plusieurs années. L'appareil le plus original, le Photovision 3 100, était installé chez Panasonic. Il ressemble à un 24×36 compact du type bi-focal (focales de 10 et 25 mm) à mise au point automatique, pèse 580 g et est doté d'un analyseur DTC d'environ 200 000 pixels.

Tous ces appareils offrent sensiblement les

Le caméscope Kyocera Finemovie 8 AF, entièrement automatique, assure une définition de 33×200 pixels en version PAL.



mêmes possibilités permettant d'enregistrer sur disque souple de 6 cm une cinquantaine d'images en couleurs. La définition est faible (de l'ordre de 300 000 à 380 000 points alors que la photo argentique permet facilement de séparer 15 millions de points et parfois plus). Les couleurs sont pures mais sans nuances, que ce soit par lecture sur téléviseur ou sur épreuve imprimée.

En fait, la photo magnétique a pour l'instant des applications complémentaires de la photo argentique. Et si l'appareil de prise de vue n'est pas près d'être d'un usage courant, la disquette se révèle fort utile avec d'autres appareils : imprimante couleur, transmetteur d'image par téléphone, enregistreur d'image d'un téléviseur.

Bien souvent, la disquette permet alors de mémoriser une image vidéo (même provenant d'un film ou d'un magnétoscope), de la traiter puis de la diffuser ou de l'imprimer. Et, si peu de constructeurs cherchent à commercialiser un appareil de prise de vue magnétique, nombreux sont ceux qui commercialisent déjà des lecteurs, des machines de traitement et des imprimantes. A des degrés de sophistication différents, de tels matériels sont proposés par Canon, Kodak (aux Etats-Unis), Fuji, Konica, Sony, Nikon... Nous y reviendrons dans un prochain article.

Prototypes d'appareils photo-vidéo. Parmi tous les appareils de photo magnétique présentés à Cologne, nous avons laissé de côté le système Minolta Still-Vidéo Back. Car il est constitué d'un simple magasin pour appareils photo Minolta 7 000 et 9 000. Autrement dit, il apparaît comme le premier système hybride permettant de prendre des photos conventionnelles ou des photos magnétiques.

Le Still-Vidéo Back se fixe sur un appareil Minolta 7 000 ou 9 000 à la place du dos à pellicule. Les objectifs et l'obturateur du boîtier permettent alors de transmettre l'image sur un analyseur DTC et de l'enregistrer sur la disquette de 6 cm au standard international. L'idée d'un appareil hybride a été plus complètement exploitée par une firme française, Beaulieu Industrie, avec le prototype du système "Universel ciné-vidéo Beaulieu". Utilisant soit une caméra Super 8 Beaulieu 7 008, soit une caméra 16 mm Beaulieu 2 016 Quartz, reliée à un magnétoscope par un module vidéo, le système permet aussi bien de filmer sur pellicule cinématographique que sur bande magnétique, ou les deux en même temps.

Pour obtenir ce résultat, l'un des zooms de ces caméras (Angénieux X15 en super 8, ou Angénieux X12 en 16 mm) a été doté d'un analyseur DTC de hautes performances (Sony à 290 000 pixels). Le magnétoscope et le module vidéo s'adaptent directement sur la caméra, formant un caméscope. Le

module peut être monté seul et relié à un moniteur de télévision : il permet alors le contrôle sur écran de télévision des scènes enregistrées sur pellicule classique. Le système universel Beaulieu est aussi utilisable comme télécinéma pour le transfert de films ou de diapositives sur téléviseur. Dans l'avenir, il est prévu de l'utiliser aussi pour la photo magnétique.

Les caméscopes 8 mm. Dans le domaine de l'image animée, la Photokina a été dominée par la vidéo 8 mm. Le cinéma super 8 ne tenait qu'une place discrète avec quelques caméras et projecteurs chez Beaulieu et Bauer. En vidéo au standard VHS, rares étaient les constructeurs ayant des caméscopes. Les quelques modèles présentés utilisent tous la cassette VHS-C qui permet la réalisation de caméscopes compacts de moins de 2 kg (Grundig VS-C50 et Philips VKR 6 820, caméscopes de 1 700 g avec alimentation, dotés d'un analyseur à DTC ; JVC-C7 VHS C, modèle de 1 300 g, également à capteur DTC ; Minolta CR-3 000 S, caméscope plus classique à tube Saticon et mise au point par infrarouge pesant 2 kg ; Hitachi VMC 10-500, également à mise au point automatique, de 1 900 g).

En vidéo 8 mm, une douzaine de caméscopes ont été présentés, souvent par de nouvelles firmes venues à la vidéo. Ainsi, R. Bosch lance-t-il son premier modèle en Europe, le Bauer VCC 816 AF. Mesurant 12 x 13 x 25 cm et pesant 1,6 kg avec alimentation, ce caméscope fait appel aux techniques les plus récentes en vidéo 8 mm : enregistrement de l'image à partir d'une analyse par capteur DTC, enregistrement du son en haute fidélité par têtes tournantes (bande passante de 20 à 15 000 Hz), effacement également par têtes rotatives, mise au point automatique.

L'objectif est un macrozoom 1,2 de 9-54 mm. L'appareil permet la recherche rapide des plans enregistrés, l'arrêt sur image, le vue par vue, l'insert et le montage.

Nikon a également lancé son premier caméscope 8 mm, l'Action 8 VN-800. Cet appareil très compact (1,4 kg) est équipé d'un capteur DTC ultra-sensible qui permet la prise de vue avec seulement un niveau de lumière de 7 lux. L'équipement comporte un macrozoom 1,2 de 9-54 mm à mise au point automatique, un viseur électronique et des têtes tournantes pour l'enregistrement du son en haute fidélité.

Quatre autres firmes japonaises de l'industrie photographique, Minolta, Pentax, Kyocera et Yashica (ces deux dernières faisant partie du même groupe) ont proposé le même caméscope 8 mm sous leurs quatre marques : Minolta KR-8 000 E-AF, Pentax PV-C800E, Kyocera et Yashica Finemovie 8AF-KDE.

Ces appareils compacts (1,4 kg) sont équipés



Le VM-E1N, second caméscope de la gamme Canovision 8 mm. Avec blanc automatique et viseur électronique amovible.

d'un capteur MOS de 350 000 cellules réagissant avec une lumière de 10 lux. Dotés d'un macrozoom 1,2 de 11, 5-69 mm, ils ont des caractéristiques voisines de celles de Bauer ou de Nikon. Canon et Sony ont proposé de nouvelles versions de leurs premiers modèles : Cano-vision VM-E1N (avec balance des blancs automatique ou semi-automatique), Sony Handycam CCD-M10EK (plus compact que l'actuel CCD-M8), Sony CCD-V7-HF (modèle à mise au point automatique) et Sony CCD-V100E-AF (modèle aux performances professionnelles doté d'un générateur de caractères, d'une entrée d'images et d'un dispositif de trucages par fondus).

Fuji a rejoint Sony avec un caméscope comparable au Handycam pour sa compacité, le Fujix 8-P100. Son poids est d'environ 1 kg et il fait appel à

(suite du texte page 170)

Le Pentax PV-C 800 E, caméscope 8 mm semblable au Kyocera, avec détecteur MOS, mise au point et exposition automatiques.



LES MACHINES À ÉCRIRE PORTATIVES S'INFORMATISENT

Les plus élaborées ont même un écran de contrôle et de correction automatique, des cartes mémoires enfichables dont une mémoire-dictionnaire, ainsi que des capacités de présentation propres aux machines de traitement de texte. Voici un bref aperçu de celles qui ont été présentées au SICOB 1986.

Le SICOB 1986, (Salon international d'informatique, télématique, communication, organisation de bureau et bureautique) vient de fermer ses portes. Reflet de la puissance des moyens informatiques dans la gestion des affaires, l'administration des entreprises et l'information, le SICOB fait aujourd'hui partie de ces salons qui, comme la Photokina de Cologne ou le Salon international de la vidéo et de la haute fidélité de Berlin, sont atteints de gigantisme. Il s'ensuit en particulier que le visiteur a de plus en plus de mal à découvrir les produits et les matériels individuels perdus parmi les unités électroniques de tous genres et les vastes équipements de bureau.

Ainsi le SICOB s'intéresse-t-il encore aux machines à écrire portatives et portables (*) dont le prix ne dépasse pas quelques milliers de francs ? Le public pourrait en douter tant sont rares les exposants qui les mettent en avant. Pourtant elles sont là, transformées par le progrès technologique, miniaturisées et silencieuses, dotées de puces qui augmentent leur puissance de travail.

Les plus grosses ont de 7 à 15 cm d'épaisseur et pèsent généralement moins de 10 kg. Elles correspondent aux modèles traditionnels, mais la barre porte-caractères a cédé la place à la marguerite, roue d'impression. Les machines les plus petites ne comportent même plus de marguerite, mais une tête thermique à commande électronique. Ces modèles, très plats, ont moins de huit centimètres d'épaisseur, fonctionnent sur piles et se transportent aisément en voyage. La tête thermique est

dotée d'une matrice de minuscules aiguilles chauffantes (plus de 800 par centimètre carré pour les plus sophistiquées). Pour l'impression, les aiguilles entrent en contact soit avec un papier spécial thermosensible, soit avec un papier ordinaire, mais à travers un ruban encreur thermique.

Ce système remplace les polices de caractères en faisant varier la position des aiguilles. Aucune pièce rotative n'intervient pour l'impression, les aiguilles sont éjectées par des électro-aimants. Le bloc d'impression est ainsi très compact. Cependant, même avec une matrice de plusieurs centaines d'aiguilles, les caractères imprimés ne sont pas aussi nets qu'avec une machine traditionnelle. De plus, ce système interdit l'emploi de papier carbone pour réaliser une copie. Toutefois certaines machines sont équipées d'une mémoire enregistrant la succession des caractères et autorisant ensuite automatiquement la répétition de la frappe d'un texte.

Autre inconvénient des machines thermiques : le prix de revient élevé du papier thermosensible ou du ruban encreur thermique. Ce dernier, selon les marques, ne permet pas d'imprimer plus de 20 000 caractères en moyenne, soit 8 à 15 pages de texte. Le prix d'une page dactylographiée dépasse ainsi un franc. En définitive, les machines thermiques conviennent essentiellement aux faibles quantités de textes à dactylographier. C'est le cas, par exemple, pour une machine d'appoint ou pour une machine qu'on souhaite emporter en voyage. Dans ce dernier cas, l'alimentation par piles assure une parfaite autonomie de déplacement.

Pour des travaux plus importants et plus soignés les machines à écrire à marguerite sont préférables. Les caractères, portés par une roue, assurent une

(1) Portatives : jusqu'à 4 kg, très petites, fonctionnent sur piles, donc partout. Portables : jusqu'à 10 kg, usage plus intensif, plus sédentaires (secteur).



1- Canon S-61. 2- Canon S-70. 3- Casio CW 10. 4- Casio CW 25. 5- Nakajima AX 210. 6- Olivetti ETP 50. 7- Olivetti ETC 60. 8- Olivetti ETC 70. 9- Olympia Carrera. 10- Sharp PA-1050. 11- Silver-Reed EX 30. 12- Silver-Reed EB 50. 13- Silver-Reed EZ 20. 14- TEC TW 1000. 15- TEC TW 1100. 16- Triumph Adler Gabriele 9009. 17- Triumph Adler Gabriele 7007.

frappe classique au moyen d'un ruban encreur et l'impression est aussi nette et propre que celle d'une bonne machine à barre ou à boule de caractères. Le fonctionnement est plus silencieux et le changement de police de caractères est possible par changement de la roue. Ces machines sont encore facilement transportables, mais leur utilisation est tributaire de la présence d'une prise de courant car l'alimentation se fait sur le secteur.

A côté des machines thermiques et des machines à marguerite, il nous faut encore mentionner une machine très particulière, seule de son type pour

l'instant, l'EB 50 de Silver Reed (Seiko).

De la taille d'une machine portable, l'EB 50 se distingue par la présence d'un barillet de caractères pouvant recevoir de petits stylos. Elle peut utiliser ainsi 4 stylos de différentes couleurs pour tracer une dizaine de formes graphiques sous contrôle d'un microprocesseur. Il suffit d'entrer en mémoire les différents paramètres chiffrés. La machine se charge alors de dessiner les graphiques programmés. Un système de correction par stylo effaceur peut être monté sur le barillet. Mais seule la couleur noire est alors utilisable. La capacité des

(suite du texte page 140)

23 MACHINES À ÉCRIRE ÉLECTRONIQUES PORTATIVES OU PORTABLES

| MARQUE Modèle Prix | SYSTÈME D'IMPRES- SION | VITESSE DE FRAPPE (signes/seconde) | LARGEUR PAPIER, TEXTE (en mm) | NOMBRE DE POLICES | ESPACEMENT ET INTERLIGNAGE | NOMBRE DE SIGNES SUR L'ÉCRAN | MÉMOIRES | PRISE MICRO- ORDI- NATEUR | DIMENSIONS ET POIDS | ALIMEN- TATION | CARACTÉ- RISTIQUES PARTICULIÈRES |
|--|------------------------------|---|--|------------------------------------|---|--|--|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---|
| BROTHER AX-10 2 600 F | Roue | 10 | 304/228 | non commu- niqué | • 10 et 12 • 1, 1 1/2 et 2 | Pas d'écran | Mémoire de correction d'1 ligne | Non | • 385×320× 124 mm • 4,9 kg | Secteur | • Repositionnement et répétition automatiques |
| CANON S-51 1 800 F | Thermique | 18 | 241/203 | 2 | • 10 et proportionnel • 1, 1 1/2 et 2 | 15 | • Mémoire de correction d'1 ligne | Non | • 315×277× 55,5 mm • 2,7 kg | 4 piles secteur en option | • Doubleage du clavier (110 signes) • Centrage, alignement à droite, souligné et tabulation automatiques • Fonction calculatrice |
| ① S-61 2 400 F | Thermique | 18 | 241/203 | 2 | • 10 et proportionnel | 32 | • Mémoire de texte de 2 000 s • Mémoire de correction d'1 ligne | Non | • 315×277× 55,5 mm • 2,7 kg | 4 piles secteur en option | • Mêmes que précédente plus justification à droite et introduction automatique du papier |
| ② S-70 3 000 F | Thermique | 18 | 241/203 | 5 en option | • 10, 12 et proportionnel • 1, 1 1/2 et 2 | 32 | • Mémoire de texte de 2 000 s + 4 000 s par carte en option • Mémoire de correction d'1 ligne | En option (série ou parallèle) | • 315×277× 55,5 mm • 2,7 kg | 4 piles secteur en option | • Doubleage du clavier • Centrage, alignement à droite, introduction du papier, tabulation automatiques • Fonction calculatrice |
| AP 100 4 000 F | Roue | 15 | 356/280 | 22 | • 10, 12 et 15 • 1, 1 1/2 et 2 | Pas d'écran | • Mémoire de correction d'1 ligne | En option (série ou parallèle) | • 456×388× 129 mm • 9,8 kg | Secteur | • Doubleage du clavier (96 signes) • Centrage, souligné, alignement à droite, introduction du papier, repositionnement automatiques |
| CASIO ③ CW 10 2 000 F | Thermique | 15 | 220/200 | 2 | • 10 et 12 | 15 | • Mémoire de correction d'1 ligne | Non | • 320×264× 48 mm • 2,4 kg | 4 piles secteur | • Doubleage du clavier (124 signes) • Centrage, justification, alignement à droite et souligné automatiques • 3 styles d'impression |
| CW 20 3 400 F | Thermique | 15 | 259/200 | 2 | • 10 et 12 | 15 | • Mémoire de texte de 2 400 s + 8 000 s par carte en option • Mémoire de correction d'1 ligne | Non | • 350×330× 57 mm • 3,7 kg | 4 piles | • Mêmes que précédente, plus 5 mémoires de mots ou phrases répétitives • 6 styles d'impression |
| ④ CW 25 4 150 F | Thermique | 15 | 259/200 | 2 | • 10 et 12 | 15 | • Mémoire de texte de 2 400 s + 8 000 s par carte en option | Oui (série et parallèle) | • 350×330× 57 mm | 4 piles | • Mêmes que précédente |
| JAPY Hermès 24 3 735 F | Roue | 9 | 300/230 | 7 ou 8 selon espa- cement | • 10 ou 12 • 1, 2 et 3 | Pas d'écran | • Mémoire de correction d'1 ligne | Non | • 380×327× 118 mm • 6,5 kg | Secteur | • Doubleage du clavier • Alinea, tabulation, trait vertical, répétition automatiques |
| Hermès 26 4 685 F | Roue | 10 | 305/280 | 15 | • 10, 12 et 15 • 1, 2 et 3 | 16 | • Mémoire de correction d'1 ligne | En option (série ou parallèle) | • 436×355× 134 mm • 7,2 kg | Secteur | • Doubleage du clavier • Alinea, centrage, alignement à droite, souligné, tabulation automatiques |
| NAKAJIMA ⑤ AX 210 4 150 F | Roue | 13 | 335/270 | 10 | • 10 et 12 • 1, 1 1/2 et 2 | Pas d'écran | • Mémoire de correction d'1 ligne | En option (parallèle) | • 420×380× 135 mm • 7,2 kg | Secteur | • Doubleage du clavier (100 signes) • Centrage, souligné, trait vertical et repositionnement automatiques |

Brother France, 8 rue Nicolas Robert, 93623 Aulnay-sous-Bois, tél. (1) 48 69 96 16 — Canon France, ZI du Coudray, 7 av Albert Einstein, 93150 Le Blanc-Mesnil, tél. (1) 48 65 42 23 — Casio Sté Noblet, 178 rue du Temple, 75139 Paris cedex 03, tél. (1) 42 77 11 34 — Japy Hermès Précisa, 83 bd de Port Royal, 75640 Paris cedex 13, tél. (1) 43 3 14 69 — Nakajima Sté Kardex, 20 rue Carnot, 94120 Fontenay-sous-Bois, tél. (1) 48 76 11 10

| MARQUE Modèle Prix | SYSTÈME D'IMPRES- SION | VITESSE DE FRAPPE (signes/ seconde) | LARGEUR PAPIER/ TEXTE (en mm) | NOMBRE DE POLICES | ESPACEMENT ET INTERLIGNAGE | NOMBRE DE SIGNES SUR L'ÉCRAN | MÉMOIRES | PRISE MICRO- ORDI- NATEUR | DIMENSIONS ET POIDS | ALIMEN- TATION | CARACTÉ- RISTIQUES PARTICULIÈRES |
|---|------------------------------|---|--|-------------------------|--|--|---|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---|
| OLIVETTI ETP 50 ⑥ 3 140 F | Roue | 8 | 300/270 | 10 | • 10 ou 12 • 1/2 et 1 | Pas d'écran | • Mémoire de correction d'1 ligne | Non | • 380×327× 118 mm • 6,3 kg | Secteur | • Doublage du clavier (100 signes) • Trait vertical automatique |
| ETC 60 ⑦ 4 450 F | Roue | 10 | 300/279 | 21 | • 10, 12 et 15 • 1/2, 1 et 1 1/2 | 16 | • Mémoire de texte de 8 000 s en option • Mémoire de correction d'1 ligne | En option (série) | • 436×355× 100 mm • 7,2 kg | Secteur | • Doublage du clavier (100 signes) • Souligné, trait vertical, caractères gras, centrage, alignement à droite et justification automatiques |
| ETC 70 ⑧ 4 900 F (disponible en octobre) | Roue | 14 | 350/300 | 25 | • 10, 12 et 15 • 1/2, 1 et 1 1/2 | 16 | • Mémoire de texte de 8 000 s en option • Mémoire de correction d'1 ligne | En option (série) | • 502×403× 141 mm • 9,5 kg | Secteur | • Mêmes que précédente |
| OLYMPIA Carrera ⑨ 3 000 F | Roue | 10 | 330/279 | 12 | • 10 et 12 • 1, 1 1/2 et 2 | Pas d'écran | • Mémoire de correction d'1 ligne | En option (parallèle) | • 420×335× 110 mm • 6,5 kg | Secteur | • Doublage du clavier (100 signes) • Alinéa, caractères gras, trait vertical automatiques |
| SHARP PA-1050 ⑩ 2 950 F | Thermique | 14 | 241/203 | 3 | • 10 et 12 | 2 lignes de 80 | • Mémoire de texte de 6 000 s + 38 000 s par carte en option • Mémoire de correction d'1 ligne | Non | • 328×282× 49 mm • 2,5 kg | 4 piles secteur en option | • Doublage du clavier (100 signes) • Centrage, souligné, caractères gras, et justification automatiques |
| SILVER- REED EX 30 ⑪ 4 560 F | Roue | 10 | 300/250 | 8 | • 10, 12 et 15 • 1, 1 1/2 et 2 | Pas d'écran | • Mémoire de correction d'1 ligne | En option (série ou parallèle) | • 407×346× 128 mm • 6,5 kg | Secteur | • Doublage du clavier (96 signes) • Souligné, centrage et repositionnement automatiques |
| EB 50 ⑫ 3 000 F | Par stylos | 14 | 220/192 | 2 | • 5, 10 et 21 | 16 | • Mémoire de correction d'1 ligne | Oui | • 322×267× 57 mm • 2,5 kg | 5 piles ou secteur | • Fonction traceur de courbes et calculatrice • 4 couleurs d'écriture • 3 tailles de caractères |
| EZ 20 ⑬ non communiqué (disponible en novembre) | Roue | 12 | 330/254 | 8 | • 10 et 12 • 1, 1 1/2 et 2 | Pas d'écran | • Mémoire de correction d'1 ligne | Non | • 439×353× 127 mm • 7 kg | Secteur | • Doublage du clavier (100 signes) • Repositionnement et répétition automatiques |
| TEC TW 1000 ⑭ 3 900 F | Roue | 13 | 330/non communiqué | non commu- niqué | 10 et 12 | Pas d'écran | • Mémoire de correction d'1 ligne | Non | • 450×355× 125 mm • 8,5 kg | Secteur | • Doublage du clavier (100 signes) |
| TW 1100 ⑮ 4 000 F | Roue | 12 | 343/254 | non commu- niqué | • 10 et 12 | Pas d'écran | • Mémoire de correction d'1 ligne | Non | • 438×371× 145 mm • 7 kg | Secteur | • Doublage du clavier (100 signes) • Souligné et répétition automatiques |
| TRIUMPH ADLER Gabriele ⑯ 9009 4 980 F | Roue | 13 | 340/300 | 19 | • 10, 12 et 15 | Pas d'écran | • Mémoire de correction d'1 ligne | En option (série et parallèle) | • 472×375× 141 mm • 10 kg | Secteur | • Doublage du clavier (100 signes) • Souligné, repositionnement et alinéa automatiques |
| Gabriele ⑰ 7007 4 000 F | Roue | 13 | 325/254 | 19 | • 10 et 12 | Pas d'écran | • Mémoire de correction d'1 ligne | En option (série et parallèle) | • 448×366 ×128 mm • 7 kg | Secteur | Mêmes que précédente |

— Olivetti, 91 rue du faubourg Saint Honoré, 75383 Paris cedex 08, tél. (1) 42 66 91 44 — Olympia, 10 av Réaumur, 92142 Clamart cedex, tél. (1) 45 37 96 00 — Sharp, 151-153 av Jean Jaurès, 93307 Aubervilliers cedex, tél. (1) 48 34 93 44 — Silver Reed, 60 rue Berthelot, 92402 Courbevoie cedex, tél. (1) 43 34 31 21 — Tec, 23 rue Jeanne d'Arc, 94000 Arcueil, tél. (1) 47 35 80 80 — Triumph Adler, 3-7 av Paul Doumer, 92502 Rueil-Malmaison cedex, tél. (1) 47 32 92 45.

stylos encreurs est donnée pour 200 m d'écriture sur papier ordinaire (aucune correspondance en nombre de caractères n'est fournie). Le jeu de 4 stylos coûte 50 F. En ce qui concerne les polices de caractères, il faut encore préciser qu'elles ne sont que deux, mais que chaque caractère peut être imprimé en trois tailles.

Qu'elles soient thermiques ou à marguerite, les machines à écrire électroniques individuelles ont toutes des possibilités bien supérieures aux anciennes machines mécaniques ou électriques. Certaines caractéristiques sont aujourd'hui courantes : l'espacement variable pour séparer les caractères sur une ligne, plusieurs interlignages, le centrage de ligne, le souligné automatique, le tracé vertical et même la mémoire de mise en page. Mais ces machines intègrent aussi certaines fonctions d'une machine de traitement de texte et, parfois, sont de véritables périphériques informatiques. Selon le type d'interface — l'élément électronique qui permet le raccordement — qu'elles possèdent ou qu'elles acceptent, les machines peuvent communiquer avec ces systèmes informatiques (interface série) ou être asservies par des systèmes informatiques (interface parallèle). Cependant, tous les systèmes informatiques n'étant pas compatibles entre eux, les machines à écrire électroniques ne peuvent se raccorder à tout type d'ordinateur.

La plupart des modèles ont un écran d'affichage, généralement à cristaux liquides. Il permet le contrôle et éventuellement la correction avant impression des textes dactylographiés. Une mémoire de correction permet le changement automatique, dans le texte mémorisé, d'un ou de plusieurs caractères erronés. A cet effet, il suffit de revenir en arrière et d'appuyer sur la touche de correction. Sur les machines les plus simples, la mémoire de correction automatique de 100 à 300 caractères, n'est utilisable que sur une seule ligne. Sur les modèles plus perfectionnés, elle peut avoir une capacité de 500 caractères et la correction automatique peut se faire sur 2 à 4 lignes. Sur des machines aux performances élevées (chez Canon notamment), une mémoire de 1 000 à 2 000 caractères permet la correction automatique sur une page ou plus, avec une possibilité d'insertion de textes nouveaux.

A l'exception des modèles les plus simples, les machines à écrire électroniques possèdent une seconde mémoire de plus grande capacité que la mémoire de correction automatique. Elle est destinée à l'enregistrement d'une ou de plusieurs pages afin de permettre ensuite leur dactylographie automatique. Selon les modèles, cette mémoire peut stocker de 500 à 32 000 caractères. Une mémoire complémentaire est parfois proposée en option, permettant jusqu'à 64 000 caractères. Quelques machines sont équipées d'une mémoire vive (RAM) de 8 kilobits : 90 000 mots).

Beaucoup de machines à écrire ont un grand choix de caractères, sans pour autant posséder le nombre de touches correspondantes. Un bouton d'inversion permet alors aux touches du clavier de commander une seconde série de signes. Chimistes, mathématiciens et utilisateurs de caractères autres que l'alphabet, y trouveront largement leur compte car ils disposeront alors de symboles inexistantes sur les machines mécaniques.

Des firmes comme Canon et Seiko s'orientent vers des machines de conception modulaire. Ainsi, l'EZ 30 (ou l'EZ 50, moins compacte), la nouvelle Seiko présentée en juillet dernier à NOMDA 86 (Nationale Office Machine Dealers Association), à New Orleans, reçoit-elle plusieurs types de mémoires sous forme de chargeurs ou de cartes :

- Une mémoire RAM de 8 kilobits pour l'enregistrement des textes.
- Une mémoire de détection d'erreurs capable de reconnaître 90 000 mots et d'alerter l'utilisateur qui a mal orthographié un mot. A cet effet, dès que celui-ci est dactylographié, la machine émet un signal sonore ou lumineux. La mémoire sert aussi de dictionnaire car l'utilisateur peut demander l'affichage d'un mot sur l'écran de contrôle (ce type de mémoire existe aussi sur certaines machines portables de Canon).
- Une mémoire de communication qui contient une interface de liaison avec un micro-ordinateur.
- Deux mémoires de correction automatique d'erreur d'une ligne avec leur écran à cristaux liquides.

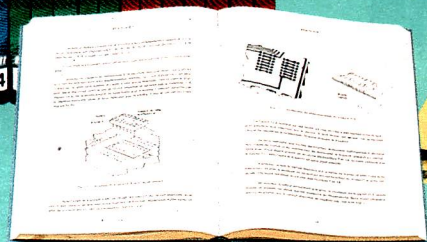
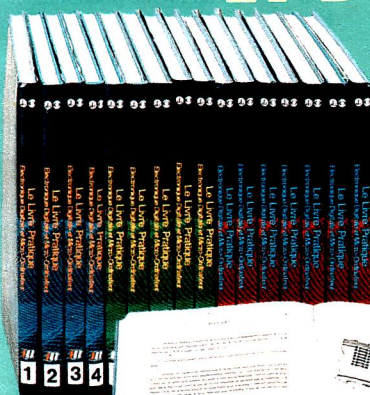
Le raccordement à un micro-ordinateur directement ou par l'intermédiaire d'une interface est de plus en plus courant. La machine à écrire devient alors imprimante d'ordinateur. Plus rarement son clavier peut aussi servir pour la saisie des données.

La conception modulaire des machines à écrire probables tend à gagner du terrain. Par ce biais, les constructeurs (surtout les Japonais) cherchent à enrayer la baisse de la demande. En effet, en 1985, la production japonaise de machines à écrire n'a été que de 4,340 millions d'unités, soit 4,3 % de moins qu'en 1984. L'une des causes de cette chute est l'augmentation des ventes de micro-ordinateurs de traitement de texte. La conception modulaire doit permettre de proposer un modèle de base de prix relativement bas sans sacrifier des possibilités qui pourront être augmentées par l'adjonction d'éléments en option. Elle doit aussi faciliter les liaisons avec des micro-ordinateurs quel que soit le modèle possédé par l'utilisateur. Mais, même avec ces liaisons, les experts ne prévoient pas d'inversion de la tendance. Le parc des machines à écrire représentera en effet 58,9 % des équipements d'écriture en 1989 contre 63,5 % en 1984. Dans le même temps, on a calculé que le parc des micro-ordinateurs de traitement de texte sera passé de 6,6 à 21,2 %.

Laurent Douek

NOUVEAU

L'ENCYCLOPEDIE PRATIQUE DE L'ELECTRONIQUE DIGITALE ET DU MICRO-ORDINATEUR



eurotechnique
FAIRE POUR SAVOIR
rue Fernand-Holweck, 21100 DIJON

SAVOIR

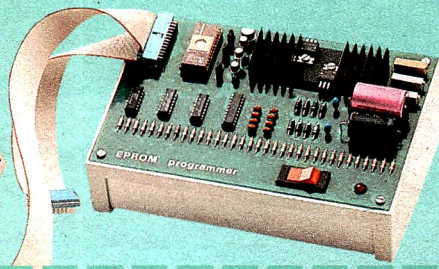
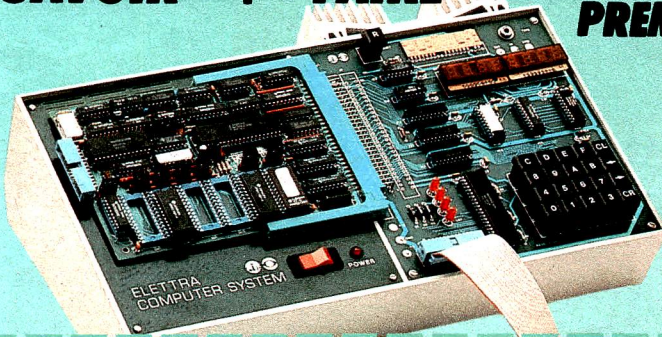
Un ensemble de 16 volumes, divisé en trois parties :
Les quatre premiers volumes, consacrés aux bases fondamentales de l'Electronique, ont pour objectif de rendre cette matière accessible à tous, sans autres connaissances préalables.
Les cinq volumes suivants traitent de la technique des micro-circuits intégrés et digitaux.
Dans les sept derniers volumes sont étudiés en détail, le fonctionnement des microprocesseurs et leurs applications dans les systèmes de micro-informatique. En fonction de votre niveau, ces trois parties peuvent s'acquérir séparément.

FAIRE

16 coffrets de matériel vous permettront, après de nombreuses expériences et manipulations, de passer progressivement au montage de différents appareils.
Pour finir, vous réaliserez vous-même votre micro-ordinateur "ELETTRA COMPUTER SYSTEM", basé sur le Z80, avec son extension de programmation de mémoire EPROM.
Eurotechnique vous aide à réaliser le rêve de tout électronicien : être capable de monter, manipuler et éventuellement réparer un micro-ordinateur.
Le Hardware n'aura plus de secret pour vous.

SAVOIR + FAIRE =

**LA REALISATION DE VOTRE
PREMIER MICRO-ORDINATEUR**



BON POUR UNE DOCUMENTATION GRATUITE

A découper et à retourner à EUROTECHNIQUE, rue Fernand-Holweck, 21100 DIJON.

Je désire recevoir gratuitement et sans engagement de ma part votre documentation sur le Livre Pratique de la Micro-Electronique et du Micro-Ordinateur.

NOM _____ PRENOM _____

ADRESSE _____

CODE POSTAL _____ VILLE _____ TÉL. _____

SCIENCE JEUX

Quand la Lune sauva Christophe Colomb

JOURNAL DE L'ASTRONOME

Fin février 1504, Christophe Colomb, après une navigation difficile, relâche à la Jamaïque. Il a essuyé une tempête, son armée est éprouvée, il manque de vivres et d'eau douce.

Il décide alors de faire appel aux populations locales qui sont des indiens caraïbes pour refaire son approvisionnement. Mais les chefs de tribus refusent de fournir quoi que ce soit. Menacé de mourir de faim, Christophe Colomb prévient alors les Indiens que le lendemain soir, s'ils n'ont pas

cédé à ses exigences, la Lune se cachera dans un bain de sang !

Le lendemain, 1^{er} mars 1504, la situation étant inchangée, à l'heure prévue, la pleine Lune se lève à l'horizon puis devient progressivement rouge sang avant de disparaître.

Aussitôt les populations affolées

fournissent à l'illustre navigateur tout ce dont il a besoin. Marin avisé, Colomb n'ignorait point l'astronomie. Il s'était tout simplement servi d'une éclipse de Lune pour parvenir à ses fins.

482 ans plus tard, vous allez pouvoir assister au même phénomène. En effet, le 17 octobre, aura lieu une éclipse totale de Lune observable depuis l'Europe, l'Afrique et l'Asie.

Le mécanisme de l'éclipse de Lune est un phénomène simple à comprendre, facile et intéressant à observer. Voici de quoi il s'agit.

La Terre tourne autour du Soleil ; celui-ci engendre "derrière" notre globe un cône d'ombre et de pénombre. La Lune en tournant autour de la Terre traverse parfois ce cône. Elle disparaît alors à nos yeux, il y a éclipse de Lune (*figure 1*). Cela se produit lorsqu'elle est exactement opposée au Soleil c'est-à-dire lors d'une pleine Lune (voir *Science & Vie* n° 826). Pourtant force est de constater qu'il n'y a pas éclipse à chaque pleine Lune. Pourquoi ?

C'est parce que l'orbite de la Lune autour de la Terre est inclinée par rapport à l'orbite terrestre. Ainsi, à chaque pleine Lune, celle-ci passe tantôt au-dessus tantôt au-dessous du cône d'ombre : il n'y a pas d'éclipse. Ce n'est que tous les six mois environ que l'alignement parfait ou presque se produit et qu'une éclipse peut avoir lieu. Les calculs complexes de la mécanique céleste, qui ne

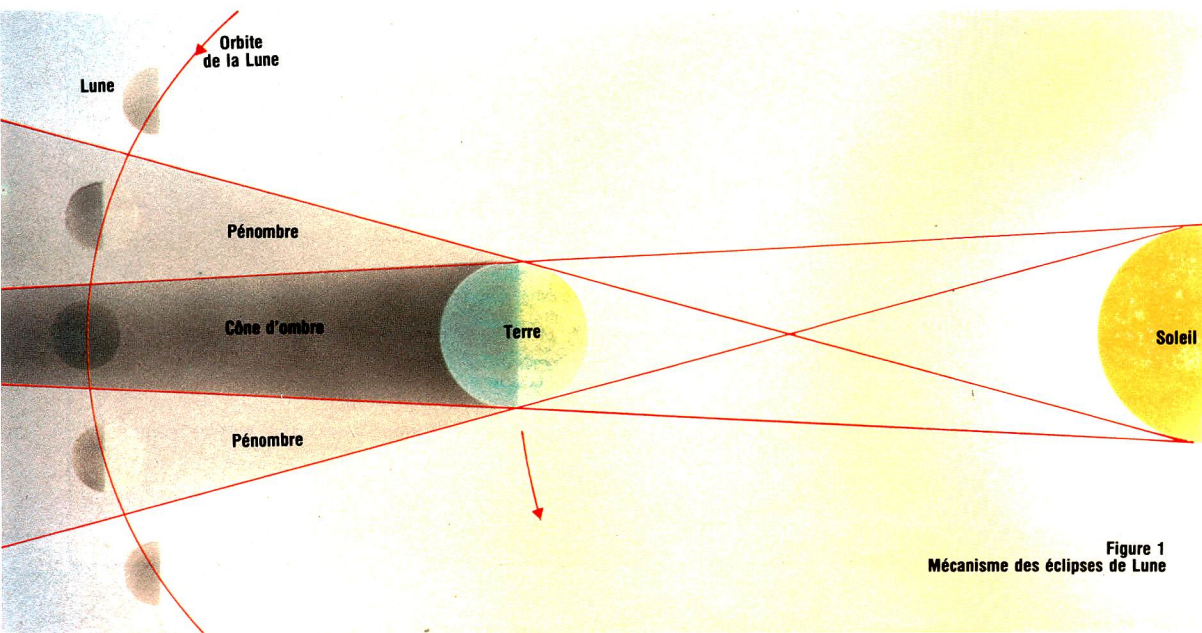


Figure 1
Mécanisme des éclipses de Lune

sont pas notre propos, nous apprennent qu'il y a au minimum deux éclipses de Lune par an et quatre au maximum. Ainsi en 1986 il y eut deux éclipses de Lune (24 avril et 17 octobre), en 1984 il y en a eu trois (15 mai, 13 juin, 8 novembre) et en 1973 quatre (18 janvier, 15 juin, 15 juillet, 10 décembre).

Une éclipse se produit de façon presque identique tous les 18 ans 11 jours 8 heures. Cette période, nommée Saros, permet de constituer des suites d'éclipses sur plus de 1 000 ans ! Ce fut très certainement une des premières méthodes utilisées pour prédire les éclipses. On en trouve mention dans les écrits grecs soixante-quinze ans avant notre ère.

L'éclipse de ce mois-ci est la réplique de celle qui eut lieu le 6 octobre 1968.

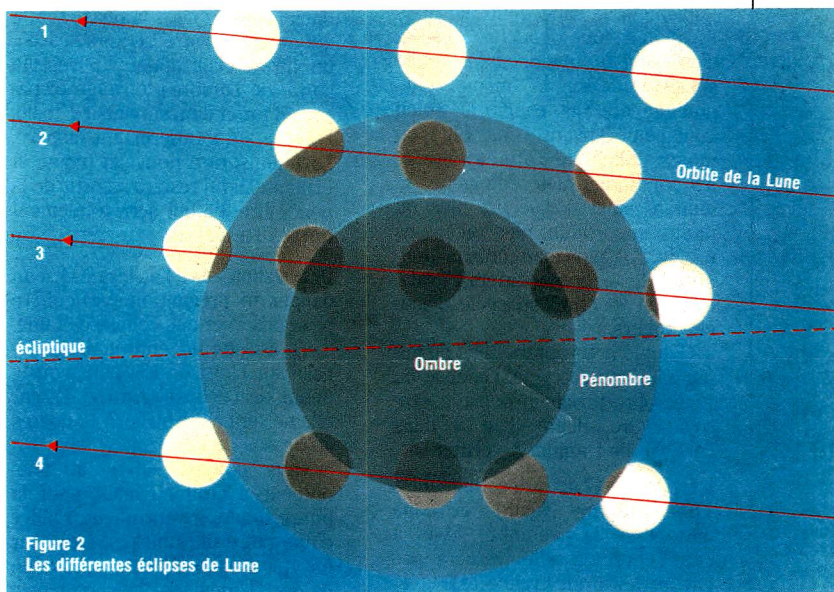
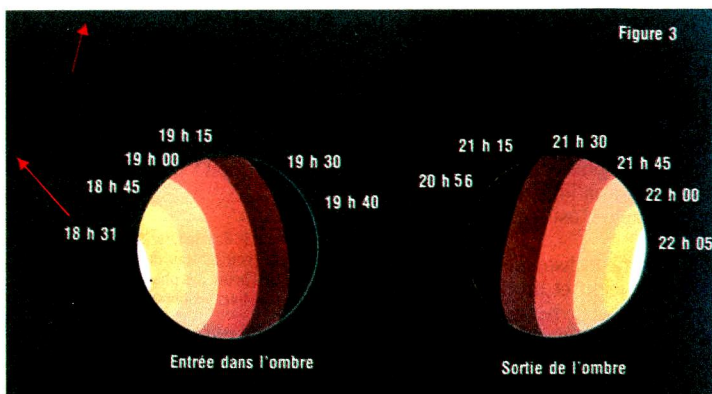


Figure 2
Les différentes éclipses de Lune



Les différentes éclipses de Lune. Toutes les éclipses de Lune ne se ressemblent pas. Selon la trajectoire de la Lune à travers le cône d'ombre et de pénombre, plusieurs cas peuvent se présenter.

Sur la **figure 2**, sont dessinées la section de ces cônes d'ombre et de pénombre ainsi que différentes trajectoires lunaires possibles.

En 1, la Lune passe en-dehors des cônes d'ombre et de pénombre : il n'y a pas éclipse.

En 2, la Lune traverse uniquement la pénombre : il y a éclipse par la pénombre, mais l'assombrissement du disque est très faible et bien souvent le phénomène ne se remarque pas.

En 3, la Lune traverse le cône d'ombre : il y a en premier lieu

éclipse par la pénombre, puis éclipse par l'ombre, phase bien visible au cours de laquelle la Lune peut disparaître complètement ; c'est ce que l'on appelle une éclipse totale.

Enfin, en 4, la Lune traverse partiellement l'ombre, une partie seulement du disque sera masquée : on dit qu'il s'agit d'une éclipse partielle de Lune.

Durée des éclipses. L'orbite de la Lune étant elliptique, sa distance à la terre varie de 356 400 à 406 700 kilomètres. La section des cônes d'ombre et de pénombre à cette distance varie donc en diamètre et par conséquent le temps que la Lune met à les traverser. Le maximum de durée d'une éclipse

totale de Lune, y compris la traversée de la pénombre, est de six heures. La phase totale peut durer de 14 minutes (ce sera le cas lors de l'éclipse qui aura lieu le 26 mai 2021) à 1 heure 46 min (6 juillet 1982). Mais il n'y a pas que la durée qui différencie les éclipses de Lune. L'aspect même de notre satellite diffère d'une "totalité" d'éclipse à l'autre.

On peut s'attendre à ce que la Lune disparaisse complètement, lorsqu'elle est dans l'ombre de la Terre. Il n'en est rien et cela est même relativement rare. En réalité, lorsqu'elle est dans l'ombre, la Lune est colorée d'un rouge qui va du cuivré au rouge foncé. Un astronome français, André Danjon, a établi une échelle de quatre couleurs en quatre degrés pour caractériser les éclipses totales. La voici :

1. Éclipse sombre grise ou brune, détails lunaires peu visibles.
2. Éclipse rouge foncé, tâche sombre au centre du disque, zone extérieure claire
3. Éclipse rouge brique, le bord est gris jaune assez clair.
4. Éclipse brillante, cuivrée ou orangee, bordure bleutée assez lumineuse.

Cette coloration provient du fait qu'une partie des rayons solaires qui frôlent la Terre et traversent son atmosphère est déviée par cette dernière et parvient à éclairer

faiblement la Lune éclipsee. Mais traversant une couche épaisse d'air, seul le rayonnement rouge subsiste : c'est le même phénomène qui fait rougir le Soleil couchant. Suivant l'état plus ou moins pollué de l'atmosphère et les conditions météorologiques la lumière ainsi déviée est plus ou moins importante, plus ou moins rouge. Fait plus inattendu, la luminosité des éclipses varierait également en fonction du cycle d'activité solaire.

Comme nous approchons du minimum dans ce cycle, l'éclipse du 17 octobre prochain pourrait être très claire, degré 3 à 4 dans l'échelle de Danjon. A vérifier.

L'éclipse du 17 octobre commence à 17 h 21 (heure légale) : la Lune entre dans la pénombre. Mais, à cette heure là, elle ne sera pas encore levée en France (1). C'est au cours de l'entrée dans la pénombre — qui dure 1 heure 09 — que la Lune apparaîtra à l'horizon. Son aspect sera celui habituel d'une pleine lune. Tout au plus, vers 18 h 20, pourra-t-on noter un léger assombrissement. A 18 h 30, notre satellite naturel pénètre le cône d'ombre. Avec une lunette ou un télescope, la morsure de l'ombre sera visible presque tout de suite. Avec des jumelles, il faudra attendre 1 ou 2 minutes et environ 5 minutes à l'œil nu.

L'ombre masquera progressivement la Lune (*figure 3*), la coloration rouge apparaissant peu à peu. A 19 h 41, la Lune sera entièrement

dans l'ombre : c'est la phase totale qui durera 1 heure 14. Vers 20 h 55, un liseré clair apparaît ; c'est la sortie de l'ombre ; le rouge disparaît au fur et à mesure et, à 22 h 06, l'ombre aura entièrement disparu. La Lune sera à nouveau pleine et brillante, il lui restera à sortir de la pénombre, ce qui sera totalement fait à 23 h 15.

Observation de l'éclipse. Aucun danger ni précaution particulière pour observer une éclipse de Lune.

Choisissez un endroit bien dégagé sur l'horizon Est pour voir le début de l'éclipse (*figure 4*), car elle ne sera alors qu'à 6 à 10 degrés au-dessus de l'horizon.

Vous pouvez suivre le phénomène à l'œil nu mais, pour la phase totale, il vaut mieux s'aider d'une paire de jumelles, fixée sur un pied photo pour plus de confort. L'idéal est d'observer avec une lunette ou un télescope. Utilisez un oculaire donnant un faible grossissement, de l'ordre de 50 à 80 fois, pour voir la Lune en entier dans le champ.

Rien ne vous empêche de dessiner l'avance de l'ombre et si vous avez une âme d'artiste, essayez de peindre la phase totale avec ses subtiles variations de rouge. La photographie est également possible.

Il faudra utiliser de préférence un téléobjectif et un film sensible (400 ASA[°]). Ouvrez le diaphragme au maximum, fixez l'appareil muni d'un déclencheur souple sur un pied stable.

Voici à titre d'exemple quelques temps de pose (°) en fonction de la focale de l'objectif :

F = 135 mm ; T = 3 à 5 secondes
F = 200 mm ; T = 2 à 3 secondes
F = 500 mm ; T = 0,5 à 1 seconde

Au-delà de ces temps de pose le flou est garanti. Ceux qui possèdent une lunette ou un télescope pourront tenter la photographie de la phase totale. Mais attention, la Lune éclipsee est environ 30 000 fois moins lumineuse que la pleine Lune. Le temps de pose sera de 20 à 30 s et plus. Il faudra donc que l'instrument soit équipé d'une monture équatoriale motorisée.

Formons des vœux pour que la météo soit favorable le 17 au soir. Un beau spectacle s'offrira à nos yeux. Ne manquez pas, juste au début de l'éclipse, de tourner votre regard vers l'ouest pour suivre le coucher de Saturne tandis que, plein sud, Mars la rouge passe au méridien, suivie 1 h 30 plus tard par Jupiter.

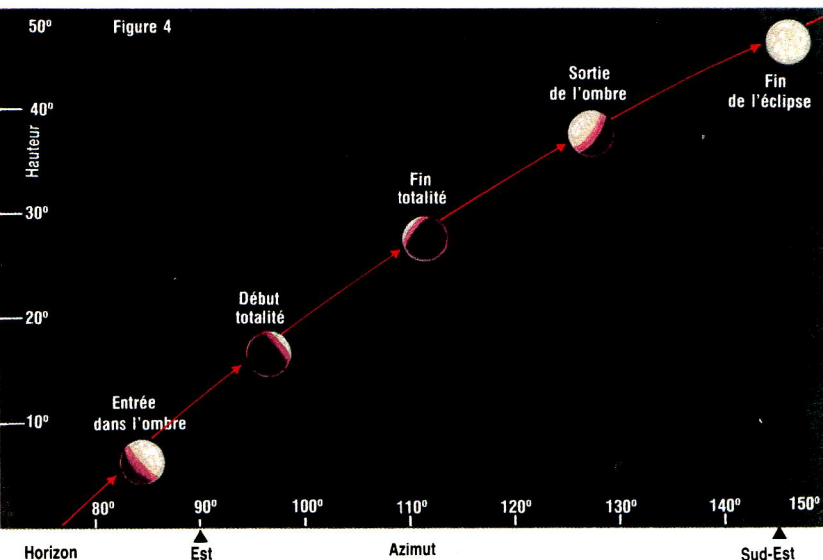
Ce sera également la période de l'essai d'étoiles filantes des Orionides constitué par les résidus de la comète de Halley.

L'occasion d'une belle nuit d'observation !

Yves Delaye

(1) Suivant le lieu, la Lune se lève à une heure différente (voir tableau des heures de lever). Par contre l'heure des phases de l'éclipse est la même pour tous les observateurs.

(2) Signalons Astrophot, calculateur de temps de pose pour la photo astro. En vente à la Maison de l'Astronomie, 33, rue de Rivoli, 75004 Paris. 52 fr. + 15 fr. de port.



| LEVER DE LA LUNE LE 17 OCTOBRE (HEURE LÉGALE) | |
|---|---------|
| Paris | 17 h 51 |
| Marseille | 17 h 46 |
| Brest | 18 h 19 |
| Strasbourg | 17 h 30 |
| Lille | 17 h 45 |

| PHASES DE L'ÉCLIPSE | |
|-------------------------|---------|
| Entrée dans la pénombre | 17 h 21 |
| Entrée dans l'ombre | 18 h 30 |
| Début de la totalité | 19 h 41 |
| Fin de la totalité | 20 h 55 |
| Sortie de l'ombre | 22 h 06 |
| Fin de l'éclipse | 23 h 15 |



La rotation vibratoire

PHYSIQUE AMUSANTE

Il est des phénomènes curieux qui semblent n'avoir aucune application possible au moment où ils sont découverts, et dont l'intérêt n'apparaît que bien plus tard au hasard d'une seconde découverte ou bien d'un besoin nouveau. Ne nous faisons cependant pas trop d'illusions en ce qui concerne cette hélice vibratoire que nous allons décrire, et construire ensuite, ce mois-ci. A notre connaissance, son inventeur n'a laissé aucun mémoire descriptif. Peut-être est-ce un berger solitaire, à moins que ce ne soit un vieil homme cherchant à fabriquer un jouet inédit pour son petit-fils.

En tout cas, le résultat est surprenant et tout à fait inattendu. Si l'on ajoute que les moyens mis en œuvre sont d'une extrême simplicité, on se trouve en face d'un système qui ne peut laisser indifférent l'amateur de curiosités mécaniques.

Pour construire ce dispositif, il suffit de disposer d'une baguette de bois souple et dur, comme du noisetier, d'un diamètre de 10 à 15 mm et d'une longueur de 25 à 35 cm ; ajoutons un canif bien aiguisé, un clou et une petite lame de bois qui peut d'ailleurs être découpée dans une branche du même bois que la baguette. Avec de l'entraînement, on peut même se passer de cette petite lame à condition d'avoir des ongles en bonne santé.

Ceux qui n'ont pas de maison à

la campagne, ou qui ne se promènent pas dans les forêts le dimanche, pourront utiliser une tige de bois comme on en trouve dans tous les magasins de bricolage, ou même une règle en plastique. La nature du matériau n'est pas critique, mais elle conditionne tout de même le rendement et l'efficacité du dispositif. Ajoutons que ce système bizarre semble défier les lois qui régissent la construction mécanique : si on s'applique à la construire selon les normes habituelles, c'est-à-dire avec un ajustage aussi fin que possible laissant le minimum de jeu, il ne fonctionnera pas. Car cette rotation vibratoire, ou vibration rotatoire, au choix, est fondée sur les imperfections de la construction.

Il ne faut pas en conclure qu'on peut le réaliser n'importe comment et en profiter pour exagérer le côté bricolage : le jeu des pièces doit être en fait bien ajusté.

Le montage est des plus simples : une hélice (en réalité une forme plane possédant seulement un centre de symétrie, et qui peut donc avoir un dessin très varié) est montée libre sur son axe (un simple clou) à l'extrémité d'une tige de 35 cm environ sur laquelle on a pratiqué des encoches avec un canif ou une lime ronde.

Tenant alors la baguette de la main gauche par son autre extrémité, on la frotte avec une pièce de forme quelconque (ou même avec les ongles) et l'hélice se met à

tourner. Pour que ce phénomène inattendu se produise, il faut cependant respecter quelques impératifs.

- La pièce doit être frottée perpendiculairement à la baguette en lui imprimant un mouvement de va-et-vient.
- Dans un premier temps elle doit être tenue entre le pouce et l'index.
- L'hélice ne doit surtout pas être isolée mécaniquement (par une perle ou une rondelle) de l'extrémité de la baguette.
- Un jeu relativement important doit être laissé, d'une part entre la face arrière de l'hélice et l'extrémité avant de la règlette, et d'autre part entre le trou central de cette même hélice et son axe : l'hélice doit pouvoir osciller autour de cet axe.

Curieusement, le sens de rotation dépend de la manière dont on frotte la baguette : selon qu'on agit avec une pièce tenue avec deux doigts, ou avec trois, ou avec la main tout entière, l'hélice va dans un sens ou dans l'autre. En pratique, il y a un sens de rotation préférentiel, celui qui permet la plus grande vitesse avec le moins d'effort.

L'interprétation du phénomène est assez délicate, car elle repose sur les moments d'inertie, sur les concordances de phases et sur les processus liés aux phénomènes élastiques et vibratoires. Pour commencer, toute vibration est un mouvement oscillant plus ou moins rapide, souvent difficile à percevoir s'il n'y a pas émission sonore ou amplitude directement repérable à l'œil nu. Or, tout mouvement alternatif, donc composé d'allers et retours se répétant identiquement, peut être transformé en mouvement circulaire, et réciproquement.

La solution la plus classique est la manivelle qui depuis l'antiquité a permis de convertir les mouvements du bras en rotations. Plus tard, avec les machines à vapeur, puis les moteurs à essence, cette manivelle est devenue vilebrequin, la bielle étant l'équivalent du bras. Les excentriques, qui sont seulement des manivelles très courtes, obéissent exactement au même schéma. Les arbres à came, qui transforment une rotation en allers et retours des soupapes, correspondent à un schéma mécanique

un peu différent mais néanmoins réversible : si, ayant lancé un arbre à came pourvu d'un volant d'inertie, on appuie sur la soupape au bon moment, on donne un petit coup d'élan pendant une fraction de tour qui va suffire à entretenir la rotation.

Mentionnons encore l'échappement à ancre des pendules qui convertit l'aller et retour du balancier en déplacement circulaire des aiguilles. Manivelle, excentrique, came ou rochet, le processus consiste toujours à exercer un appui mécanique dans le sens de la rotation pendant une fraction de tour (qui ne peut excéder un demi-tour), à relâcher cet appui, puis à le reprendre, et ainsi de suite. On notera que la force motrice, pour un système élémentaire n'ayant qu'une pièce excentrique, ne peut s'exercer pendant plus d'un demi-tour, faute de quoi cette même force freinerait la rotation pendant le demi-tour suivant et tout s'arrêterait.

Il ne faut pas non plus que les forces de frottement, ou les couples résistants dans le cas d'une machine, soient trop élevés, sinon la rotation s'arrête pendant le demi-tour non moteur. C'est pourquoi toutes les machines alternatives comportent un volant d'inertie, c'est-à-dire une masse assez lourde pour qu'une fois mise en rotation elle continue sur sa lancée pendant les fractions de tour non motrices. A moins de multiplier les unités (moteurs à plusieurs cylindres) ou de faire agir la bielle en appui d'abord, en traction ensuite (machines à vapeur) il faut que la pièce tournante présente une certaine inertie pour que le mouvement se poursuive.

Dans notre baguette vibratoire, ou roto-vibrante, il semble n'y avoir ni bielle ni vilebrequin ; c'est vrai, mais il y a un excentrique qui passe inaperçu, et qui n'est autre que l'axe nettement plus petit que le trou de l'hélice. En mécanique normale, un tel décentrement provoquerait immédiatement des vibrations, et même des secousses qui mèneraient à la rupture du système. Dans le nôtre, c'est au contraire cet excentrique qui va amener la rotation de l'hélice ; on comprend ici pourquoi nous disions que le montage doit

avoir un jeu notable.

Revenons au principe qui préside à la conversion d'un mouvement oscillant, donc discontinu, en mouvement tournant continu : donner une impulsion dans le bon sens au bon moment. Sans bielle et sans came, on peut y parvenir à la main, et même avec un seul doigt : tout le monde sait faire tourner un anneau un peu large, genre anneau de rideau ou anneau de clefs — et s'il y a des clefs au bout, cela marche encore mieux. Le geste est si simple, on pourrait presque dire si naturel, qu'il est peu commode de le décomposer et de repérer que le doigt constitue l'excentrique par rapport à l'anneau.

Analyser le mouvement demande de prendre un anneau et de le faire tourner au bout du doigt ; pour le lancer on décale vivement la main vers le côté et l'anneau, qui par inertie ne peut suivre instantanément le geste, bascule autour du doigt : il a donc entamé une rotation. Pour la poursuivre, on accélère le geste vers le haut, et l'anneau continu à basculer mais la force centrifuge le maintient contre la peau. C'est cette pression qui assure la liaison et permet, en faisant décrire au doigt un mouvement sensiblement circulaire, de faire tourner l'anneau.

Toutefois, nous ne sommes pas encore ici à la conversion d'un mouvement strictement alternatif, c'est-à-dire allers et retours en ligne droite : ce mouvement est difficile à faire de manière précise avec la main, mais en s'entraînant on verra qu'il est possible de l'approcher d'assez près, et de faire tourner l'anneau avec une oscillation courte mais rapide du doigt, de bas en haut. La rotation se poursuit pour deux raisons : la force centrifuge maintient l'anneau contre le doigt, et le mouvement oscillant, s'il est bien synchronisé, apporte à chaque demi-tour l'énergie nécessaire pour vaincre les frottements.

Avec notre baguette, le phénomène est de même nature : l'hélice, dont le trou est large par rapport au clou, repose en un point seulement, comme l'anneau sur le doigt, au lieu de porter sur une large surface comme ce serait le cas avec un palier bien ajusté. Quand on passe une pièce dure, ou les ongles, sur les encoches de la

baguette, on lui donne une succession d'impulsions qui la font vibrer et la pointe portant l'hélice se met à osciller verticalement.

A première vue, on pourrait croire que la petite hélice va seulement suivre le mouvement et s'agiter de bas en haut. Ce peut être le cas, mais le plus souvent, l'axe, dans ces oscillations, ne revient pas porter exactement au point de départ, mais un peu sur le côté. L'hélice se trouve alors en déséquilibre et entame un léger basculement, donc en fait une amorce de rotation. A ce moment, la pointe, à chaque aller et retour, revient toucher un point voisin.

Si ce point est opposé, par rapport à l'axe de symétrie du trou, au point précédent, l'impulsion donnée va en sens contraire de la précédente, contrariant le premier basculement et l'hélice se borne à remuer sans tourner. Mais si le point touché est la continuation du précédent sur le pourtour intérieur du trou, la rotation se poursuit d'une fraction de tour supplémentaire. Tant que ces conditions sont réunies, la rotation se poursuit et, si la synchronisation est bonne, elle peut même devenir très rapide, évoquant tout à fait une hélice d'avion au décollage.

La transformation des oscillations due au frottement de la pièce sur les encoches en rotation de l'hélice est donc réussie parce que la force centrifuge maintient l'intérieur du trou contre l'axe et que celui-ci, en allant de haut en bas, donne à chaque fois l'impulsion nécessaire. Pour que le système marche bien, il faut toutefois qu'il y ait adéquation entre la fréquence de la baguette, le diamètre de l'axe, le diamètre du trou et le mouvement d'inertie de l'hélice.

En ce domaine, notre modèle est très primitif — ce qui fait aussi son intérêt — et il faudrait une étude expérimentale longue et soignée, étayée par des calculs assez délicats relevant de la dynamique des rotations, pour avoir un outil capable de performances élevées. La partie la plus difficile de l'étude consisterait justement à obtenir une parfaite synchronisation entre les vibrations et la rotation, en tenant compte des paramètres liés à l'élasticité des composants.

Toute étude de ce genre sortirait largement du cadre de cette ru-

brique, et nous allons donc passer à la construction de ce convertisseur oscillations-rotations original et peu connu. Deux solutions sont proposées, l'une rustique, l'autre plus affinée ; toutes deux fonctionnent aussi bien et les dimensions ne sont pas critiques. Les **figures 1 et 2** montrent la réglette, qui peut être de section circulaire ou carrée et les crans que l'on obtiendra soit avec un canif pour une tige en bois, soit avec une lime ronde ou demi-ronde si on veut un beau travail, que ce soit sur du bois ou sur du plastique.

La **figure 3** donne les dimensions de l'hélice. Elle est taillée dans une feuille de bois ou de polystyrène mince, ou même de carton dur pour former un rectangle ayant environ 2 cm de large et 8 cm de long. On peut aussi bien lui donner la forme d'une hélice habituelle, et même galber les pales, cela n'influe pas sur le résultat.

Par contre, ce qui est important, c'est le trou percé au milieu du rectangle ; il devra être plus grand que le diamètre de l'axe, de façon à obtenir un jeu très important. C'est d'ailleurs l'expérience qui montrera, après divers essais, quelle est la taille qui donne les meilleurs résultats — on commencera par un trou légèrement agrandi par rapport au diamètre de l'axe, et on l'élargira ensuite par paliers pour voir quelle est la valeur optimale, celle par laquelle l'hélice démarre facilement et tourne vite.

Le couple moteur étant faible, il faudra veiller cependant à un bon équilibrage de l'hélice qui, au repos, doit garder l'orientation qu'on lui donne sans avoir tendance à basculer d'un côté ou de l'autre. On obtiendra cet équilibre en enlevant un peu de matière sur la pale qui aurait tendance à basculer vers le bas, mais il faut procéder en douceur sinon cette pale devient trop légère par rapport à l'autre et au repos elle bascule vers le haut. Il ne reste plus alors qu'à recommencer avec l'autre.

L'axe est constitué d'un petit clou fin, genre clou de crochet X ou punaise à grosse tête plastique, piqué au bout de la tige. On pourra éventuellement disposer des perles entre la tête du clou et l'hélice, mais pas entre celle-ci et

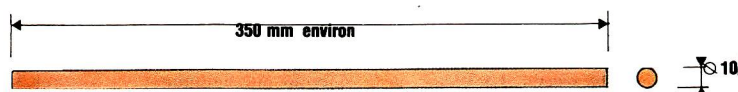


Figure 1

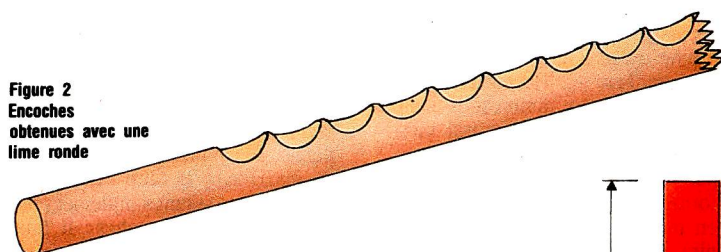


Figure 2
Encoches
obtenues avec une
lime ronde

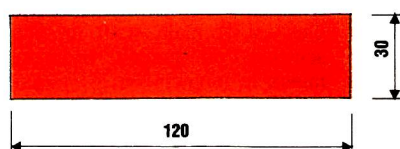


Figure 4

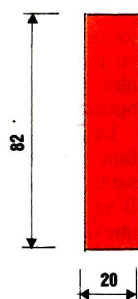


Figure 3

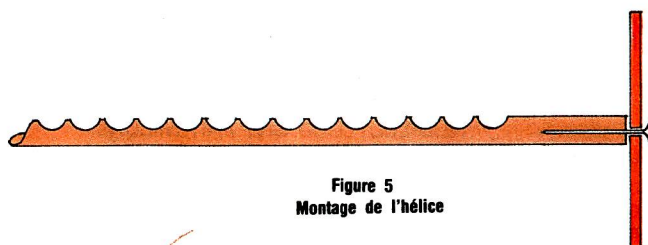


Figure 5
Montage de l'hélice

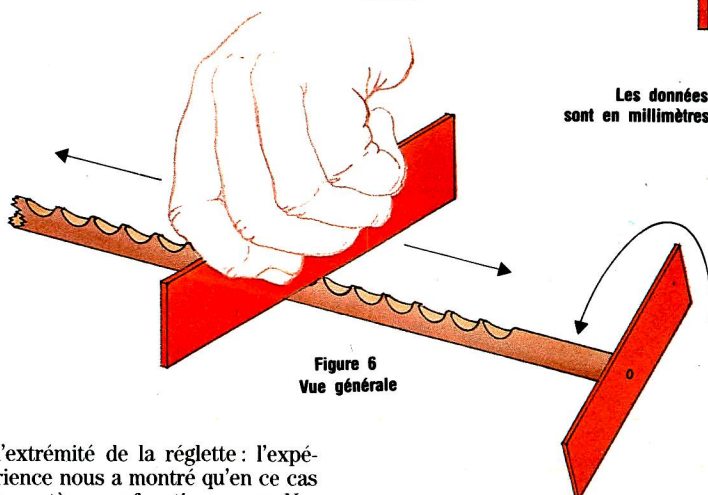


Figure 6
Vue générale

l'extrémité de la réglette : l'expérience nous a montré qu'en ce cas le système ne fonctionne pas. Notons que l'intervalle entre la face arrière de l'hélice et la face avant de la tige est déterminant ; on aura donc intérêt à le modifier dans un sens ou dans l'autre en observant le résultat (facilité de démarrage et vitesse de rotation). Sur notre modèle il est d'environ 1 mm.

Quand cet écart est trop petit, l'effet est faible ; s'il est trop grand, il ne se produit que de manière irrégulière et seulement lorsqu'on relève légèrement l'avant de la ré-

glette. Il faut donc avoir des pinces à portée de la main quand on fait les premiers essais. La pièce de manœuvre, **figure 4**, celle avec laquelle on frotte les encoches pratiquées sur la tige, est faite d'un rectangle en bois ou en polystyrène ayant 2 mm d'épaisseur et environ 3 cm sur 12 cm. Répétons encore que ces dimensions sont seulement indicatives, aussi bien d'ailleurs que le nombre de crans par décimètre ou que la taille, la forme et le poids de l'hélice. C'est en multipliant les essais qu'on finira par trouver les dimensions optimales.

La **figure 5** montre la disposition relative des divers composants en cours de fonctionnement. Il se peut qu'au début l'hélice ait quelque difficulté à tourner.

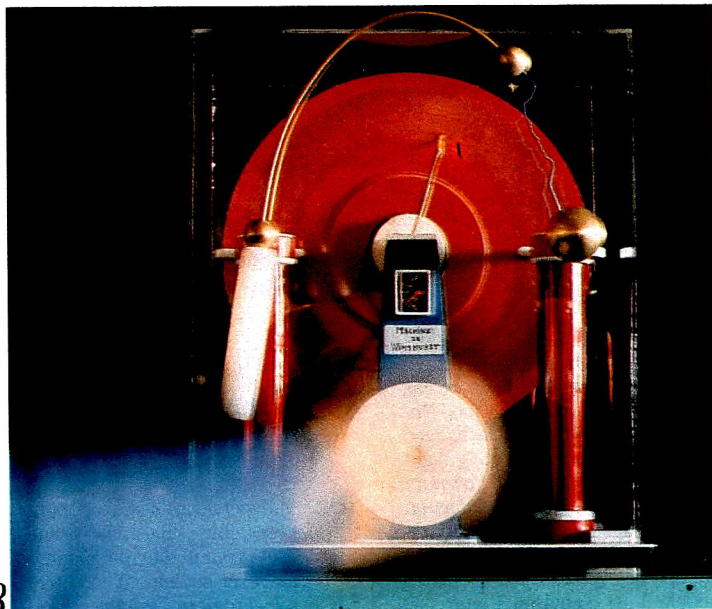
On remarquera très vite que le frottement sur les encoches, assez énergique au départ, peut être réduit et se limiter ensuite à un effleurement s'il est fait au bon moment. Le fait que l'on puisse facilement constater l'effet par la

rotation de l'hélice conduit très vite à trouver la bonne cadence, celle qui justement va assurer la synchronisation entre vibration et rotation. A ce moment, il suffit d'un niveau d'énergie très faible pour vaincre les frottements et entretenir une rotation rapide : l'engin est en résonnance.

Comme nous l'avons dit, avec un peu d'entraînement, on peut se dispenser de cet archet qu'est la pièce de manœuvre et faire marcher le système en passant simplement les ongles sur les encoches ; il faut pour cela serrer le bout des cinq doigts ensemble pour faire une surface dure qui donne d'aussi bons résultats que la pièce. Qui plus est la main étant un outil sensible, on perçoit beaucoup mieux le moment où le système entre en résonnance. Ajoutons enfin que la prise de la main qui tient la baguette joue aussi un rôle important : il ne faut pas trop des deux mains pour bien maîtriser vibrations, rotation, résonnance et moments d'inertie. **Renaud de La Taille**

NOS LECTEURS ONT FAIT MIEUX

Visiblement la machine de Wilmhurst, pourtant le montage le plus complexe que nous ayons proposé, a séduit nos lecteurs : après celle de M. Rigneault, voici celle de M. Bouvier, à Rennes, qui a monté les plateaux sur roulements à aiguille et la manivelle sur billes. Un hygromètre monté sur le devant du bâti permet de prévoir les résultats : en effet, si la machine donne facilement 10 cm d'étincelle à 30 % de luminosité, elle n'en donne plus que 4 cm à 85 %.



Un chronomètre auto-déclenché

INFORMATIQUE PRATIQUE

Même si vous n'êtes pas un fanatique de compétitions sportives, vous avez sûrement déjà pu observer le chronométrage des divers concurrents. Un chronomètre, commandé par un dispositif de détection optique, démarre dès que la ligne de départ est franchie puis s'arrête lors du passage sur la ligne d'arrivée. Nous vous proposerons de réaliser ce mois-ci, à l'aide de votre micro-ordinateur, un dispositif similaire. Cependant, nous l'avons quelque peu amélioré. En effet il pourra chronométrer jusqu'à dix concurrents simultanément et fournir un temps intermédiaire pour chacun d'entre eux.

En ce qui concerne le départ, le chronométrage débutera lorsque l'un des participants aura franchi la ligne de départ. Si vous voulez, il sera possible d'améliorer encore ce dispositif soit en plaçant d'autres détecteurs de temps intermédiaire, soit en augmentant le nombre possible de participants.

Mais avant de passer à l'étude de cette réalisation, voyons, dans ses grandes lignes, le principe de son fonctionnement.

La détection des divers passages sera réalisée de manière optique. Trois cellules LDR seront employées. La première pour détecter le franchissement de la ligne de départ, la seconde pour contrôler les temps de passages intermédiaires et la troisième pour l'arrivée.

A partir de ces diverses informations, transmises à l'ordinateur par l'intermédiaire de notre interface, le programme se chargera de gérer le chronométrage.

Comme nous le savons maintenant, l'interface principale que nous avons réalisée voici déjà plusieurs mois, permet "d'entrer" dans l'ordinateur un octet — c'est-à-dire huit bits — quelconque et de l'utiliser dans un programme. Notre présente réalisation ne demandera donc que peu de composants. En effet nous ne réaliserons ici que

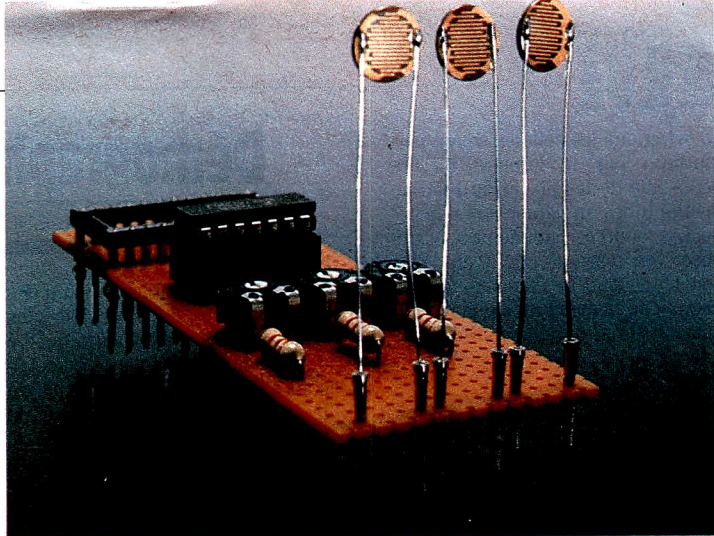
trois détecteurs de passages indépendants.

Le premier transmettra ses résultats sur le bit de poids faible de l'octet transmis à la machine, le second sur le bit 1 et le troisième sur le second.

L'octet transmis à l'ordinateur sera donc compris, en binaire, entre 00000000 et 00000111. Dans le cas d'un participant unique nous trouverons dans l'ordre les valeurs suivantes : 00000001 lors du franchissement de la ligne de départ — soit 1 en base 10 —, 00000010 pour le temps intermédiaire — soit 2 en base 10 — et enfin 00000100 lors du passage sur la ligne d'arrivée — soit 4 en base 10.

Les détecteurs optiques seront réalisés autour d'un MM 74 CJ 00 à quadruple porte NAND, de technologie CMOS. L'une des entrées de chaque porte sera reliée à une LDR et un potentiomètre permettra de régler la sensibilité de chaque détecteur.

Les bits 0 à 2, utilisés pour la commande du chronométrage seront directement prélevés sur les



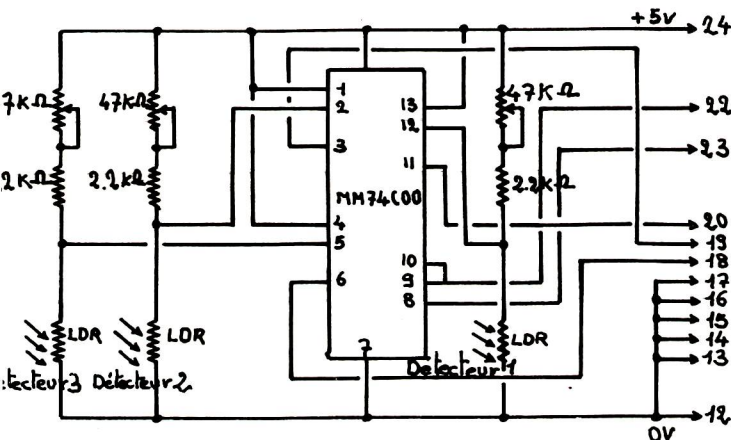
90 du programme), le nombre de participants sera demandé puis utilisé pour dimensionner le tableau de classement des résultats ; tableau créé par l'instruction DIM de la ligne 140.

La fonction de chronométrage pourra alors commencer. Le programme attendra en ligne 160 que la ligne de départ soit franchie puis le chronométrage débutera. Le

l'ensemble des résultats apparaîtra sur l'écran.

Un autre chronométrage sera obtenu si on appuie sur une touche du clavier. Notons que la valeur donnée pour la boucle de la variable R réalisée à la ligne 245 permet d'ajuster la précision de ce chronomètre.

Nous la faisons varier ici entre 1 et 4 ; ceci correspond à un réglage



sorties de ce circuit.

Le programme que nous vous proposons, réalisé ici sur un ZX Spectrum, comportera deux parties. La première est destinée à simplifier le réglage de la sensibilité des détecteurs de passage. Une fois l'interface câblée et raccordée à l'ordinateur, RUN sera demandé. L'écran indiquera alors l'état de chaque détecteur. Il faudra alors agir sur les potentiomètres de sensibilité pour obtenir les résultats escomptés.

Ce réglage terminé (lignes 50 à

programme est ensuite classique. Les variables CT, S et M correspondant respectivement aux centièmes de secondes, aux secondes et aux minutes seront incrémentées. Notons que chaque fois qu'un passage devant la cellule des temps intermédiaires sera détecté il sera mémorisé dans le tableau par la ligne 250.

De même, chaque arrivée sera mémorisée par la ligne 270. Une fois l'ensemble des arrivées mémorisé, le chronométrage s'arrêtera et un tableau comportant

| TEMPS PARTIEL : | TEMPS TOTAL |
|----------------------------------|----------------|
| 0 m 31 s 90 ct. | 1 m 1 s 0 ct. |
| 0 m 35 s 40 ct. | 1 m 1 s 50 ct. |
| 0 m 35 s 50 ct. | 1 m 1 s 70 ct. |
| 0 m 36 s 30 ct. | 1 m 4 s 40 ct. |
| 0 m 37 s 90 ct. | 1 m 4 s 70 ct. |
| 0 m 38 s 0 ct. | 1 m 5 s 70 ct. |
| 0 m 39 s 0 ct. | 1 m 5 s 80 ct. |
| 0 m 39 s 30 ct. | 1 m 6 s 0 ct. |
| 0 m 39 s 40 ct. | 1 m 6 s 30 ct. |
| 0 m 40 s 40 ct. | 1 m 6 s 40 ct. |
| Depart suivant: taper une touche | |

moyen mais il est possible que ces valeurs aient à être modifiées.

La réalisation de cet interface de chronométrage ne doit pas poser de problème particulier. Son câblage sera effectué, comme toujours, en wrapping. Le support du circuit intégré sera donc mis en place puis le câblage sera réalisé. La longueur des fils raccordant les cellules au montage n'a pas grande importance. Il sera cependant préférable d'effectuer les réglages de sensibilités avec la longueur de câble définitive. De même, afin

d'éviter que les cellules soient perturbées par la lumière, il sera conseillé de les placer au fond de petits tubes en papier fort noir.

Les sources lumineuses à utiliser en vis-à-vis pourront être quelconques; de simples lampes de poche peuvent même convenir, mais il est préférable d'utiliser des

```

10 BORDER 0: PAPER 0: INK 6: C
LS
20 PRINT AT 5,10;"Capteur 1:"
30 PRINT AT 10,10;"Capteur 2:"
40 PRINT AT 15,10;"Capteur 3:"
AT 21,0;"Pour terminer ce test
taper f."
50 LET C=IN 255
60 IF C=1 OR C=3 OR C=5 OR C=7
THEN PRINT AT 5,20;"ECLAIRE."
GO TO 70
65 PRINT AT 5,20;"MASQUE."
70 IF C=2 OR C=4 OR C=6 OR C=8
THEN PRINT AT 10,20;"ECLAIRE."
GO TO 80
75 PRINT AT 10,20;"MASQUE."
80 IF C=4 OR C=5 OR C=6 OR C=7
THEN PRINT AT 15,20;"ECLAIRE."
GO TO 90
85 PRINT AT 15,20;"MASQUE."
90 IF INKEY#<>"f" THEN GO TO 5
0
95 INPUT "Nombre de participant
s ?";NP: IF NP>10 OR NP<1 THEN
GO TO 95
100 CLS: LET TM=1: LET AR=1
110 LET M=0
120 LET S=0
130 LET CT=0
140 DIM T(6,NP)
150 PRINT AT 10,20;"PRET."
160 LET C=IN 255
170 IF C<=5 THEN GO TO 160
200 PRINT AT 10,20;M;" ";S;"
":CT;"
210 LET C=IN 255
220 LET CT=CT+10
230 IF CT=100 THEN LET S=S+1: L
ET CT=0
240 IF S=50 THEN LET M=M+1: LET
S=0
245 FOR R=1 TO 4: NEXT R
250 IF C=5 AND TM<NP+1 THEN LET
T(1,TM)=M: LET T(2,TM)=S: LET T
(3,TM)=CT: LET TM=TM+1
260 IF C=3 THEN LET T(4,AR)=M:
LET T(5,AR)=S: LET T(6,AR)=CT: L
ET AR=AR+1
270 IF AR>NP+1 THEN GO TO 300
280 GO TO 200
300 CLS: INK 2: PRINT "TEMPS P
ARTIEL: TEMPS TOTAL:"
310 FOR I=1 TO NP
320 INK 4: PRINT AT (2*I),0;T(1
,I);" ";T(2,I);" ";T(3,I);"
":ct;"
330 INK 5: PRINT AT (2*I),17;T(
4,I);" ";T(5,I);" ";T(6,I);"
":ct;"
340 NEXT I
350 INK 1: PRINT AT 21,0;"Dépar
t suivant: taper une touche": IN
K 6
360 IF INKEY#="" THEN GO TO 360
370 GO TO 95

```

lampes secteur type spot.

La distance maximale entre les lampes et les cellules sera fonction de la luminosité ambiante et de la puissance des spots employés mais un réglage, même approximatif, permet d'obtenir facilement des "couloirs de passage" de 2 mètres de large. **Henri-Pierre Penel**

Démographie et mortalité

LE "MICRO" DE L'INGÉNIEUR

Voici probablement l'un des "micro de l'ingénieur" les plus sombres qu'il vous aura été donné à lire, et nous nous en excusons à l'avance. Cependant, malgré le titre peu engageant qui le préside, nous nous efforçons de préciser que vous pourrez calculer, entre autres, l'espérance de vie d'un individu dans une population donnée, ce qui est nettement plus riche d'espoir.

La mortalité est, contrairement au bon sens, l'une des choses les moins bien partagées sur Terre. L'espérance de vie d'une Islandaise est double de celle d'un homme du Mali et, même en France, un cadre ou un enseignant profitera bien plus longtemps de la vie (5 ans au moins) qu'un ouvrier ou un agriculteur.

Les progrès de la médecine et de l'hygiène ont certes allongé de façon sensible la durée de vie moyenne des humains, notamment par la baisse de la mortalité infantile, mais le mode de vie reste

manger de façon équilibrée, ne pas vivre seul, être du sexe féminin... c'est du capital vie en plus. Une conclusion importante à tirer est que les caractéristiques moyennes d'une population cachent bien des disparités.

Dans la petite étude qui va suivre, nous nous proposons, à partir des effectifs et des décès par tranche d'âge d'une population donnée, de calculer divers éléments, tels que la durée probable de vie à n'importe quel âge, l'espérance de vie à la naissance et la fonction de survie. Cette dernière est définie comme étant la probabilité que possède une personne née, d'être encore en vie à l'âge x. Egale à 1 à la naissance, elle décroît jusqu'à atteindre 0, après 100 ou 110 ans (les calculs à ces âges sont difficiles).

Soulignons que les formules qui suivent supposent une invariance caractéristique intrinsèque de la population dans le temps. Ainsi, dire que Paul, âgé de 60 ans, a en

POPULATION FÉMININE ESPAGNOLE EN 1963 (N = 19)

| k | ÂGE AU DERNIER ANNIVERSAIRE, ANNÉE DE DÉBUT DE TRANCHE, x | EFFECTIFS | DÉCÈS |
|----|---|-----------|--------|
| 1 | 0 | 319 946 | 8 801 |
| 2 | 1 | 1 203 606 | 1 837 |
| 3 | 5 | 1 378 931 | 733 |
| 4 | 10 | 1 298 523 | 557 |
| 5 | 15 | 1 255 792 | 587 |
| 6 | 20 | 1 147 778 | 681 |
| 7 | 25 | 1 161 049 | 1 118 |
| 8 | 30 | 1 205 212 | 1 461 |
| 9 | 35 | 1 161 358 | 1 818 |
| 10 | 40 | 1 048 521 | 2 384 |
| 11 | 45 | 939 024 | 3 095 |
| 12 | 50 | 893 760 | 4 503 |
| 13 | 55 | 810 745 | 6 236 |
| 14 | 60 | 708 445 | 7 919 |
| 15 | 65 | 580 315 | 11 394 |
| 16 | 70 | 444 444 | 15 765 |
| 17 | 75 | 274 630 | 20 417 |
| 18 | 80 | 181 685 | 23 571 |
| 19 | 85 | 88 736 | 21 919 |
| 20 | 93,8 | — | — |

un facteur déterminant de la mortalité, bien plus influent que les soins médicaux.

D'autres facteurs de longévité sont également bien connus : avoir plusieurs parents ou grands-parents ayant dépassé un âge respectable, ne pas fumer, boire modérément, pratiquer le sport,

moyenne 14 ans à vivre, suppose que les causes de mortalité du groupe auquel il appartient resteront inchangées pendant au moins une quinzaine d'années. C'est oublier un peu vite les progrès actuels et c'est pourquoi, en réalité, l'espérance de vie à la naissance est plutôt teintée de pessimisme,

puisque'elle résulte de calculs portant sur des personnes ayant existé à des époques antérieures, XIX^e siècle y compris !

FORMULATION

Les points 1 à 9 sont rassemblés dans l'organigramme.

Le traitement statistique s'effectue sur un tableau de données ayant la forme de celui donné en exemple page de gauche. On y trouve N tranches d'âge avec, pour chacune d'elles, le nombre total d'individus ayant atteint cet âge au cours d'une année de référence (ici : l'année 1963), suivi du nombre de décès pendant cette même année.

En notant k le numéro d'intervalle, x(k) est l'âge de début de cet intervalle. Ainsi, toujours d'après notre tableau, x(1) = 0, x(2) = 1, x(3) = 5, etc. On doit de plus rajouter, au rang N + 1, un âge moyen limite qui, dans l'exemple, représente l'âge moyen auquel décèdent les personnes de plus de 85 ans (ici : 93,8 ans).

La démarche à suivre pour déterminer l'espérance de vie est celle-ci :

1. Procéder à un calcul de mortalité brute, en posant, pour tout k, de 1 à N, $m(k) = D(k)/K(k)$
D(k) : nombre des décès dans la tranche k
K(k) : nombre d'individus dans la tranche k

2. En posant $n(k) = x(k + 1) - X(k)$ (n est donc la longueur de l'intervalle n°k), poser :
 $q(k) = n(k).D(k) / (K(k) + 1/2D(k))$, qui donne de façon approchée la mortalité pour l'ensemble de l'intervalle k, en supposant que tous les décès aient eu lieu au centre de cet intervalle.

3. Calculer la fonction de survie l(k), qui donne la probabilité d'être en vie à l'âge x(k) :
poser l(1) = 1, d(1) = q(1) et, pour tout k compris entre 2 et N, calculer l(k) = l(k - 1) - d(k - 1), puis d(k) = l(k).q(k) qui donne le taux de mortalité d'un individu né (et non plus vivant).

4. Calculer L(k) qui indique le nombre total d'années vécues par chaque personne dans l'intervalle k, et qui dépend de la façon dont

ces morts se distribuent sur le dit intervalle. Pour ceci, on utilise souvent la formule empirique :

$$L(k) = \frac{13n(k)}{24} (l(k) + l(k + 1)) - \frac{n}{24} (l(k - 1) + l(k + 2)),$$

valable pour k > 1.

Lorsque k = 1,

$$L(k) = \frac{(1) + l(2)}{2} (x(2) - x(1))$$

Naturellement, l(k) vaut 0 pour k

> N.

5. Calculer a(k), nombre moyen d'années vécues dans l'intervalle k par les individus qui y sont comptabilisés :

$$a(k) = (L(k) - (x(k + 1) - x(k)).l(k + 1)) / d(k)$$

6. Réévaluer la fonction q de

```

10 REM PROGRAMME DE CALCUL DE MORTALITE ET D'ESPERANCE DE VIE
20 REM
30 HOME : VTAB 5: PRINT "PROGRAMME DE TRAITEMENT STATISTIQUE DE LA MOR
TALITE": PRINT : PRINT : PRINT
40 INPUT "COMBIEN DE CLASSES D'AGE COMPORTE VOTRE TABLEAU DE DONNEES ?
":N
50 DIM DD(N),KK(N),X(N + 1),MT(N + 2,8)
60 FOR K = 1 TO N
70 PRINT : PRINT "POUR LA TRANCHE D'AGE n°";K;": ": PRINT
80 INPUT "QUEL EST L'AGE DE DEBUT ? ":X(K): PRINT
90 INPUT "QUEL EST L'EFFECTIF ? ":KK(K): PRINT
100 INPUT "QUEL EST LE NOMBRE DE DECES ? ":DD(K): PRINT
110 NEXT K
120 PRINT "QUEL EST L'AGE LIMITE MOYEN A PARTIR DE ":X(N);" ANS ": INPUT
":X(N + 1)
130 PRINT : PRINT "TRAITEMENT DES DONNEES EN COURS"
140 REM
150 REM CALCUL DE LA MORTALITE BRUTE
160 REM
170 FOR K = 1 TO N
180 MT(K,1) = DD(K) / KK(K)
190 MT(K,2) = (X(K + 1) - X(K)) * DD(K) / (KK(K) + 0.5 * DD(K))
200 NEXT K
210 B = 0
212 REM
214 REM CALCUL DE LA FONCTION DE SURVIE
216 REM
220 MT(1,3) = 1:MT(N,2) = 1
230 MT(1,4) = MT(1,2)
240 FOR K = 2 TO N
250 MT(K,3) = MT(K - 1,3) - MT(K - 1,4)
260 MT(K,4) = MT(K,3) * MT(K,2)
270 NEXT K
280 MT(1,5) = (MT(1,3) + MT(2,3)) / 2 * (X(2) - X(1))
290 MT(N + 1,3) = 0:MT(N + 2,3) = 0
300 FOR K = 2 TO N
310 MT(K,5) = (13 * (MT(K,3) + MT(K + 1,3)) - (MT(K - 1,3) + MT(K + 2,3))
) * (X(K + 1) - X(K)) / 24
320 NEXT K
330 REM
340 REM RECALCUL DE Q
350 REM
360 FOR K = 1 TO N
370 MT(K,6) = (MT(K,5) - MT(K + 1,3) * (X(K + 1) - X(K))) / MT(K,4)
380 MT(K,2) = (X(K + 1) - X(K)) * MT(K,1) / (1 + (X(K + 1) - X(K)) - MT(K
,6)) * MT(K,1))
390 NEXT K
400 IF B = 0 THEN B = 1: GOTO 220
410 REM
420 REM CALCUL DE L'ESPERANCE DE VIE
430 REM
440 MT(N + 1,7) = 0
450 FOR K = N TO 1 STEP - 1
460 MT(K,7) = MT(K + 1,7) + MT(K,5)
470 MT(K,8) = X(K) + MT(K,7) / MT(K,3)
480 NEXT K
490 REM
500 REM TRAITEMENT STATISTIQUE TERMINE
510 REM
520 REM PARTIE INTERACTIVE
530 REM
540 HOME : PRINT "DEBUT DE LA PARTIE INTERACTIVE": PRINT
550 PRINT "POUR LE GROUPE ETUDIE, L'ESPERANCE DE VIE A LA NAISSANCE EST
DE ":MT(1,8);" ANS": PRINT
560 PRINT "VOULEZ-VOUS ": PRINT
570 PRINT "1. ARRETER": PRINT
580 PRINT "2. CONNAITRE L'ESPERANCE DE VIE A UN AGE DONNE": PRINT
590 PRINT "3. LA DUREE PROBABLE DE VIE RESTANTE A UN AGE DONNE": PRINT

```


façon plus précise en posant, pour tout k,

$$q(k) = \frac{(x(k+1) - x(k)) \cdot m(k)}{1 + (x(k+1) - x(k)) \cdot a(k) \cdot m(k)}$$

7. Réévaluer $l(k)$, $d(k)$, $L(k)$ comme il a été indiqué aux points 3 et 4.

Les nouvelles valeurs obtenues sont alors plus proches de la réa-

lité (un souci de rigueur extrême conduirait à recommencer plusieurs fois cette séquence (c'est inutile ici).

8. A partir de $k = N$, vers $k = 1$, sommer les valeurs de $L(k)$ qui donneront, successivement, le nombre d'années $T(k)$ qui, en moyenne et à partir de l'âge $x(k)$, restent à vivre

pour une personne née : $T(N) = L(N)$ pour $k = N - 1$ jusqu'à 1.

$$T(k) = T(k+1) + L(k)$$

9. Pour tout k, diviser $T(k)$ par $l(k)$ pour obtenir l'espérance de vie réelle d'un individu ayant atteint l'âge $x(k)$. En y ajoutant l'âge en question, on obtient la durée probable de vie : $e(k) = T(k) / l(k) + x(k)$.

Il est curieux de relever comment cette durée probable de vie s'allonge au fur et à mesure que l'âge augmente. Ceci n'est pas dû à une modification des caractéristiques intrinsèques de la population dans le temps (qui, rappelons-le sont supposées constantes), mais tout simplement au fait que l'on est encore vivant.

10. Nous pouvons à présent estimer divers paramètres :

- espérance de vie à la naissance = $e(1)$
- espérance de vie à un âge donné X : encadrant X par $x(k)$ et $x(k+1)$, un simple calcul d'interpolation donne :

$$e(X) = e(k) + (X - x(k)) \cdot \frac{e(k+1) - e(k)}{x(k+1) - x(k)}$$

- durée probable de vie restante à un âge X : durée = $e(X) - X$
- probabilité à la naissance d'atteindre un âge donné X (fonction de survie à l'âge X) : en encadrant X de la même manière,

$$l(X) = l(k) + (X - x(k)) \cdot \frac{l(k+1) - l(k)}{x(k+1) - x(k)}$$

en multipliant $l(X)$ par 100, on obtient le pourcentage de chance, plus facile à lire.

- probabilité, à un âge x_2 : calculer au préalable $l(x_1)$ et $l(x_2)$ puis effectuer $l(x_2)/l(x_1)$
- âge que l'on a une probabilité p d'atteindre, quand on a un âge donné X : calculer $l(X)$ puis chercher k tel que :

$$\frac{l(k)}{l(X)} > p \text{ et } \frac{l(k+1)}{l(X)} \leq p.$$

L'âge vaudra, par interpolation linéaire :

$$\text{âge} = x(k) + (l(k) - p \cdot l(X)) \cdot \left(\frac{x(k+1) - x(k)}{l(k) - l(k+1)} \right)$$

DESCRIPTION DU PROGRAMME POUR APPLE IIc

Les données à introduire sont stockées dans le vecteur $X()$ pour l'âge, dans $DD()$ pour les décès et les effectifs sont enregistrés dans $KK()$.

```

600 PRINT "4. LA PROBABILITE A LA NAISSANCE D'ATTEINDRE UN CERTAIN AGE"
    : PRINT
610 PRINT "5. LA PROBABILITE, A L'AGE X1 D'ATTEINDRE L'AGE X2": PRINT

620 PRINT "6. L'AGE QUE, A UN AGE DONNE, ON A UNE PROBABILITE p D'ATTEI
NDRE": PRINT : PRINT " (AGES INFÉRIEURS A ";X(N);" ANS)"
630 INPUT R
640 ON R GOTO 650,660,710,760,810,930
650 END
660 PRINT : INPUT " A QUEL AGE ? ";AGE
670 GOSUB 1500
680 ES = MT(K,8) + (AGE - X(K)) * (MT(K + 1,8) - MT(K,8)) / (X(K + 1) -
X(K))
690 PRINT : PRINT "L'ESPERANCE DE VIE DEMANDEE VAUT ";ES;" ANS": PRINT

700 GOTO 560
710 PRINT : INPUT "A QUEL AGE ? ";AGE
720 GOSUB 1500
730 DU = MT(K,8) + (AGE - X(K)) * (MT(K + 1,8) - MT(K,8)) / (X(K + 1) -
X(K)) - AGE
740 PRINT : PRINT "LA DUREE DE VIE DEMANDEE VAUT. ";DU;" ANS": PRINT
750 GOTO 560
760 PRINT : INPUT "QUEL AGE ? ";AGE
770 GOSUB 1500
780 GOSUB 2000
790 PR = 100 * PR: PRINT : PRINT "LA PROBABILITE DEMANDEE VAUT ";PR;" %"
    : PRINT
800 GOTO 560
810 PRINT : INPUT "X1= ? ";X1
820 PRINT : INPUT "X2= ? ";X2
830 AGE = X1
840 GOSUB 1500
850 GOSUB 2000
860 P1 = PR
870 AGE = X2
880 GOSUB 1500
890 GOSUB 2000
900 PR = PR / P1
910 PRINT : PRINT "LA PROBABILITE EST DE ";100 * PR;" %": PRINT
920 GOTO 560
930 INPUT "QUEL EST L'AGE ACTUEL ? ";AGE: PRINT
940 GOSUB 1500: GOSUB 2000: PX = PR
950 INPUT "QUELLE EST (EN %) LA PROBABILITE DEMANDEE ? ";P: PRINT
960 P = P / 100
970 FOR K = 1 TO N
980 PR = MT(K,3)
990 IF PR / PX < = P THEN GOTO 1020
1000 NEXT K
1010 GOTO 1530
1020 AGE = X(K - 1) + (MT(K - 1,3) - P * PX) * (X(K) - X(K - 1)) / (MT(K
- 1,3) - MT(K,3))
1030 PRINT "L'AGE ATTEINT SERA DE ";AGE;" ANS": PRINT
1040 GOTO 560
1470 REM
1480 REM SOUS-PROGRAMME DE RECHERCHE DE K TEL QUE LES TRANCHES K ET K+
1 ENCADRENT AGE
1490 REM
1500 FOR K = 1 TO N
1510 IF AGE < = X(K) THEN RETURN
1520 NEXT K
1530 PRINT "L'AGE DEMANDE EST TROP ELEVE : RECOMMENCEZ": PRINT
1540 GOTO 560
2000 REM
2010 REM SOUS-PROGRAMME DE CALCUL DE LA FONCTION DE SURVIE A PARTIR DE
: AGE
2020 REM
2030 PR = MT(K,3) + (AGE - X(K)) * (MT(K + 1,3) - MT(K,3)) / (X(K + 1) -
X(K))
2040 RETURN

```

Ensuite, la ligne 50 dimensionne le tableau de travail MT(,) qui, à la ligne n° k, enregistre successivement (le numéro de colonne variant de 1 à 8) : m, q, l d, L, a, T, e.

Les instructions 170 à 480 effectuent le traitement statistique préalable en remplissant intégralement MT, conformément aux points 1 à 9 de la formulation.

Après affichage de l'espérance de vie à la naissance, un menu est proposé par la ligne 570, qui permet d'arrêter l'exécution, ou de sélectionner un des calculs proposés dans le point 10. L'instruction 640 ON R GOTO... permet d'orienter la suite des calculs, grâce à la variable de commande R introduite par l'opérateur.

Deux sous-programmes sont utilisés : celui débutant à la ligne 1500 donnant l'intervalle k tel que x(k) et x(k + 1) encadrent un âge donné, et celui constitué par la ligne 2000 qui calcule la fonction de survie.

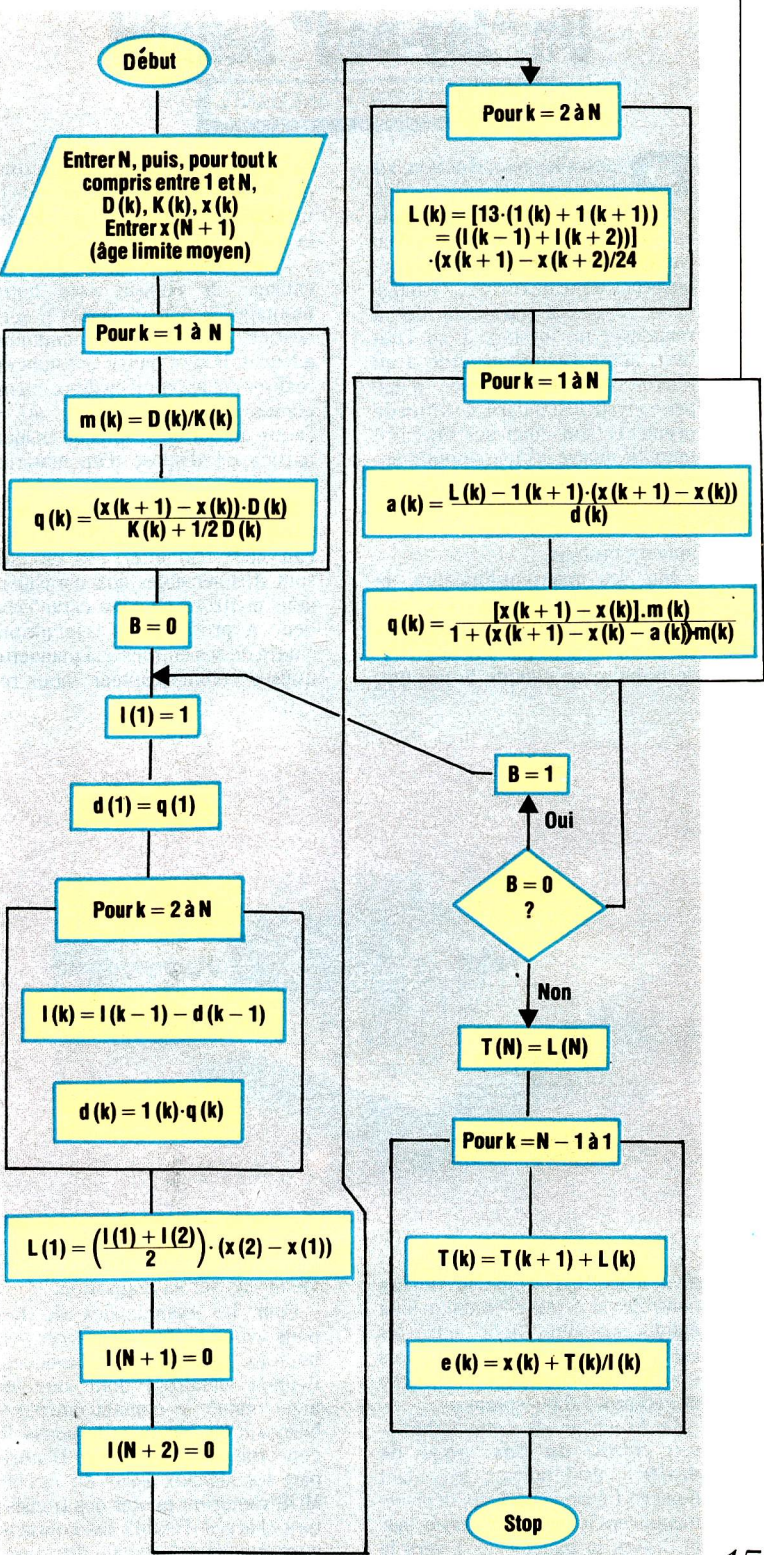
EXEMPLE

Traitement du tableau p. 150. Nous renonçons à transcrire tous les résultats des calculs effectués pour toutes les tranches d'âge et portant sur l, m, q, d, L, T et e, car tous ces chiffres sont peu parlants. Pour vérifier le bon fonctionnement du programme complet, il suffit de considérer le résultat suivant, affiché par la machine :

- espérance de vie à la naissance : 73 ans ;
- espérance de vie à 52 ans : 78.02 ans ;
- durée de vie probable à 52 ans : 26.02 ans ;
- probabilité à la naissance d'atteindre 52 ans : 0.905, soit 90.5 % de chances ;
- probabilité, lorsque l'on est âgé de 52 ans, d'atteindre 75 ans : 0.677 = 67.7 % de chances ;
- âge que l'on a 95 % de chances d'atteindre (à 20 ans) : 50.33 ans.

N'oublions pas qu'il s'agit de données extraites voici 25 ans en Espagne. Une prochaine fois nous donnerons des tables actuelles pour les deux sexes en France, nous nous livrerons à des calculs de natalité (c'est quand même plus gai), et nous simulerons au moyen de matrices l'évolution de populations dans le temps. Patience !

Daniel Ferro



Un "Joy-pad" sensitif

ÉLECTRONIQUE AMUSANTE

Durant les jeux d'action, les joysticks de micro-ordinateurs sont souvent mis à rude épreuve et il n'est pas rare d'en casser la manette. Nous vous proposons donc de réaliser, ce mois-ci, un dispositif sensitif destiné à remplacer un joystick. Pour l'utiliser, après l'avoir raccordé à un micro-ordinateur équipé d'une prise joystick standard, il suffira de promener son doigt sur un carré muni de quatre secteurs pour commander l'action. Dépourvu de toute pièce mécanique, ce dispositif résistera donc bien mieux aux joueurs brutaux.

Sur les micro-ordinateurs, la fiche manette de jeu comporte neuf broches. Cependant tous les contacts ne sont pas utilisés. Afin de prendre en compte la position

et 9 seront les communs. Notons que 8 correspond au commun de la manette principale et 9 à celui de la manette du second joueur.

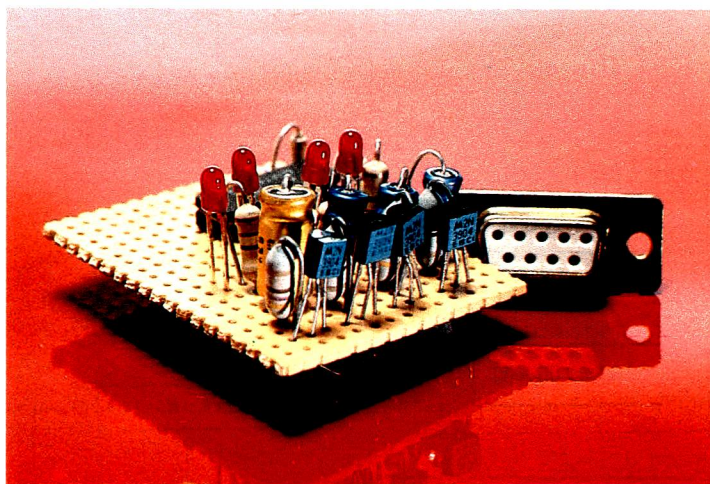
Il sera donc possible, lors du câblage, de choisir, pour notre montage, le joueur auquel il sera destiné en utilisant le commun adéquat. Il sera même possible de réaliser cet appareil en deux exemplaires, l'un câblé autour du 8, l'autre autour du 9, afin que chaque participant dispose d'un matériel identique.

Le dispositif de détection sensitive sera réalisé autour d'un circuit MOS. En effet, ces circuits sont très sensibles aux parasites ; nous mettrons ici cette caractéristique à profit. Nous rejoindrons quatre de ses entrées à la plaquette utilisée comme capteur ; nous re-

de contrôle ont été intercalées dans ce circuit de commande afin de pouvoir vérifier que la commande est bien prise en compte par le montage.

Enfin l'alimentation de ce boîtier de commande sera assurée par une simple pile de 4,5 volts. Etant donnée la très faible consommation du montage, sa durée de vie sera élevée : il sera donc inutile de prévoir une alimentation sur secteur. Notons que si vous désirez réaliser ce montage en deux exemplaires il faudra prévoir deux piles. En effet les communs étant différents il ne sera pas possible d'utiliser la même source de tension pour les deux montages.

Le câblage ne doit pas poser de problème particulier. Il faudra cependant prendre soin de bien respecter le brochage du circuit intégré et des transistors. Pour les diodes électroluminescentes rappelons que ce composant présentant une polarisation, la patte la plus longue devra être câblée vers



OÙ SE PROCURER LES COMPOSANTS ?

△ RADIO M.J., 19 rue Claude-Bernard, 75005 Paris, pour les commandes par correspondance, tél. 43 36 01 40

△ PENTASONIC, 10 boulevard Arago, 75013 Paris, tél. 43 36 26 05

△ T.S.M., 15 rue des Onze-Arpents, 95130 Franconville, tél. 34 13 37 52

△ ELECTRONIC AT HOME, rue des Philosophes, 51, 1400 Yverdon, Suisse

△ Ces composants sont également disponibles chez la plupart des revendeurs régionaux.

de la manette, l'ordinateur viendra contrôler si certains contacts sont établis sur cette fiche entre les broches correspondant aux divers sens de déplacement et une broche de référence dite "commun".

Le brochage de cette fiche — voir *figure du bas, page de droite* — est le suivant : le contact numéro 1 correspond aux déplacements vers le haut, le 2 vers le bas, le 3 vers la gauche, le 4 vers la droite, 6 et 7 aux boutons "feu", 8

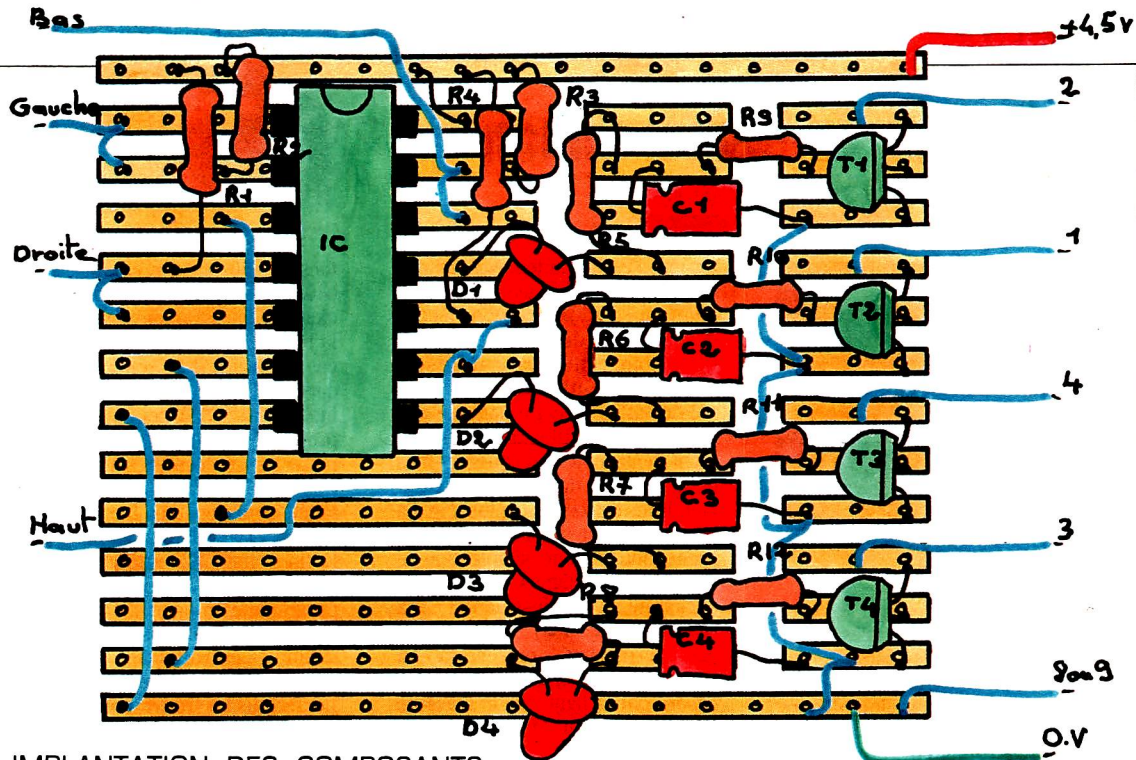
viendront sur sa réalisation.

Pour les commandes de feu nous avons préféré conserver des boutons poussoirs classiques. Ceux-ci établiront donc directement le contact entre les bornes 6 ou 7, suivant le poussoir concerné, et le commun. D'autre part les signaux issus du circuit MOS viendront piloter des transistors chargés d'établir les contacts correspondant à chaque direction. Des diodes électroluminescentes

la sortie du circuit intégré.

Les soudures à réaliser sur le connecteur pour joystick devront également être réalisées avec soin en raison de la faible distance séparant chaque contact. Il faudra notamment veiller à ce qu'aucune "barbe" de fil n'établisse un contact parasite ; les fils devront donc être dénudés et étamés avec soin avant soudage.

Le capteur sensitif sera, quand à lui, réalisé à l'aide d'une petite



IMPLANTATION DES COMPOSANTS

NOMENCLATURE

$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 470$ kilohms

(jaune, violet, jaune, or)

$R_5 = R_6 = R_7 = R_8 = 220$ ohms

(rouge, rouge, brun, or)

$R_9 = R_{10} = R_{11} = R_{12} = 470$ ohms

(jaune, violet, brun, or)

$C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = 4,70$ microfarads

12 volts

$D_1 = D_2 = D_3 = D_4 =$ diodes électroluminescentes

$T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = 2N 3904$

IC = MM 74 C 00

Fiche joystick = fiche Cannon femelle

9 broches

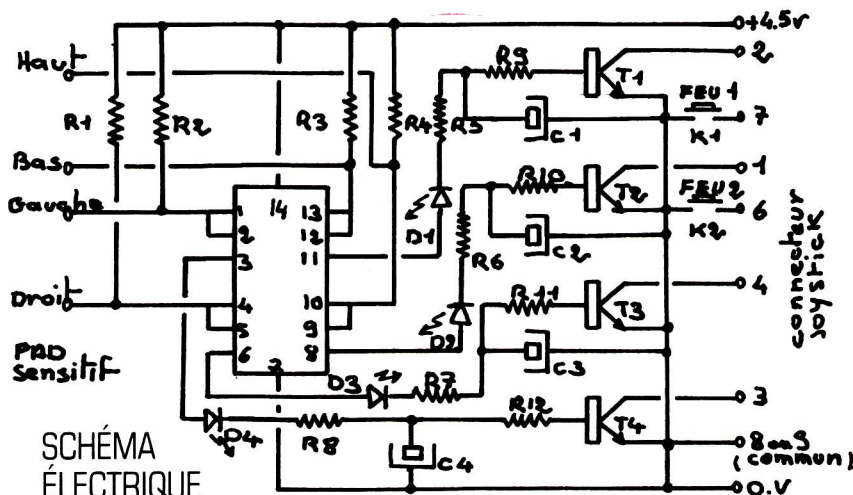
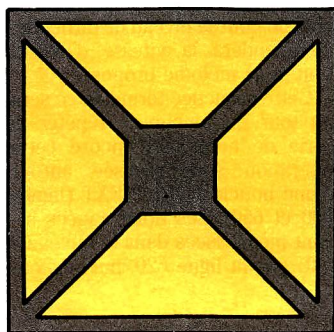


SCHÉMA ÉLECTRIQUE

Découpage du "PAD"



plaquette pour circuit imprimé, donc entièrement couverte de cuivre, dans laquelle quatre secteurs seront délimités en découpant la pellicule de cuivre.

Après avoir vérifié que chaque secteur ainsi délimité est bien isolé des autres, les fils de connexion vers la plaquette électronique seront mis en place en les soudant sur les bords de la plaque. Les boutons poussoirs "feu" pourront également être portés par cette

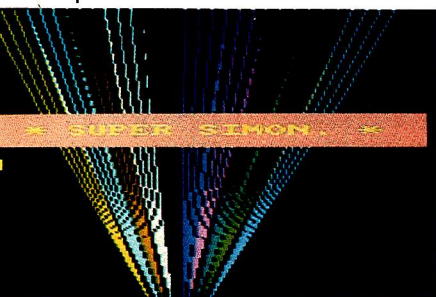
dernière. Une fois terminé, le montage pourra être équipé d'un boîtier dont la zone sensitive constituera le dessus.

L'utilisation de ce "pad" de jeu est simple. Une fois raccordé à l'ordinateur il suffira de promener son doigt sur la zone sensitive pour commander les mouvements. Les déplacements en diagonale seront obtenus en plaçant le doigt à cheval sur deux secteurs.

Henri-Pierre Penel 155

Jouons au "super Simon"

INFORMATIQUE AMUSANTE



Vous connaissez très probablement le Simon : jeu électronique délivrant une série de notes accompagnées de couleurs. Son but : répéter la mélodie proposée par l'appareil le plus grand nombre de fois possibles. Normalement le Simon ne dispose que de quatre notes différentes associées à quatre couleurs. Ici, dans le but de corser un peu la difficulté du jeu, nous avons porté le nombre de notes de couleurs associées, à neuf. Divers niveaux de difficulté, 1 étant le plus facile et 20 le plus ardu, vous permettront peu à peu d'améliorer votre score. Notons que ce dernier ne prend en compte que le nombre de notes répétées correctement et le niveau de jeu choisi. Passons à présent à l'écriture du programme.

En premier lieu, afin de disposer d'une palette de couleurs suffisante, nous demanderons à l'ordinateur de passer en MODE O. L'écran sera effacé et son fond ainsi que ses bords deviendront noirs. Nous créerons alors deux tableaux de mémorisation des notes. Le premier M(20) comportera les 20 notes que la machine proposera au joueur. Le second J (20) mémorisera les réponses tapées sur le pad numérique. Une page de présentation sera affichée par les lignes 40 à 360. Puis les symboles des jetons seront définis des lignes 370 à 410.

L'ordinateur demandera alors de lui préciser le niveau de difficulté choisi (ligne 420) et la ligne 430 contrôlera si le choix indiqué est possible. Le programme affichera

ensuite l'écran de jeu. Notons que la disposition des jetons de couleurs sur l'écran correspond à celle des touches du pad numérique. C'est pour cette raison qu'il sera conseillé de l'utiliser.

Pour afficher cette page de jeu, le programme utilisera successivement l'ensemble des sous-routines de génération des notes ; nous reviendrons sur celles-ci plus loin. La présentation des jetons colorés se limite donc à une simple boucle FOR... NEXT (lignes 450 et 480) encadrant une instruction ON GOSUB (ligne 460). Les 20 notes que l'ordinateur présentera au cours de la partie seront tirées au hasard par la ligne 500 et classées dans le tableau M (20). Le jeu commencera.

L'ordinateur proposera une note, puis deux, puis trois et ainsi de suite jusqu'à 20, si le joueur n'a pas commis d'erreur. Pour assurer cette fonction de comptage des coups joués, et donc du nombre de notes à proposer, nous utiliserons la variable J à laquelle nous donnerons la valeur 1 en ligne 520.

L'ordinateur proposera le nombre de notes adéquat en utilisant une boucle FOR... NEXT (lignes 550 et 580) encadrant (encore une fois) une instruction ON GOSUB dont le résultat sera lié aux valeurs contenues dans le tableau M (20). La ligne 560 aiguillera donc le programme vers les sous-routines concernées. Notons que des boucles formées autour de la variable T (lignes 540 et 570) seront utilisées pour présenter des pauses dans le déroulement du programme. La première, constante, permettra au joueur d'observer l'écran entre chaque coup et la seconde, liée à la valeur choisie pour le niveau de difficulté, commandera la vitesse d'exécution de la mélodie proposée.

Cette séquence terminée ce sera au tour du joueur de répéter la série de notes. Ici encore cette opération sera réalisée autour d'une boucle FOR... NEXT (lignes 600 et 650). Les notes tapées seront mémorisées dans le tableau J (20) par la ligne 620, puis exécu-

tées en 630 et enfin contrôlées en 640. Tant que la note frappée sera exacte, le programme tournera sur la boucle des lignes 600 et 650. En cas contraire il se rendra à la séquence de fin de partie placée des lignes 680 à 830. Ici, la séquence proposée par la machine sera de nouveau présentée au joueur (lignes 710 à 730) et la mélodie tapée sera répétée. Le score est calculé et affiché par la ligne 790. Enfin la ligne 820 attendra qu'une touche soit tapée pour relancer le programme en ligne 40.

Les sous-routines d'exécution des notes et d'affichage des jetons de couleur sont au nombre de neuf. Nous les trouverons respectivement des lignes 840 à 900, 910 à 970, 980 à 1040, 1050 à 1110, 1120 à 1180, 1190 à 1250, 1260 à 1320, 1330 à 1390 et 1400 à 1460.

En premier lieu le jeton correspondant à la note sera effacée (l.840 et 850), pour pouvoir cliquer pendant le jeu. La note sera jouée (ligne 860) puis le jeton sera de nouveau affiché (lignes 880 et 890). Enfin la sous-routine se terminera par une instruction RETURN.

La frappe de ce programme ne doit pas poser de problème. Comme toujours nous avons évité d'utiliser le basic abrégé pour simplifier l'adaptation sur d'autres machines.

L'utilisation de ce jeu est également des plus simples.

Une fois le programme entièrement tapé RUN sera demandé. La page de présentation du jeu s'affichera alors, accompagnée de quelques notes de musique, puis un rappel des règles du jeu apparaîtra. L'ordinateur demandera alors de lui indiquer le niveau de difficulté choisi. Un nombre compris entre 1 et 20 sera frappé au clavier puis valide en utilisant la touche ENTER. Si le choix indiqué est possible, l'ensemble des jetons apparaîtra sur l'écran et sera disposé d'une manière identique aux touches du pad numérique.

L'ordinateur indiquera alors, en haut de l'écran, "JE VOUS PROPOSE : " puis jouera une note




```

10 CLS:MODE 0:INK 0,0:INK 3,15:BORDER 0
14 REM *****
15 REM * TABLEAUX DE MEMORISATION DES COUPS *
16 REM *****
20 DIM M(20)
30 DIM J(20)
34 REM *****
35 REM * PAGE DE PRESENTATION *
36 REM *****
40 FOR C=1 TO 10
50 FOR D=0 TO 60 STEP 20
60 PLOT 240+(C*10),0
70 DRAW D+(60*(C-1)),399,C
80 NEXT D
90 NEXT C
100 PAPER 11:PEN 14
110 LOCATE 1,10:PRINT " "
120 LOCATE 1,11:PRINT " * SUPER SIMON. * "
130 LOCATE 1,12:PRINT " "
140 PAPER 0:PEN 1
150 ENV 1,1,15,1,1,0,2,15,-1,1
160 RNV 2,1,15,1,1,0,2,15,-1,10
170 SOUND 1,239,0,0,1,0,0
180 SOUND 2,190,0,0,1,0,0
190 FOR T=1 TO 400:NEXT T
200 SOUND 1,190,0,0,1,0,0
210 SOUND 2,159,0,0,1,0,0
220 FOR T=1 TO 400:NEXT T
230 SOUND 1,159,0,0,1,0,0
240 SOUND 2,119,0,0,1,0,0
250 FOR T=1 TO 800:NEXT T
260 SOUND 1,159,0,0,2,0,0
270 SOUND 2,119,0,0,2,0,0
280 CLS
290 LOCATE 7,3:PRINT "BONJOUR."
300 LOCATE 1,6:PRINT "POUR JOUER AVEC MOI"
310 LOCATE 1,8:PRINT "UTILISEZ LE PAD"
320 LOCATE 1,10:PRINT "NUMERIQUE. JE VOUS"
330 LOCATE 1,12:PRINT "PROPOSERAI UNE SERIE"
340 LOCATE 1,14:PRINT "DE NOTES QUE VOUS "
350 LOCATE 1,16:PRINT "DEVREZ RETROUVER ."
360 LOCATE 1,18:PRINT "BONNE CHANCE ..."
370 SYMBOL AFTER 127
380 SYMBOL 128,3,15,63,63,127,127,255,255
390 SYMBOL 129,192,240,252,252,254,254,255,255
400 SYMBOL 130,255,255,127,127,63,63,15,3
410 SYMBOL 131,255,255,254,254,252,252,240,192
414 REM *****
415 REM * CHOIX DU NIVEAU *
416 REM *****
420 LOCATE 1,22:INPUT "FORCE (de 1 a 20)?",N
430 IF N<1 OR N>20 THEN GOTO 420
434 REM *****
435 REM * AFFICHAGE DE L'ECRAN DE JEU. *
436 REM *****
440 CLS
450 FOR I=1 TO 9
460 ON I GOSUB 840,910,980,1050,1120,1190,1260,1330,1400
470 FOR T=1 TO 300-(10*N):NEXT T
480 NEXT I
484 REM *****
485 REM * DETERMINATION DE LA SUITE DE NOTES *
486 REM *****
490 FOR I=1 TO 20
500 LET M(I)=1+INT(RND*9)
510 NEXT I
520 LET J=1
524 REM *****
525 REM * EXECUTION DES NOTES PAR LA MACHINE *
526 REM *****
530 PEN 12:LOCATE 3,1:PRINT "JE VOUS PROPOSE:"
540 FOR T=1 TO 500:NEXT T
550 FOR I=1 TO J
560 ON M(I) GOSUB 1260,1330,1400,1050,1120,1190,840,910,980
570 FOR T=0 TO 200-(10*N):NEXT T
580 NEXT I
584 REM *****
585 REM * DEMANDE DES NOTES DU PARTICIPANT *
586 REM *****
590 PEN 12:LOCATE 3,1:PRINT " A VOUS : "
600 FOR I=1 TO J
610 LET K$=INKEY$:IF K$="" THEN GOTO 610
620 LET J(I)=VAL (K$)
630 ON J(I) GOSUB 1260,1330,1400,1050,1120,1190,840,910,980
634 REM *****
635 REM * CONTROLE DES NOTES TAPES *
636 REM *****
640 IF J(I)>M(I) THEN LET I=J:GOTO 680
850 NEXT I
860 LET J=J+1
870 IF J<21 THEN GOTO 530
874 REM *****
875 REM * SEQUENCE DE FIN DE PARTIE *
876 REM *****
880 PEN 12:LOCATE 1,1:PRINT "DESOLE, J'AI JOUE:"
890 SOUND 1,700,0,0,2,0,0:SOUND 2,705,0,0,2,0,0
900 FOR T=1 TO 3000:NEXT T
910 FOR I=1 TO J
920 ON M(I) GOSUB 1260,1330,1400,1050,1120,1190,840,910,980
930 NEXT I
940 FOR T=1 TO 1000:NEXT T
950 PEN 12:LOCATE 1,1:PRINT "VOUS AVEZ JOUE ..."
960 FOR I=1 TO J
970 ON J(I) GOSUB 1260,1330,1400,1050,1120,1190,840,910,980
980 NEXT I
990 PEN 12:LOCATE 1,1:PRINT "VOTRE SCORE:";J*N;"
1000 PEN 12:LOCATE 1,20:PRINT "POUR UN AUTRE ESSAI"
1010 PEN 12:LOCATE 1,22:PRINT "TAPER UNE TOUCHE"
1020 IF INKEY$="" THEN GOTO 820
1030 CLS:GOTO 40
1034 REM *****
1035 REM * SOUS ROUTINES D'EXECUTION DES NOTES *
1036 REM *****
1040 LOCATE 5,6:PRINT " "
1050 LOCATE 5,7:PRINT " "
1060 SOUND 1,239,0,0,1,0,0
1070 FOR T=1 TO 100:NEXT T
1080 PEN 1:LOCATE 5,6:PRINT CHR$(128);CHR$(129)
1090 PEN 1:LOCATE 5,7:PRINT CHR$(130);CHR$(131)
1100 RETURN
1110 LOCATE 9,6:PRINT " "
1120 LOCATE 9,7:PRINT " "
1130 SOUND 1,213,0,0,1,0,0
1140 FOR T=1 TO 100:NEXT T
1150 PEN 2:LOCATE 9,6:PRINT CHR$(128);CHR$(129)
1160 PEN 2:LOCATE 9,7:PRINT CHR$(130);CHR$(131)
1170 RETURN
1180 LOCATE 13,6:PRINT " "
1190 LOCATE 13,7:PRINT " "
1200 SOUND 1,190,0,0,1,0,0
1210 FOR T=1 TO 100:NEXT T
1220 PEN 3:LOCATE 13,6:PRINT CHR$(128);CHR$(129)
1230 PEN 3:LOCATE 13,7:PRINT CHR$(130);CHR$(131)
1240 RETURN
1250 LOCATE 5,11:PRINT " "
1260 LOCATE 5,12:PRINT " "
1270 SOUND 1,179,0,0,1,0,0
1280 FOR T=1 TO 100:NEXT T
1290 PEN 4:LOCATE 5,11:PRINT CHR$(128);CHR$(129)
1300 PEN 4:LOCATE 5,12:PRINT CHR$(130);CHR$(131)
1310 RETURN
1320 LOCATE 9,11:PRINT " "
1330 LOCATE 9,12:PRINT " "
1340 SOUND 1,159,0,0,1,0,0
1350 FOR T=1 TO 100:NEXT T
1360 PEN 10:LOCATE 9,11:PRINT CHR$(128);CHR$(129)
1370 PEN 10:LOCATE 9,12:PRINT CHR$(130);CHR$(131)
1380 RETURN
1390 LOCATE 13,11:PRINT " "
1400 LOCATE 13,12:PRINT " "
1410 SOUND 1,142,0,0,1,0,0
1420 FOR T=1 TO 100:NEXT T
1430 PEN 6:LOCATE 13,11:PRINT CHR$(128);CHR$(129)
1440 PEN 6:LOCATE 13,12:PRINT CHR$(130);CHR$(131)
1450 RETURN
1460 LOCATE 5,16:PRINT " "
1470 LOCATE 5,17:PRINT " "
1480 SOUND 1,127,0,0,1,0,0
1490 FOR T=1 TO 100:NEXT T
1500 PEN 7:LOCATE 5,16:PRINT CHR$(128);CHR$(129)
1510 PEN 7:LOCATE 5,17:PRINT CHR$(130);CHR$(131)
1520 RETURN
1530 LOCATE 9,16:PRINT " "
1540 LOCATE 9,17:PRINT " "
1550 SOUND 1,119,0,0,1,0,0
1560 FOR T=1 TO 100:NEXT T
1570 PEN 8:LOCATE 9,16:PRINT CHR$(128);CHR$(129)
1580 PEN 8:LOCATE 9,17:PRINT CHR$(130);CHR$(131)
1590 RETURN
1600 LOCATE 13,16:PRINT " "
1610 LOCATE 13,17:PRINT " "
1620 SOUND 1,106,0,0,1,0,0
1630 FOR T=1 TO 100:NEXT T
1640 PEN 9:LOCATE 13,16:PRINT CHR$(128);CHR$(129)
1650 PEN 9:LOCATE 13,17:PRINT CHR$(130);CHR$(131)
1660 RETURN

```

et vous demandera de la répéter en indiquant : "A VOUS ?". Deux notes seront alors proposées, puis trois et ainsi de suite jusqu'à ce que le

"gong" retentisse, indiquant qu'une erreur a été commise, ou que la mélodie de 20 notes ait été exécutée avec succès. Le score s'affi-

chera et une seconde partie pourra débiter dès que l'une des touches du clavier sera enfoncée.

Henri-Pierre Penel ▲ 157

LIVRES

Demandez le programme !

Plus que les autres, les sciences dites humaines sont soumises à la subjectivité de ceux qui les font, à leurs fantasmes conscients ou non, à leurs parti-pris politiques. Au point que certains vont jusqu'à leur dénier le statut de sciences, les rejetant dans les ténèbres extérieures de l'idéologie.

Pour échapper à l'anathème, bien des chercheurs se réfugient dans le maquis des statistiques, qui leur confère la respectabilité scientifique et où chacun, comme dans l'auberge espagnole, est assuré de découvrir ce qu'il a pris soin d'y apporter. Depuis quelques décennies, l'avancée triomphale de la biologie moléculaire et de la génétique offre une voie encore plus séduisante à cette quête d'un passeport d'objectivité. Si les caractéristiques de tout être vivant sont inscrites dès le départ dans l'ADN de la cellule initiale, ne dispose-t-on pas là d'une base authentiquement déterministe pour asseoir l'étude des comportements individuels et sociaux ? Et pour expliquer — voire justifier — les inégalités sociales, dès lors qu'elles sont liées à la transmission héréditaire des capacités individuelles, en particulier de l'intelligence ?

La démarche en fait n'est pas nouvelle. Elle a été illustrée au siècle dernier par ce qu'on nomme le darwinisme social. La sélection naturelle favorise les plus aptes. L'intelligence, avec d'autres qualités, se lègue tout comme la couleur des yeux dans une lignée familiale ou, dans un groupe ethnique,

la couleur de la peau. Il est donc naturel que dans une société humaine les plus doués détiennent le pouvoir et la richesse, et qu'ils les transmettent à leurs descendants ; et que les peuples supérieurs dominent les races inférieures. Au besoin, on aidera la sélection naturelle en empêchant les miséreux de procréer et en exterminant les sous-hommes. Vouloir corriger les injustices n'est pas seulement utopique : c'est aller contre l'ordre naturel des choses, grâce auquel, comme l'assurait le Pangloss de Voltaire, tout est pour le mieux dans le meilleur des mondes.

Le darwinisme social souffrait du manque de références expérimentales concrètes. Les nouvelles théories sur l'hérédité trouvent cette référence dans les acquis de la génétique. La liste s'allonge chaque jour des particularités biologiques qu'on sait dépendre de tel gène ou système de gènes situés en un endroit déterminé de tel chromosome. Nous partons dans la vie munis d'un programme génétique hérité pour moitié de chacun de nos parents. De là à y inclure les traits de notre personnalité, depuis la forme de notre nez jusqu'à notre aptitude à comprendre un pro-

blème de mathématiques ou à notre propension à réclamer à notre employeur une augmentation de salaire, il n'y a qu'un pas, que les nouveaux héréditaristes ont aisément franchi.

Les enseignements pratiques qu'ils en tirent ressemblent à ceux de leurs prédécesseurs. Mais ils doivent affronter un courant de pensée et de recherche qui, au siècle dernier était encore dans les limbes. Son champ d'investigation embrasse tous les facteurs externes qui contribuent à façonner l'être humain dès la naissance et même dès la conception : actions physico-chimiques. En bref, ce que le vocabulaire anglo-américain englobe sous l'appellation de *nurture*, par opposition à *nature*, et que notre langue exprime par environnement.

Nous nous sommes déjà fait l'écho de cette guerre entre héréditaristes et environnementalistes, qui engendre une abondante littérature polémique (*). Son dernier épisode est la publication d'un ouvrage présenté, dans sa version française sous le titre quelque peu provocateur *Nous ne sommes pas programmés* (**). (Celui de l'édition originale new yorkaise est moins agressif : *Not in our genes*, "Ce n'est pas dans nos gènes".) Les auteurs ne sont pas les premiers venus : R.C. Lewontin, professeur à l'université américaine Harvard ; Steven Rose, directeur de l'unité de recherches sur le cerveau à l'Open University britannique ; Leon J. Kamin, professeur de psychologie à Princeton. Avec, pour l'édition française, une préface d'Albert Jacquard. La lecture de l'ouvrage donne l'impression d'une bordée de projectiles de gros calibre qui ne laisse du camp des héréditaristes qu'un amas de ruines. Les auteurs mettent impitoyablement à nu les fraudes, les interprétations tendancieuses, les absurdités pseudo-scientifiques qui jalonnent l'histoire du déterminisme biologique. A commencer par le détournement des travaux d'Alfred Binet, qui pourtant fut le premier à condamner le "pessimisme brutal" qui consistait à tenir le QI d'un enfant comme une mesure fixe de ses capacités.

Aux USA, Arthur Jensen présente les différences des performances d'enfants noirs et blancs

(suite du texte page 160)

Pourquoi, avec les mêmes qualités l'un réussit et l'autre pas ?

Question de chance ? Pas seulement

Quand on parle de "nos semblables", le mot est juste. Car, au départ, biologiquement, nous disposons tous des mêmes armes et des mêmes possibilités. Simplement, ceux qui se détachent du peloton ont su trouver le meilleur mode d'emploi d'eux-mêmes.

Chance ou malchance, cela ne joue pas à longueur de vie. Chacun voit passer le même nombre d'occasions favorables ou défavorables. Et invoquer une systématique "mauvaise étoile" n'est qu'une excuse facile à un certain manque d'énergie.

Certes, des obstacles empêchent d'avancer dans la vie. Mais il faut avoir la lucidité de les chercher d'abord en nous.

C'est là l'originalité de la méthode Borg. Faire prendre conscience qu'on utilise mal ce que d'autres utilisent bien. Et donner à chacun les moyens d'aller jusqu'au bout de lui-même.

Prenons l'exemple de la mémoire. Elle est prodigieuse. Apprendre vite une langue étrangère ou le par-cœur d'un discours d'une heure, n'importe qui en est capable.

Et ne dites pas non, en ce qui vous concerne. La méthode Borg l'a démontré depuis cinquante ans (même à des hommes politiques dont le nom vous surprendrait). Et elle peut vous le prouver demain, sur vous-même.

Comme elle révélera aussi bien au timide qu'il peut maîtriser sa respiration, ses battements de cœur et ses rougeurs.

Mieux juger, mieux vouloir, mieux se faire apprécier. Si rien de tout cela n'était possible, pourquoi des hommes s'étant réalisés en leur temps avec la méthode Borg enverraient-ils aujourd'hui vers nous leurs garçons ou leurs filles ?

Il ne s'agit pas de cours par correspondance, avec devoirs à la clé. Ni de livres-conseils passe-partout. C'est une méthode - et qui tient compte du fait que chaque être est unique au monde.

Un correspondant expose les difficultés qu'il ressent, lui. A la méthode Borg de s'adapter à lui. En combinant certaines formes d'assistance psychologique pratique et les techniques capables d'aider qui le souhaite à devenir réellement ce qu'il est - c'est-à-dire toujours plus que ce qu'il croit être.

Encore un peu sceptique ? ...Demandez donc (c'est absolument gratuit) ce petit livre signé W.R. Borg, dont le titre n'est qu'apparemment ambitieux : "*Les Lois Eternelles du Succès*". Il mérite d'être lu et qu'on y réfléchisse.

Voici l'adresse : *Méthode W.R. Borg, chez Aubanel, dpt 910 - 6, place St-Pierre, 84057 Avignon Cedex.*

BON GRATUIT

A remplir en lettres majuscules en donnant votre adresse permanente, et à retourner à : *Méthode W.R. Borg, chez Aubanel, dpt 910 - 6, place St-Pierre, 84057 Avignon Cedex*, 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

aux tests QI comme d'origine génétique, donc non modifiables, et en conclut que les Noirs doivent recevoir une instruction orientée uniquement vers les tâches mécaniques. Un éminent zoologiste était allé plus loin en soutenant que « le cerveau d'un nègre est équivalent à celui du fœtus de sept mois dans le ventre d'une Blanche » et que les sutures crâniennes des bébés noirs se referment plus vite que chez les blancs, ce qui explique que les capacités intellectuelles des Noirs soient plus limitées. Des neurochirurgiens affirment sérieusement que les Noirs qui avaient pris part aux émeutes des ghettos dans les années 60 souffraient d'une anomalie cérébrale. La preuve : d'autres Noirs, qui vivaient dans les mêmes conditions de misère, étaient restés sagement chez eux au lieu d'affronter la police. L'anomalie, d'origine génétique, se situerait dans la région du cerveau qu'on nomme l'amygdale et qui est le siège des affects. Un traitement médicamenteux ou chirurgical corrigerait les effets néfastes du gène de la violence et épargnerait à la société américaine les colères des ghettos noirs... C'est encore aux États-Unis que l'infériorité génétique attribuée aux habitants de l'Europe méridionale a incité à restreindre les quotas d'immigration au bénéfice des Nordiques.

En Grande-Bretagne, les mêmes arguments pseudo-scientifiques ont servi contre les Noirs et les Asiatiques venus du Commonwealth. Mais l'affaire la plus célèbre est celle de Cyril Burt, dont Lewontin, Rose et Kamin ne pouvaient manquer de faire leurs choux gras. On se rappelle que ce spécialiste publia à plusieurs reprises des études statistiques portant sur des paires de jumeaux séparés dès leur naissance, d'où il ressortait que le niveau d'intelligence est sous dépendance génétique. Qui veut trop prouver ne prouve rien : alertés par la prodigieuse coïncidence des corrélations résultant d'enquêtes diverses — elles restaient identiques jusqu'à la troisième décimale — des esprits soupçonneux découvrirent que ces enquêtes étaient imaginaires.

On ne trouva aucune trace des deux assistantes que Burt prétendait avoir employées pour recueillir

les données. On ne cite plus ces travaux de Burt. Mais d'autres semblables ont été publiés. Les auteurs du livre les épiluchent et concluent que même s'ils ne sont pas entachés de fraude délibérée, le parti-pris héréditariste les a biaisés.

Bien sûr, nos trois environnementalistes ne contestent pas l'existence du programme génétique. Ils tiennent même à se démarquer — sans trop y insister — de quelques extrémistes de leur bord. Mais ils tiennent pour illégitime d'enfermer dans une sorte de fatalité de l'ADN des traits qui résultent d'une interaction permanente entre le donné biologique et le milieu familial, social, culturel, tels que le niveau d'intelligence, l'homosexualité, la domination masculine. Parler de la nature humaine comme d'un invariant biologique, c'est escamoter ce fait capital qu'il y a de tous les animaux, l'homme dispose de la capacité d'agir sur sa propre nature. On aurait aimé qu'ils s'étendent davantage sur les mécanismes de l'interaction. Tel n'était pas l'objet de leur livre, qui demeurera un document majeur dans une controverse qui n'est pas près de s'éteindre.

Michel Rouzé

(1) *Science & Vie* n° 816, page 138.

(2) Coll. Sciences et Société, Ed. La Découverte, 115 F.

Xavier Le Pichon KAIKO VOYAGE AUX EXTRÉMITÉS DE LA MER

Ed. Odile Jacob, Seuil, 95 F

Au cours de l'été 1985, le nouveau submersible français *Nautile*, construit pour plonger jusqu'à 6 000 mètres, inaugura sa carrière en explorant les abîmes qui bordent à l'est et au sud l'archipel nippon. Elaboré par des chercheurs français et japonais, le projet Kaiko ("fosse" en japonais) présentait un intérêt majeur pour l'affinement de la tectonique des plaques. Ce modèle des mouvements de l'écorce terrestre avait fini, vers 1970, par s'imposer aux sciences de la Terre. Non sans lutte.

L'affaire avait commencé avec la découverte par les océanographes

du rift (la "déchirure"). Cette longue vallée qui divise en deux la dorsale médio-atlantique et par où s'épanche le magma qui repousse de part et d'autre le fond océanique plus ancien et accroît ainsi peu à peu la distance qui sépare les rivages de l'Amérique de ceux de l'Afrique et de l'Europe. Alfred Wegener trouvait ainsi une revanche posthume. Mais contrairement à ce qu'avait imaginé l'inventeur de la dérive des continents, ces derniers ne flottent pas comme des îles sur le magma visqueux des profondeurs. Ils sont portés comme sur des tapis roulants par les plaques issues des fonds océaniques.

La surface de la Terre est constituée de six grandes plaques et plusieurs autres plus petites, constamment renouvelées par le rift et pouvant coulisser les unes contre les autres. Le rift de la dorsale médio-atlantique se prolonge entre l'Afrique et l'Antarctique, l'Afrique et l'Inde, puis à travers le Pacifique. Longueur totale : 60 000 kilomètres. La plus grande vitesse d'écartement des plaques se situe dans le Pacifique ; plus de 10 cm par an, soit 100 m par mille ans ; et qu'est-ce qu'un millénaire à l'échelle des durées géologiques ?

Dès lors, question : si le fond océanique est constamment renouvelé, que deviennent les parties anciennes ? Réponse un moment proposée par les derniers adversaires de la dérive des continents : la Terre est comparable à un ballon qui gonfle et dont le volume augmente en même temps que la surface. L'hypothèse se heurte à trop d'objections. On en revient donc à l'image du tapis roulant. Si à une extrémité il surgit du rift, à l'autre il doit replonger dans les entrailles de la Terre.

Cette zone de subduction correspond aux grandes fosses qui bordent le Pacifique et le nord de l'océan Indien. Situé juste aux frontières de plusieurs plaques (Eurasie, Amérique, Pacifique, Philippines) le Japon est entouré de fosses de subduction. D'où les tremblements de terre et les éruptions volcaniques, et une histoire géologique qui n'est pas entièrement déchiffrée. Outre leur intérêt pour une meilleure connaissance de la tectonique des plaques, des recherches comme le projet Kaiko contribuent aux efforts qui se

(suite du texte page 162)

3 livres reliés pour 29F*



Venez rejoindre Le Nouvel English Bookclub... dès aujourd' hui
Oui, vous pouvez choisir 3 titres parmi ces livres séduisants pour moins de 10 F chacun ET vous pouvez acquérir GRATUITEMENT le magnifique "Oxford Guide to the English Language", une merveilleuse façon d'accéder aux avantages offerts par l'English Bookclub.

Comment fonctionne The English Bookclub

The English Bookclub fait partie du plus important groupe anglais de Club de livres, ayant acquis des années d'expérience en fournissant des livres en langue anglaise, principalement en Hollande, Australie, Allemagne, Nouvelle Zélande – et bien sûr en Angleterre. Dès à présent, les membres français de l'English Bookclub pourront bénéficier des capacités et de l'énorme puissance d'achat d'une des meilleures sources de livres en langue anglaise dans le monde.

Grand Choix En tant que membre, nous vous offrons une très large variété des meilleurs livres anglais et américains. Bestsellers signés par des auteurs tels que Frederick Forsyth, Graham Greene et John le Carré... Classiques en littérature, d'auteurs reconnus comme Orwell, H.G. Wells et D.H. Lawrence... atlas... dictionnaires... livres pour améliorer votre anglais... histoire, art et livres sur la nature... et beaucoup d'autres encore...

Directement chez vous Tous vos livres sont expédiés rapidement et efficacement, en direct de Grande Bretagne. Tous entièrement reliés et en édition complète. Parce qu'à l'English Bookclub, nous baissions les prix, jamais la qualité.

Magazine Gratuit Tous les trimestres, vous recevrez notre Magazine gratuit en couleur, le "Bookshop". Votre seule obligation est de choisir au moins 1 livre par trimestre, parmi plus de 600 titres proposés tout au long de l'année. La durée minimum d'adhésion est fixée à 1 an seulement.

10 jours d'examen gratuit

Commandez dès aujourd'hui vos livres afin de vérifier vous-même ce que nous voulons dire par Economie et Qualité. Mais n'envoyez pas d'argent maintenant, examinez tranquillement vos livres, chez vous, avant de décider de rejoindre les membres de l'English Bookclub.

Agissez maintenant! Faites votre choix parmi les livres proposés ici et renvoyez votre Bon de Commande aujourd'hui même.

En cas de réclamations concernant les produits ou services du Club, n'hésitez pas à nous écrire directement à l'adresse suivante: The English Bookclub, 87 Newman Street, LONDON W1P 4EN, ANGLETERRE

* + frais d'envoi

Remvoyez ce coupon-réponse à notre adresse française:
The English Bookclub, 60329 Compiègne cedex.

Oui, je désire devenir membre de The English Bookclub, Londres et je souhaite recevoir les livres dont les codes sont indiqués ci-dessous dans les cases prévues.

| | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|--------------------------|----------|--------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Marquez d'une croix (x) la case ci-contre si vous souhaitez recevoir 'The Oxford Guide to the English Language' | <input type="checkbox"/> | 1 | FREE 23 |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|--------------------------|----------|--------------------|

Si je décide de conserver les livres, je ne paierai que 29 F pour l'ensemble des 3 livres édités entre 1970 et 1979 et recevrai aussi gratuitement "The Oxford Guide to the English Language", plus seulement 19 F d'envoi et de conditionnement*. Je m'engage à commander au moins un livre par trimestre, parmi les titres proposés dans le magazine trimestriel gratuit 'Bookshop'. Si je ne passe pas de commande dans les délais précisés par le magazine du club, j'accepte de recevoir le Choix de l'Éditeur, décrit dans le 'Bookshop'. Mon adhésion est enregistrée pour une période minimum d'un an, je pourrai ensuite l'annuler à tout moment avec trois mois de préavis. Si je ne suis pas totalement satisfait de mon offre de bienvenue, je pourrai vous la retourner dans les 10 jours et je ne vousurai rien.

Signature X Date _____
 Cette offre s'applique uniquement à la France métropolitaine. Offre réservée aux nouveaux adhérents. (Ecrire en majuscules SVP)

M. _____
Mme _____
Mlle _____
Prénom _____

N° _____ Rue _____
Code Postal _____ Ville _____
N'ENVOYEZ PAS D'ARGENT MAINTENANT SV60

PLUS FREE
et gratuitement
Dossier
d'Adhérents

23

the english booklet

the english bookclub

poursuivent pour arriver à prévoir les tremblements de terre.

Sur les parois et au fond des fosses nippones, géologues et océanographes situent les frontières anciennes et actuelles des plaques. Ils évaluent la vitesse des enfoncements, des compressions, des écartements, l'accumulation d'énergie mécanique qui aboutira au séisme. Mais les sédiments portés par les plaques plongeantes sont trop légers pour les suivre dans leur descente aux enfers. Ils peuvent soit s'agglomérer à la masse insulaire émergée, soit être emportés par l'érosion marine. La collaboration des spécialistes de plusieurs disciplines est nécessaire pour interpréter correctement les observations recueillies au cours des plongées.

Responsable français du projet Kaiko, Xavier Le Pichon nous en donne un récit qui a la couleur et la vie d'un journal de bord. Nous plongeons avec lui dans le *Nautilus*. Nous découvrons des aspects du travail scientifique qui n'apparaissent pas toujours dans les communications des chercheurs. Lutte des hommes aux prises avec les éléments : une mer trop forte interdit la plongée et bouleverse un programme soigneusement préparé. L'œil fixé sur l'anémomètre, il faut parfois prendre la responsabilité d'une décision difficile. Conflits entre hommes : les chercheurs ne sont pas toujours des anges, notamment lorsque les intérêts nationaux sont en jeu. Bourdonnement (souhaité mais parfois gênant) des médias avides d'exploiter les succès et éventuellement les déboires d'une grande première technologique. Cette fois les premiers l'ont emporté de loin sur les seconds.

Entre autres résultats importants, le projet Kaiko enregistre l'existence, à des niveaux différents des fosses, de ces fameuses oasis de vie qu'on croyait réservées aux grands fonds des rifts : bactéries, vers, mollusques bivalves et poissons foisonnent partout où l'eau comprimée sourd entre les roches des parois, chargée du méthane nourricier.

Les équipes franco-japonaises ont définitivement prouvé que le volcan sous-marin Kashima, dont le cratère affleurait jadis la surface des eaux, a été récemment cassé

en deux par le ploiement de la plaque Pacifique en subduction. Les deux morceaux sont séparés par une paroi raide de quinze cents mètres. Le fragment inférieur sera bientôt avalé par la subduction ; le fragment supérieur est encore au flanc de la fosse. Un autre volcan, le mont Erimo, commence à glisser dans la fosse où s'enfonce la plaque Pacifique.

A 4 000 mètres de profondeur, au cours d'une plongée de douze heures, le *Nautilus* a réussi à sceller dans la lave du mont Erimo deux inclinomètres de conception japonaise chargés d'enregistrer et de transmettre les moindres variations d'inclinaison et les micro-séismes. Des dispositifs de prévision sismique ont été conçus selon le principe d'un contrôle des variations de la pression de l'eau dans les oasis de vie.

Mais Xavier Le Pichon rapporte les propos d'un haut responsable administratif japonais dans une des régions les plus menacées : « Les autorités de Tokyo ont une politique que je ne peux pas comprendre. Encourager la concentration d'une telle masse humaine, 17 millions de personnes, dans une région sismique à haut risque. Comment faire une politique de prévention sismique dans ces conditions ? » Une réflexion qu'on est tenté de transposer, *mutatis mutandis*, aux rivages bétonnés de notre Méditerranée... M.R.

Roland Weber **LA PHOTOGRAPHIE :** **FORMES,** **LUMIÈRE ET COULEUR**

Dessain et Tolra, 116 p. 330 F

Les livres d'initiation à la photographie comportent généralement deux volets. D'une part, la technique de prise de vue qui groupe en particulier le choix du film, le fonctionnement de l'appareil photo, les réglages de l'exposition et de la distance, l'emploi des accessoires. D'autre part, les techniques qui permettent d'agir sur la structure spatiale et sur la modulation des valeurs de l'image par le choix de la focale, du diaphragme, de la vitesse, de la mise au point, de la lumière, de la couleur.

L'ouvrage de Roland Weber ne s'intéresse qu'à ce second volet,

celui qui fera acquérir à l'amateur une vision photographique et peut-être lui permettra de devenir un grand photographe. Ainsi, les transformations qui se produisent dans une image en fonction des paramètres optiques, du choix du point de vue, de la lumière et de la couleur sont-ils analysés et assortis de réflexions avec l'intention de guider l'éveil du regard du jeune photographe. Plus d'une centaine de photos en couleurs sont commentées en légende pour illustrer le discours principal. Tout est bien dit et, pourtant l'auteur n'est pas allé au bout de son propos. Il enferme en effet le lecteur dans un style, celui de la photo pittoresque, rigoureusement cadrée. L'ouverture vers d'autres visions, qui auraient pu venir d'image d'autres photographes (un certain nombre d'entre eux parmi les meilleurs sont cités dans le texte) est absente et c'est dommage pour un livre d'initiation par ailleurs intéressant et remarquablement imprimé.

Roger Bellone

GUIDES ARCHÉOLOGIQUES **DE LA FRANCE**

Volumes n. & coul., env. 100 p., 49,50 F. Déjà parus : Vaison-la-Romaine, Saint-Romain-en-Gal, Pincevent, Alésia, Alba, Gavrinis, Les Bolards, Narbonne, Grenoble. A paraître : Lyon, Autun.

Excellente initiative du ministère de la Culture et de la Communication et de l'Imprimerie nationale que cette collection consacrée aux richesses archéologiques des petits musées de France. Largement connues des spécialistes, ces richesses ne le sont pas toujours des voyageurs, alors qu'un nombre considérable d'entre elles feraient l'honneur de grands musées internationaux, comme le vase argenté d'Alésia ou les pièces gallo-romaines de Narbonne.

Les textes sont concis et clairs et constituent des introductions faciles à des domaines souvent ignorés du grand public. L'impression est de premier ordre, voire luxueuse, mais le prix, lui, est d'une modicité plus que louable : 49,50 F le volume. On n'aura qu'un regret, c'est que cette collection n'ait pas été lancée plus tôt.

Gerald Messadié ▲

telligence fine, perspicace, ingénieuse, capable de percevoir des distinctions et des nuances. Aptitudes pour les travaux intellectuels qui demandent de la pénétration psychologique, de la réflexion affinée. Tact, délicatesse, diplomatie, sagacité. Très forte acuité ; capable "d'astuces" d'habileté.

Donnez un coup de pouce à votre carrière...

Faites analyser votre écriture et découvrez comment exploiter toutes vos qualités intellectuelles

La graphologie, science humaine à part entière, est un élément fondamental dans la connaissance de soi. Vous en connaissez l'utilisation de plus en plus fréquente dans la vie professionnelle. Les cabinets de recrutement en entreprise, pour ne citer qu'eux, ont souvent recours à la graphologie dans la sélection des candidats.

LUC UYTENHOVE, expert-graphologue de renom, fondateur du Centre de Recherche d'Analyse Graphologique, auteur de "La Nouvelle Graphologie", ouvrage de référence, vous propose aujourd'hui une analyse rigoureuse de votre personnalité.

Luc Uyttenhove a, en effet, expérimenté avec succès une méthode originale dont il souhaite vous faire bénéficier. Chez vous, tranquillement, vous répondez au questionnaire confidentiel, clair et précis dont il est le créateur.

D'intéressantes révélations pour mettre vos qualités en valeur

Vous voulez progresser et réussir votre vie professionnelle et affective, connaître vos aptitudes et vos goûts. Vous vous posez des questions sur votre nature réelle et profonde. Êtes-vous un réalisateur ou un créateur, un affectif ou un imaginaire ?

Il est difficile de découvrir la réponse soi-même. Et puis, rien n'est vraiment simple. Vous êtes actif et réalisateur, mais aussi peut-être un rêveur teinté d'un zeste d'enthousiasme... Et selon la profession que vous exercez, imaginer et créer est votre plus solide atout dans la progression de votre carrière ou, au contraire, un certain handicap.

La méthode graphologique de Luc Uyttenhove vous apprendra à mettre en valeur vos qualités, dans votre cadre relationnel et professionnel. Elle vous permettra d'exploiter votre sens de l'initiative, votre perspicacité et votre sagacité. Ou votre sens de l'humour, ce grain de sel de la vie quotidienne.

De précieux conseils pour faire de vos défauts les nouveaux alliés de votre personnalité

Luc Uyttenhove aborde ce chapitre sous l'appellation de "zones négatives". En effet, celui qui se regarde dans un miroir est-il tenté de voir ce qui lui déplaît ?

Mais la perfection n'est pas de ce monde. D'ailleurs n'y serait-elle pas ennuyeuse ? Car vos défauts contribuent eux aussi à la richesse de votre personnalité. Et il peut être positif qu'un certain lymphatisme vienne tempérer le caractère excessif d'un sanguin ou d'un bilieux... De plus, connaître vos défauts, c'est déjà les apprivoiser !

Indispensable pour affirmer votre valeur professionnelle

Les conseils de votre Dossier Personnel vous

seront précieux pour mieux orienter et diriger votre carrière. Plus conscient de vos qualités et de vos atouts, vous serez mieux armé pour agir, pour prendre les bonnes décisions, pour vous montrer plus efficace encore dans votre activité quotidienne.

Tôt ou tard, l'analyse graphologique déterminera votre devenir professionnel !

Prenez en main l'avenir de votre carrière. Dès aujourd'hui, faites un grand pas en avant en vous connaissant mieux.

Votre étude graphologique : un dossier complet et détaillé

Pour recevoir votre Dossier Personnel et en bénéficier, rien de plus simple. Il vous suffit de nous retourner votre Demande Personnelle de Questionnaire-Consultation ci-dessous avec un chèque de 30 francs. Vous recevrez ce document avec un fascicule sur la méthode, vous pourrez alors y répondre et fournir ainsi à Luc Uyttenhove les éléments qui lui permettront d'analyser votre écriture et de vous envoyer votre Dossier Personnel sous pli confidentiel.

LUC UYTENHOVE, diplômé en droit, diplômé en psychologie et en graphologie, expert en écriture près la Cour d'Appel d'Aix-en-Provence, fondateur du CENTRE DE RECHERCHE D'ANALYSE GRAPHOLOGIQUE.

CRAG/LDP 77214 Avon Cedex

CENTRE DE RECHERCHE D'ANALYSE GRAPHOLOGIQUE

Le Questionnaire-Consultation est strictement personnel. Dès que votre analyse sera terminée, les documents composant votre dossier seront détruits.

"Connais-toi toi-même".

Appliquez ce beau précepte de Socrate en demandant dès aujourd'hui votre Questionnaire-Consultation.

CONFIDENTIEL

Demande Personnelle de QUESTIONNAIRE-CONSULTATION

137.14

Oui, je souhaite recevoir le Questionnaire-Consultation de Luc Uyttenhove, expert-graphologue, ainsi que le fascicule sur sa méthode, au prix exceptionnel de 30 francs. Puis, je pourrais, si je le décide, retourner le Questionnaire-Consultation complétée afin d'obtenir mon Dossier Graphologique Personnel sous pli confidentiel.

Je joins mon règlement par : ☐ chèque bancaire ☐ chèque postal à l'ordre du Livre de Paris. Renvoyez ce bon sous enveloppe affranchie à : CRAG/LDP 77214 Avon Cedex.

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Code postal [] [] [] [] [] Ville _____

ECHOS DE LA VIE PRATIQUE

SON

Le plus petit lecteur de disque compact doté de la radio



Voilà deux ans, Sony commercialisait le premier lecteur de disque compact miniaturisé, le D50. La firme japonaise lance aujourd'hui le D55-T. A peine plus gros ($12 \times 4 \times 12$ cm, 570 g), il est doté en outre d'un tuner FM/PO. Comme le D50, il possède une sortie casque et une sortie ligne. Une alimentation par piles rechargeables offrant 4 heures 30 d'autonomie le transforme en radio portable (avec écoute au casque). Il possède aussi des caractéristiques améliorant son confort d'utilisation : recherche automatique des enregistrements et possibilité de programmer jusqu'à 16 morceaux dans l'ordre de son choix.

Un affichage à cristaux liquides permet de visualiser le numéro de l'enregistrement écouté, le temps écoulé et le temps total restant à écouter. La radio possède une plage de fréquence FM (87,6-108 MHz) et AM (530-1605 kHz). Prix : environ 4 390 F.

VIDÉO

Un magnétoscope bi-standard

Au Consumer Electronics Show qui s'est déroulé au début de l'été dernier aux Etats-Unis, une firme américaine, Samsung Electronics, a présenté le prototype d'un magnétoscope capable d'enregistrer et de lire les cassettes VHS et 8 mm.

Appelé Translator, cet appareil permet en particulier de copier la vidéo-cassette d'un standard sur la cassette de l'autre standard. Il mesure environ $10 \times 43 \times 36$ cm et pèse 9 kg.

Non commercialisé pour l'instant, le Translator pourrait être vendu à un prix voisin de 9 000 F.

Mitsubishi a présenté au début de l'été au Consumer Electronics Show à Chicago, un téléviseur à tube ayant un écran de 83 cm de diagonale. L'appareil est conçu pour le système NTSC 525 lignes de télévision en couleurs.

TÉLÉVISION

Téléviseur à magnétoscope incorporé

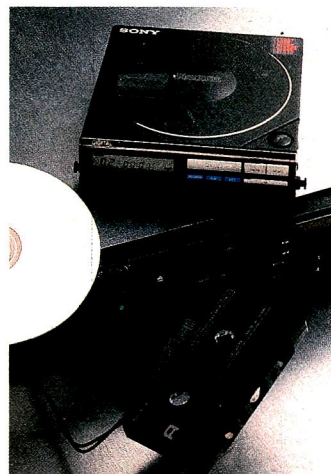
Le Daiei Electric Company à Tokyo vient de commercialiser sur le marché japonais le premier récepteur de télévision en couleurs comportant un magnétoscope 8 mm (standard NTSC). Le téléviseur peut donc être utilisé directement pour l'enregistrement des émissions ; celui-ci peut être programmé plusieurs jours à l'avance. Bien entendu n'importe quelle cassette peut être lue sur le téléviseur. Le son est reproduit en codage numérique.

SON

Pour brancher un lecteur de disque compact sur un auto-radio

La firme japonaise Sony propose un dispositif qui permet de brancher un lecteur de disque compact portable doté d'une sortie de ligne sur n'importe quel auto-radio lecteur de cassettes. Appelé CPA-1, cet accessoire se présente sous la forme d'une cassette audio classique à laquelle est relié un cordon muni d'une fiche.

Pour écouter un disque compact, il suffit alors de brancher cette fiche dans la prise du tourne-disque à laser et d'introduire le CPA-1 dans l'auto-radio lecteur de cassette comme n'importe quelle cassette audio enregistrée. Prix : environ 300 F.



Hi-fi pour magnétoscopes VHS

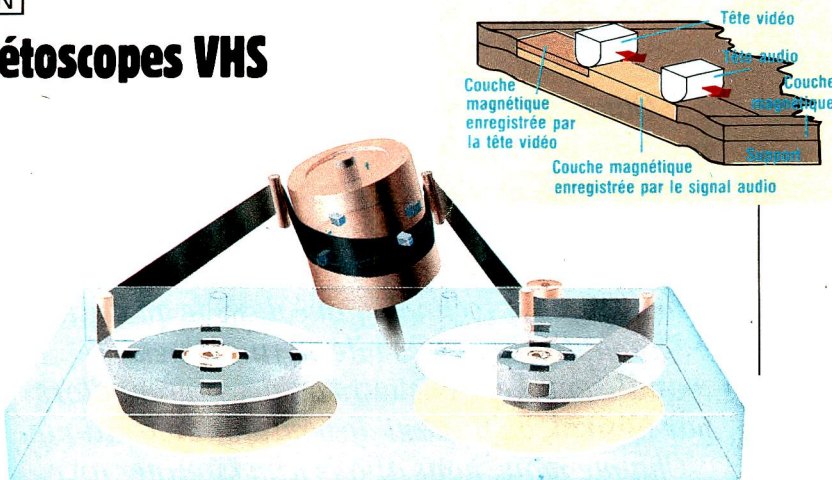
Parce que le traitement d'un signal vidéo réclame cinq cents fois plus d'informations que celui d'un signal audio (soit 7 millions par seconde) les premiers magnétoscopes qui étaient à tête fixe exigeaient une vitesse de défilement de la bande de 17 km/h. Les contraintes mécaniques étaient énormes et rendaient en fait le système inutilisable. Aujourd'hui ces contraintes n'existent plus, grâce à des têtes vidéo placées sur un tambour tournant et inscrivant une succession de pistes obliques dans la largeur de la bande. La vitesse de celle-ci étant de 22,39 mm/s, le procédé permet aux têtes d'effectuer un enregistrement sur 5 m de piste lorsque la bande avance de 2 cm.

Depuis 1978, date d'apparition de ces magnétoscopes en France, des améliorations ont permis d'accroître la qualité de l'image enregistrée. Le son, par contre, a été longtemps négligé. Certes, l'adjonction de dispositifs du type Dolby ou le passage au son stéréophonique ont-ils apporté quelques améliorations. Mais on restait loin de la haute fidélité.

En standard VHS classique, l'enregistrement audio utilise une première piste longitudinale de 1 mm de large située en haut de bande en monophonie et une deuxième piste en bas de bande en stéréophonie.

La bande magnétique défile devant les têtes à 22,39 mm/s, une vitesse qui, en regard de celle de 47,50 mm/s d'un magnétoscope à cassette, est bien faible et apparaît comme l'une des causes de la mauvaise musicalité. Les choses ont changé voilà deux ans, avec l'arrivée de magnétoscopes VHS stéréophoniques haute fidélité. Les pistes longitudinales audio ont été abandonnées au profit d'une technique créée pour la vidéo 8 mm : le son est enregistré avec l'image sur les mêmes pistes à l'aide de têtes audio situées sur le tambour rotatif.

Les normes originelles du standard VHS n'ayant pas prévu de place pour le son entre les pistes vidéo, il fallut créer un autre système, compatible avec les matériels VHS : le "Multiplex" et "l'enregistrement vertical". Le Multiplex consiste à utiliser des signaux modulés en fréquence, localisés au sein d'une plage de fréquence déterminée pour chaque signal vidéo ou audio. Ce système permet d'enregistrer simultanément sur un même support des signaux différents logés sur des plages de fréquence différentes d'un même canal. Le D.MPX (Depth-Multiplex) ou



Multiplex en profondeur qui équipe les nouveaux magnétoscopes hi-fi, combine ces caractéristiques avec celles de "l'enregistrement vertical".

L'enregistrement stéréophonique est effectué en modulation de fréquence sous les pistes vidéo, dans la couche profonde de l'enduit magnétique, à l'aide de deux têtes audio montées sur le tambour tournant, azimutées à plus ou moins 30° (au lieu de $\pm 6^\circ$ pour les têtes vidéo). Le signal vidéo est enregistré sur la même piste au-dessus des signaux audio, réalisant ainsi un enregistrement à deux étages. Les signaux audio sont en modulation de fréquence sur des porteuses de 1,4 MHz pour la voie de droite et 1,7 MHz pour celle de gauche. Le signal vidéo s'inscrit sur une plage de fréquence de 3,8 à 4, MHz.

Matériels aux performances élevées, les magnétoscopes VHS Hi-Fi possèdent l'arrêt sur l'image, l'image par image et le ralenti sans les perturbations parasites dont les magnétoscopes VHS conventionnels étaient coutumiers. Certains magnétoscopes dotés d'une vitesse lente permettent l'enregistrement haute fidélité de huit heures de musiques sur une seule cassette E 240.

Une véritable petite révolution tant pour les amateurs de musique que pour les cinéphiles du "petit écran" qui, chez eux, retrouvent la qualité de la bande sonore des films utilisant les pistes magnétiques.

18 magnétoscopes VHS recevant les émissions SECAM sont aujourd'hui équipés pour l'enregistrement sonore haute fidélité : Akai VS 603S (prix moyen : 10 000 F), Bang et Olufsen VHS 90 (prix : 12 000 F), Brandt VK 437S sans Dolby (prix : 10 000 F) et VK 47S avec Dolby (même prix),

Grundig VS 385 Euro PAL/SECAM (prix : 10 000 F), Hitachi VT 86 EL PAL/SECAM (prix : 11 000 F), JVC HR-D 565 S (prix : 9 000 F) et HR-D 725 S (prix : 11 000 F), ITT UR 3995 (prix : 10 000 F), Kendwood KV 917 S (prix : 8 500 F), Marantz MV 762 (prix : 10 000 F), Panasonic NV 870F (prix : 12 000 F), Philips VR 6860 et Radiola 68 VR 61/18 (prix : 10 000 F), Saba VK 2439 (prix : 11 000 F), Thomson V 5500S (prix : 8 500 F) et V 6000S (prix : 11 000 F).

Tous ces magnétoscopes ont sensiblement les mêmes caractéristiques : bande passante son de 20 à 20 000 Hz (au lieu de 50 - 12 000 Hz avec un modèle classique), rapport signal/bruit de 80 dB (au lieu de 45 dB) et fluctuations de vitesse de 0,005 % (au lieu de 0,2 %). En ce qui concerne la partie vidéo, ils réunissent les possibilités habituelles de tous les magnétoscopes.

Kodak vient d'entrer sur le marché des piles en lançant

l'Ultralife, première pile au lithium/manganèse de 9 volts destinée au grand public. Cette source d'énergie de hautes performances peut être stockée 10 ans en ne perdant que 2 % par an de sa capacité. Sa durée d'utilisation est quatre fois plus longue que celle des piles alcalines. Comme toutes les piles au lithium, elle débite un courant jusqu'à la fin de sa vie. A durée égale de service, l'Ultralife 9 volts revient deux fois moins chère qu'une bonne pile alcaline. Elle est destinée à de multiples appareils domestiques tels les postes radio à transistors, les flashes et l'outillage électrique. La commercialisation en France se fera dans le courant de 1987.

Les objets du mois

Objets astucieux et appareils ingénieux produits par l'industrie arrivent souvent sur le marché sans tambour ni trompette : le fabricant les commercialise sans présentation à la presse ni publicité, parce que les retombées du progrès scientifique et technologique dans le quotidien se multiplient très vite et, finalement, se banalisent. Les acheteurs les découvrent alors par hasard, en flânant de boutique en boutique. Chaque mois, nous allons ainsi fouiner aux "puces" de la technologie, autant pour vous informer que pour votre plaisir.

1 BIENTÔT, UNE CLEF À PUCE

L'informatique est entrée dans la serrurerie, avec la clef à puce que vient de créer la société française Ordicom SA. Dans cette clef, dont la partie mécanique est déjà difficilement reproductible, est intégrée une mémoire Eprom de 256 bits. Elle communique avec un lecteur logé dans la serrure par l'intermédiaire de deux contacts. Ce lecteur de taille réduite est piloté par un microprocesseur masqué. Il comporte un afficheur, seulement visible de l'intérieur et cinq touches de programmation.

Deux modèles de serrures seront disponibles.

- La première autorise l'ouverture de la porte après lecture des codes inscrits dans la clef.
- La seconde contient en plus une horloge interne qui limitera l'accès à des jours, heures et minutes pré-programmés lors de la fabrication, ce qui la rend non reproductible. La programmation des codes se fera chez le serrurier, mais seul l'utilisateur les connaîtra. Un exemplaire de la clef d'origine non codée sera conservé par le serrurier. En cas de perte, l'utilisateur sera seul habilité à changer le code de cette clef ainsi que celui de celles qu'il peut avoir conservées. Celle (ou celles) qui auraient été égarées deviendraient de ce fait

inutilisables. Ainsi il sera inutile de faire modifier la serrure comme cela est la règle avec les fermetures traditionnelles.

Cet ensemble de haute sécurité comporte d'autres protections (telles que le déclenchement d'une alarme en cas de tentative de crochétage). Mais évidemment, pour conserver toute son efficacité, il doit être associé aux renforcements de l'hubriserie (pour éviter qu'il ne soit contourné)... La clef à puce ne sera disponible qu'au début 1987.

2 UN ANTIVOL DE VALISE

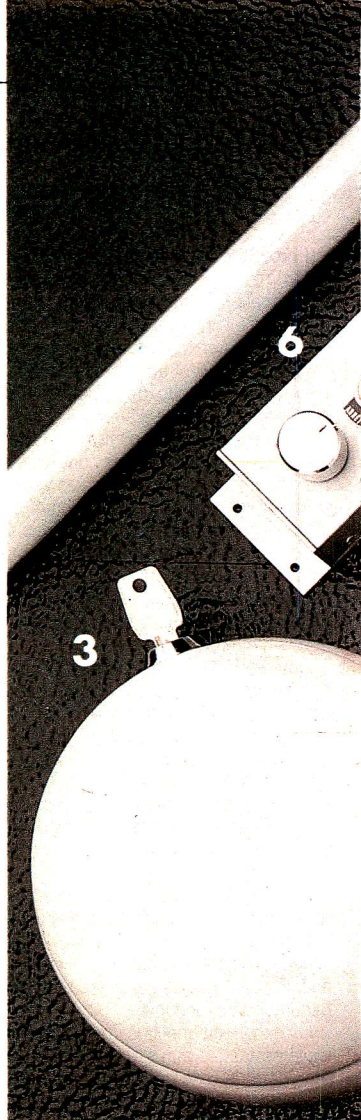
Bi-Bi Reminder est le nom d'un système d'alarme constitué de deux éléments : un émetteur, que l'utilisateur garde dans sa poche, et un récepteur, qui se place dans une valise, un sac ou même dans la poche des vêtements d'un enfant qu'on veut protéger.

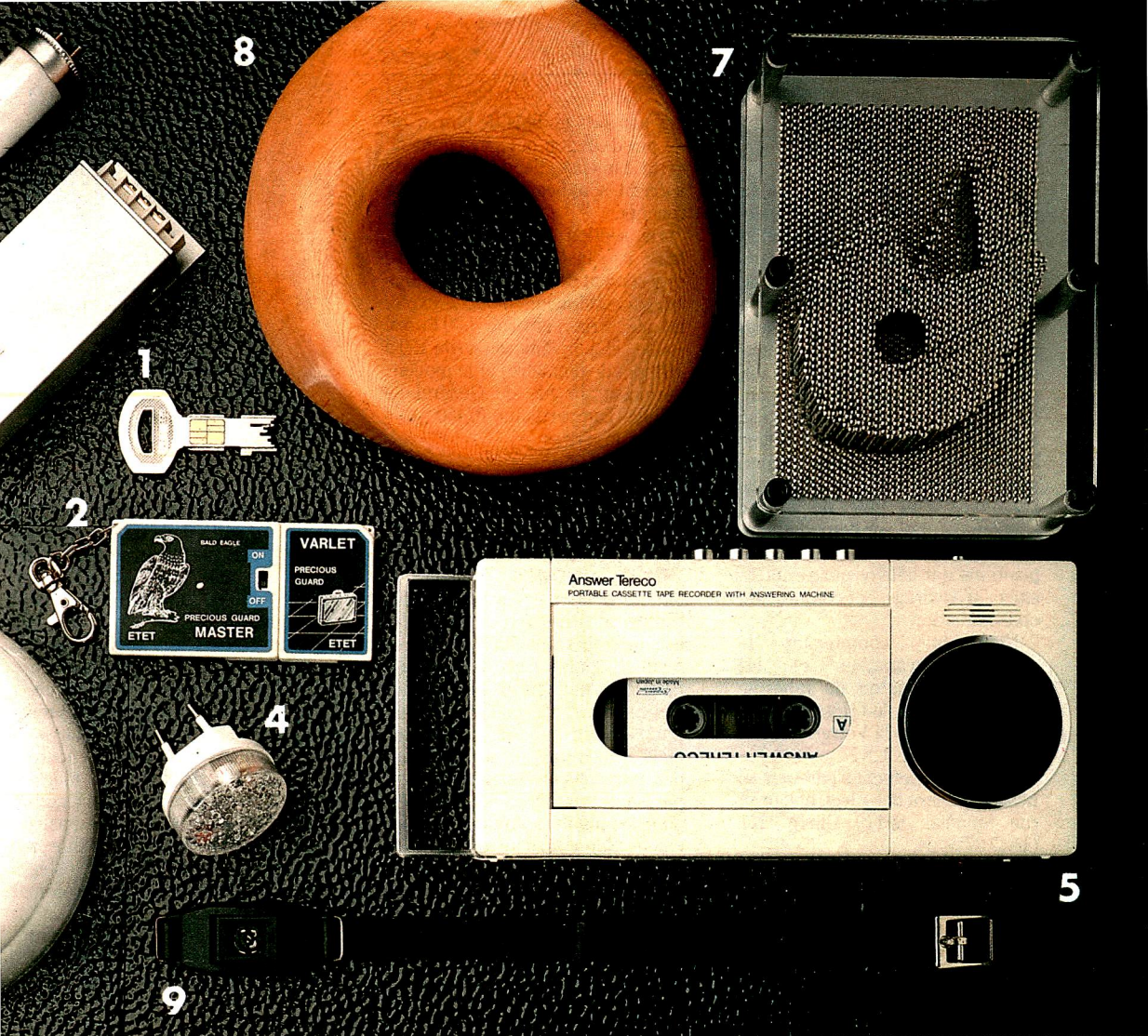
Dès qu'il sont sous tension, ces deux objets ne peuvent s'éloigner l'un de l'autre de plus de trois à cinq mètres sans que le récepteur fasse entendre un bip bip d'alarme. Ainsi, dans une gare ou un aéroport le voleur se verra-t-il désigné par ce dispositif. Prix : 480 F. (Dune, 12-14 Rond-Point des Champs Elysées, 75008 Paris, tél. (1) 45 62 06 86).

3 UN COFFRE-FORT DE POCHE

Pour les voyageurs, la firme MBB propose un coffre-fort miniaturisé. De forme hémisphérique, ce coffre fonctionne comme une ventouse et se plaque contre n'importe quelle surface lisse dès qu'une partie de l'air intérieur est aspiré. Le constructeur propose même une plaque polie qu'on peut visser sur un support pour le cas où l'utilisateur ne disposerait pas de surface lisse.

L'efficacité est certaine à condition que le support utilisé pour fixer le coffre-fort ne soit pas poreux ou qu'il ne puisse pas être percé par derrière pour faire passer l'air. Attention donc au plâtre, au plastique ou au bois.





Prix : 490 F (Dune 12-14 Rond-Point des Champs Elysées, 75008 Paris, tél. (1) 45 62 06 86).

4 BABY-SITTING SUR LA FM

Se consacrer à ses invités tout en veillant sur l'enfant qui dort dans une pièce voisine, c'est ce que permet la veilleuse émettrice JMC. Cet instrument se branche simplement sur une prise de courant. Comme toutes les veilleuses, elle émet une faible lumière. En outre, grâce à un micro-émetteur miniaturisé incorporé, elle capte les sons qui sont produits dans la pièce (voix de l'enfant qui se réveille par exemple) et les transmet. La réception se fait sur n'importe quel

poste à transistors en recherchant une plage de fréquence libre (par exemple la bande de 107 MHz). Dimensions 5 x 3 cm. Consommation : 6 watts.

Prix : 200 F environ (JMC, 46 rue Pierre Brossolette, 95200 Sarcelles, tél. (1) 34 19 14 27).

5 UN RÉPONDEUR TÉLÉPHONIQUE DE VOYAGE

Miniaturisé, et rendu autonome par une alimentation par piles, le répondeur téléphonique devient transportable pour une utilisation en déplacement d'affaires ou en vacances. Tel est Answer Tereco, répondeur-enregistreur autonome qui a les dimensions d'un poste à transistors (230 x 110 x

70 mm). Contrairement à la plupart des répondeurs, il est indépendant du réseau téléphonique. Ses micro et haut-parleur doivent être disposés devant ceux du combiné.

Sur le côté droit du boîtier se trouve un levier solidaire d'un électro-aimant. L'extrémité de ce levier doit être disposé de telle sorte qu'elle maintienne enfoncé le commutateur-support du combiné. Au reçu d'un appel, le levier se soulève et "décroche". Le magnétophone incorporé délivre un message d'absence et sollicite une réponse. A la fin de l'enregistrement (durée 30 secondes) le bras de levier s'abaisse et coupe la communication.

Prix : 1 900 F (Dune 12-14 Rond-Point des Champs Elysées, 75008 Paris, tél. (1) 45 62 06 86).

6 LUMIÈRE VARIABLE POUR CARAVANES ET BATEAUX

Un convertisseur, vendu sous le nom d'"interrupteur électronique", permet une installation facile de tubes fluorescents classiques (de 60 à 120 cm) à partir de batteries 12 ou 24 volts. Il est particulièrement destiné aux caravanes, aux remorques commerciales, aux bateaux ainsi qu'aux maisons isolées équipées de panneaux solaires ou d'éoliennes. Il se présente sous la forme d'un boîtier interrupteur qui peut commander, jusqu'à une distance de 5 mètres, l'allumage d'un tube de 120 cm simplement fixé sur deux douilles. Il comporte un contacteur à quatre positions qui délivre quatre intensités d'éclairage et donc, de consommation.

L'ensemble comprenant le convertisseur/variateur et les douilles de fixation du tube, se trouve au Bazar de l'Hôtel de Ville Rivoli, 55 rue de la Verrerie, 75004 Paris au prix de 428 F.

On peut également s'adresser au fabricant : Brochot Electronique, 4 rue Souchal, 92110 Clichy, tél. (1) 47 37 34 24.

7 UN MOULE FORMÉ DE CLOUS

Imaginez un rectangle garni de 2310 clous, plantés très serrés et libres de coulisser. Si vous appliquez les pointes sur une surface en relief (main, partie d'un visage, objets divers, etc.) les têtes la reproduiront fidèlement. Il suffit ensuite de poser le rectangle sur l'un de ses côtés pour conserver le "moulage" en l'état. Prix : 1 200 F.

Cette sculpture variable, instantanée et modifiable, se trouve chez Dune, 12-14 Rond-Point des Champs Elysées, 75008 Paris.

8 SCULPTURE POUR UNE MOUCHE

Vous connaissez peut-être la "Bande de Moebius", cette bande sans fin qui constitue les deux faces d'un anneau et qu'une mouche peut parcourir indéfiniment sans jamais passer par l'une de ses tranches. Louis Challier, un ingénieur devenu sculpteur, a créé

des anneaux en bois de poirier ou de pin d'Oregon qui s'inspirent de cette fameuse bande et qui, de surcroît, sont beaux à regarder et à toucher.

De section carrée ou triangulaire, ils s'inscrivent dans un tore et réservent des surprises topologiques à cette même mouche exploratrice. Prix : environ 600 F, variable selon la dimension (de 150 à 180 mm de diamètre) et le modèle. (Armoise, 15 rue du Général-de-Gaulle, Lampertheim, 67450 Mundolsheim).

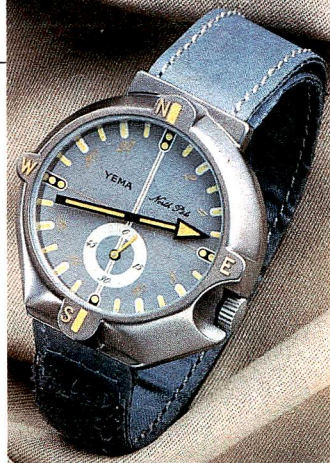
9 ULTRASONS CONTRE PARASITES DU CHIEN

Mis au point par les laboratoires Biological Research, Flea Fliker est un collier qui fait fuir les parasites (puces et tiques notamment) qui vivent sur la peau des animaux. Ce collier ne comporte aucun produit insecticide, mais un circuit intégré émettant des ultrasons insupportables aux parasites, inaudibles et inoffensifs pour les hommes comme pour les chiens. Son efficacité atteint 100 % dit la notice. En cinq jours, puces et tiques disparaissent. Et comme la protection s'étend à un mètre vingt, les parasites ne pourront même pas se réfugier dans la niche ou dans les coussins du panier.

Le collier Flea Fliker, en cuir noir très souple, est réglable. Il est livré avec ses piles (durée 1 an). Prix : 495 F (centrale d'achats Sedao, 17-19 rue de la Plaine, 75020 Paris, tél. (1) 43 48 08 08).

LA MONTRE ARCTIQUE

Sans la montre North Pole de Yema, la marche vers le pôle Nord de Jean-Louis Etienne n'aurait peut-être pas pu se faire sans accidents. En effet, dès qu'on se rapproche des hautes latitudes, la boussole ordinaire s'effole et seules les centrales à inertie sont capables de maintenir une direction fixe. Or notre piéton de la banquise ne pouvait envisager de transporter un tel instrument trop lourd. Restait la montre à aiguilles. Yema a conçu spécialement pour lui la North Pole, une montre dont la grande aiguille en forme de



flèche fait un tour complet en 24 heures. Il suffit de la diriger vers le soleil pour visualiser aussitôt les quatre points cardinaux. Une petite aiguille décentrée indique les minutes.

Pour résister aux températures extrêmes (- 52°C), le boîtier est en titane et le mouvement est enclos dans un conteneur en fibres de carbone. Trois poches d'air indépendantes améliorent encore l'isolement thermique du mécanisme. Quant au verre saphir antireflet et anti-buée, il a une épaisseur de 1,5 mm et contribue à l'étanchéité de la montre testée jusqu'à 100 mètres de profondeur...

Yema North Pole est maintenant en vente au prix de 5 000 F environ chez les horlogers bijoutiers.

UN LOGICIEL GRAPHEUR TRAITANT 6 000 DONNÉES

Pour exploiter les résultats d'une étude statistique, il faut souvent les visualiser et l'on n'a encore rien trouvé de mieux que de les présenter sous forme de graphiques. L'ordinateur se prête particulièrement bien à ce traitement. La preuve en est que toutes les machines disposent de "grappeurs" qui tracent en un clin d'œil de tels graphiques.

Toutefois, la plupart des logiciels ne peuvent exploiter, d'une façon lisible, plus d'une centaine de données. Tel n'est pas le cas de MacSpin, un nouveau logiciel, étudié par D² Software (commercialisé en France par Bruno Rives & associés) destiné à Macintosh : il visualise jusqu'à 6 000 données simultanées en deux, trois, voire quatre dimensions sous la forme

d'un nuage de points (voir ci-dessous écran de gauche).

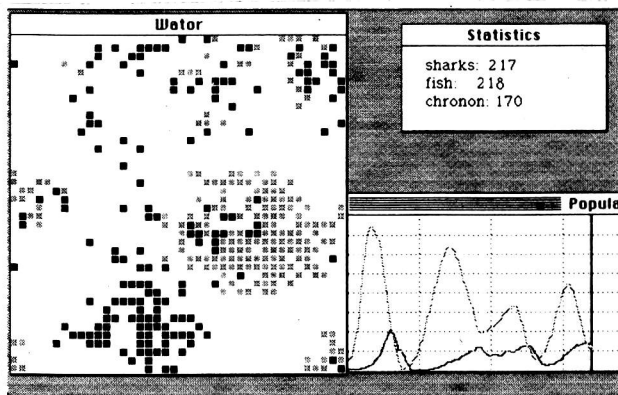
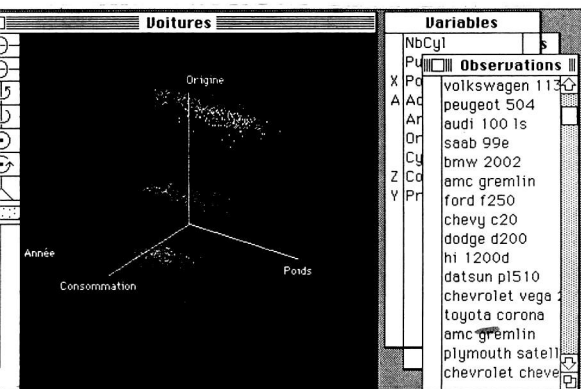
Ce nuage obtenu, il devient aisé de le manipuler. Il suffit par exemple de "cliquer" sur un point pour voir apparaître ses coordonnées, d'entourer une zone pour l'agrandir aussitôt, de créer de nouveaux points en reliant mathématiquement deux séries pré-existantes. Mais surtout, on peut faire tourner dans l'espace un nuage en trois dimensions sous tous les angles afin d'en étudier un aspect particulier.

UN LOGICIEL DE SURVIE DES ESPÈCES SOUS-MARINES

Water de Robert Martins est un logiciel destiné à Macintosh ; il raconte graphiquement le drame des écosystèmes surpeuplés. L'action se passe dans une baie où nagent des requins et des poissons placides. L'utilisateur peut programmer les paramètres du jeu : le nombre d'individus de chaque espèce, la voracité des requins, leur taux de reproduction et celui de leurs proies en puissance... Après quoi, on assiste à la lutte

LA PREMIÈRE CUISINIÈRE BOIS-CHARBON À THERMOSTAT

Deville, vient d'équiper d'un thermostat des cuisinières bois-charbon. Elles permettent de réguler la température de cuisson des plaques et du four, mais aussi modulent la combustion, autorisant une durée de feu continu plus longue (jusqu'à 14 heures). Le dispositif agit sur l'arrivée d'air dans le foyer. Une sonde de température (1) contient un fluide se dilatant à la chaleur. Ce fluide parvient dans une chambre à positionnement va-

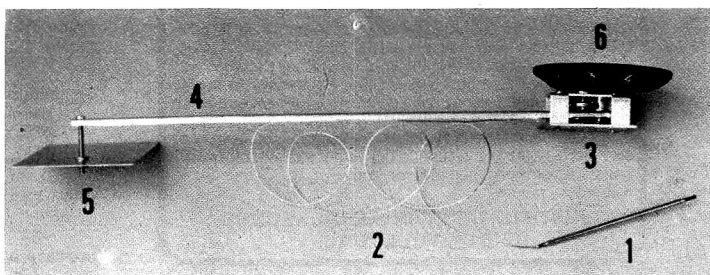


Pour agir dans la quatrième dimension (le temps) on fera glisser un curseur et, en fonction des données, le nuage se modifiera et souvent révélera visuellement les corrélations ou les anomalies de répartition qui, par les moyens classiques, auraient demandé des heures de calcul. Toutes les simulations statistiques jusqu'ici réservées à de gros systèmes deviennent ainsi accessibles. La saisie de ces données peut être faite directement, mais leur transfert à partir de n'importe quel autre logiciel destiné à Macintosh (tel que Multiplan, Statworks, Exel, etc.) est très facile. Il est même possible de les extraire de logiciels destinés à d'autres machines. Bruno Rives & associés s'est d'ailleurs fait une spécialité de ces interconnexions de systèmes qui ont bien d'autres applications.

Destiné à ceux qui manipulent des statistiques et, bien entendu, aux enseignants ; McSpin est disponible chez BRA, 6 av. Franklin Roosevelt, 75008 Paris, tél. (1) 42 89 02 36 39. Prix : 1 800 F environ.

pour la vie entre les membres de cette population, sous l'influence de la violence prédatrice et de la folie génétique. Les deux courbes correspondant à ces excès se dessinent sur un graphique et leur tracé décrit la croissance et le déclin des deux espèces (voir ci-dessus, écran de droite). La faible interactivité de ce programme est largement compensée par ses implications philosophiques. Water se trouve dans la disquette n°3 Feedmac (prix 75 F) éditée par la revue Informag, 5 place du Colonel Fabien, 75491 Paris cedex 10, tél. (1) 42 40 22 01.

riable (3) par un tube capillaire (2). En se dilatant, le liquide exerce une pression sur une paroi mobile dont le déplacement est communiqué au volet d'arrivée d'air (5) par l'intermédiaire d'un bras levier (4). La température maximale souhaitée est programmée au moyen du bouton (6). Il limite plus ou moins l'action du bras en modifiant la position de la chambre. Ces cuisinières sont équipées d'un four auto-nettoyant. Trois modèles sont proposés. Le 8514 T, le plus petit (largeur 60 cm), coûte 5 975 F en blanc et 6 195 F en brun fumé. ▲



TCHERNOBYL (suite) : L'IODE S'EN VA, LE CÉSIMUM RESTE

(suite de la page 35)

concernent-elles des poires, du persil ou de la luzerne ? Mystère ! Le public n'a pas à savoir. Mais alors, pourquoi continuerait-il de rémunérer des fonctionnaires qui se moquent aussi ostensiblement de lui ?

| SEMAINE DE PRÉLEVEMENT | NOMBRE D'ANALYSES | IODE 131 (en becquerels/kg) | | CÉSIMUM 137 (en becquerels/kg) | |
|------------------------|-------------------|--------------------------------|---------|-----------------------------------|-------|
| | | Moyenne | Maximum | Moy. | Maxi. |
| 5 au 10 mai | 69 | 254 | 2 600 | 42 | 520 |
| 12 au 17 mai | 271 | 88 | 880 | 34 | 580 |
| 20 au 24 mai | 213 | 21 | 310 | 14 | 270 |
| 26 au 31 mai | 209 | 3 | 140 | 4 | 100 |
| 2 au 8 juin | 82 | plus d'activité anormale | | < 50 | 80 |
| 9 au 27 juin | 168 | — | | < 50 | 65 |
| 30 juin au 11 juillet | 16 | — | | < 50 | < 50 |

En résumé, on ne peut qu'être scandalisé de la manière dont ont été traités les Français à l'occasion de la catastrophe de Tchernobyl et de ses conséquences sur l'environnement. Certes, les chiffres dont nous avons pu avoir connaissance ne sont, dans l'ensemble, pas inquiétants. Mais sont-ils vraiment représentatifs ? On peut en douter en raison du faible nombre des analyses effectuées, surtout dans les régions les plus touchées. En tout cas, une chose est certaine : nous ne savons quasiment rien de la teneur en césium de la viande que nous consommons — ou que nous avons consommée. Il s'agit pourtant d'un problème sérieux, car le césium qui s'est déposé sur le territoire français ne s'est pas subitement volatilisé ; il est là, au contraire, pour des dizaines et des dizaines d'années. Alors, plutôt que de réserver les contrôles aux produits venus de l'extérieur, ne faudrait-il pas aussi vérifier si le mal ne ronge pas le fruit de l'intérieur ?

Jacqueline Denis-Lempereur

Les Dossiers de la Réussite

VOICI COMMENT SE DEBARRASSER D'UN COMPLEXE D'INFERIORITE

Le complexe d'infériorité, source d'échecs répétés vous paralyse. Voici enfin une méthode infallible pour assurer rapidement votre réussite. Découvrez le secret de la puissance mentale pour acquérir la parfaite maîtrise de vous-même. Développez une mémoire prodigieuse. Débarrassez-vous définitivement de votre timidité. Réussissez là où les autres échouent. Sachez enfin comment forger votre réussite sociale, financière et spirituelle. Un éditeur diffuse un petit livre " Les Secrets de la Réussite ". Il l'envoie gratuitement et discrètement à toute personne qui veut maîtriser son avenir. Sans aucun engagement de votre part demandez-le aujourd'hui même à :

INSTITUT REUSSIR S.C. AUSSONNE
31700 BLAGNAC.

LE MARIAGE DISCRET DE LA PHOTO ET DE LA VIDÉO

(suite de la page 135)

un capteur DTC de 250 000 pixels. La firme japonaise lance aussi un camescope plus perfectionné, plus lourd (2,3 kg), le Fujix 8-Z600 AF ayant des caractéristiques voisines de modèles professionnels (son haute fidélité, macrozoom 1,4 de 12-72 mm, capteur DTC de 250 000 pixels, mise au point automatique, etc.).

Avec les camescopes 8 mm ou VHS-C ont été présentés de nombreux appareils de montage commandés par microprocesseur pour la réalisation de programmes vidéo complets, des appareils de transfert et de conversion (NTSC/PAL, PAL/SECAM ou cinéma/vidéo). Plusieurs magnétoscopes 8 mm dotés d'un enregistrement numérique stéréophonique du son ont également été lancés. Tous ces matériels sont conçus d'origine pour le système NSC 525 lignes de télévision en couleurs. Quelques modèles seront disponibles en PAL ou en SECAM. Nous y reviendrons en détail dans un prochain article sur la vidéo 8 mm. **Roger Bellone**

LES EXPORTATIONS JAPONAISES


| MATÉRIELS | QUANTITÉS LIVRÉES EN 1985 | VARIATIONS PAR RAPPORT À 1984 |
|--|---------------------------------|--|
| Miniformats 110 | 223 000 | - 39 % |
| Appareils 126 à chargeur | 14 000 | - 50 % |
| 24×36 compacts | 8 012 000 | + 18,6 % |
| 24×36 reflex | 5 431 000 | + 4,8 % |
| Appareils à bobines 120 | 62 000 | + 4,9 % |
| Autres appareils | 380 000 | + 24 % |
| Objectifs interchangeables | 13 889 000 | 0 % |
| Objectifs complémentaires | 2 285 000 | + 18,3 % |
| Films couleurs (rapportés à des cartouches 135 — 24 poses) | 360 000 000 | + 18 % |
| Papier sensible en couleurs (rapporté en épreuves standard) | 18 000 000 | + 18 % |
| Caméras super 8 | 68 000 | - 34,6 % |
| Projecteurs super 8 | 15 000 | - 52 % |
| Caméras vidéo | | |
| Camescopes seuls | 1 857 000 | |
| Camescopes seuls (1986) | 3 000 000 (prévision) | |

(Sources Japan Camera Trade News - Août 1986)

AGFACHROME 100 RS.

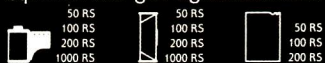
LE GRAIN DE BEAUTE.



bélier  Photo: Daniel JOUANNEAU

Le film inversible Agfachrome 100 RS Professional est un film tout en nuances. La nouvelle technologie des cristaux jumeaux structurés lui confère un grain particulièrement fin, un équilibre des gris rigoureusement exact, et une restitution naturelle des tons chair.

Le film Agfachrome 100 RS existe dans les formats professionnels les plus utilisés.



AGFA 
L'IMAGE DE MARQUE.

Comment j'ai vaincu ma peur de parler en public

Confession d'un ancien «traqueur»

Avant à prendre la parole le lendemain devant le directeur 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 petit ouvrage 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 petit guide 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, J.E.L.S.

Si vous voulez, vous aussi, bénéficier de cette information gratuite, demandez de ma part à Christian Godefroy, auteur-éditeur, son livret : «Sachez vous exprimer sans complexes en toutes circonstances». Il l'expédie gratuitement à tous ceux qui en font la demande.

Thierry de Foichangs

BON POUR UN PETIT LIVRE GRATUIT

à retourner à Christian Godefroy, B.P. 93
60501 Chantilly Cedex.

Sans engagement, envoyez-moi vite votre livret : «Sachez vous exprimer sans complexes en toutes circonstances». C'est gratuit, et aucun démarcheur ne me rendra visite.

Nom Prénom

Adresse

Code Ville DG06-SV009

B.T.S. INFORMATIQUE GESTION - COMPTABILITÉ

2 Diplômes d'Etat très appréciés des Employeurs dans des domaines qui manquent de Spécialistes. Avec ou sans Bac, le B.T.S. se prépare très bien par **correspondance** en 24 mois environ. En option, *Stages pratiques sur ordinateur.*

Inscriptions toute l'année



INSTITUT PRIVÉ
D'INFORMATIQUE
ET DE GESTION
ECOLE FRANÇAISE
DE COMPTABILITÉ
Organisme Privé



7, rue Heynen - 92270 Bois Colombes



(1) 42.42.59.27

Brochure gratuite n° W 4462

précisez la matière choisie :

Nom :

Prénom :

Adresse :

Tél :

LA LUNE, FILLE DE NOTRE TERRE

(suite de la page 55)

à la naissance d'une Lune si déjà la vitesse relative au moment de l'impact est petite, inférieure à 14 km/s environ. Mais cela ne suffit pas. Le rapport des masses des deux objets s'avère déterminant. Si la proto-Terre est trop grosse par rapport à la planète qui lui rentre dedans, elle l'assimile presque entièrement. Si au contraire elle est trop petite, pas assez forte pour retenir le noyau de fer du grand corps qui se jette sur elle, elle le laisse échapper et il se met en orbite. En fait pour que tout marche comme sur des roulettes le rapport des masses des deux planètes se situe dans la fourchette de 0,12 à 0,16, ce qui correspond à une planète nous tombant du ciel légèrement plus grosse que Mars.

La séquence d'images présentées page 52 illustre le cas où la petite planète est sept fois moins massive que la Terre et la percute à 11 km/s.

Au moment de la collision, la petite planète est défigurée par le champ gravitationnel terrestre. Après 11 minutes (0,184 heure), il se forme un jet constitué de roches vaporisées qui s'évade du système à très grande vitesse. La planète intruse est détruite et ses restes sont dispersés dans l'espace environnant. Après 67 minutes seulement (1,112 heure), le noyau de fer commence à quitter son manteau de granit. Il s'en sépare complètement au bout de 140 minutes (2,344 heures). Les propriétés intrinsèques du fer expliquent pourquoi ce noyau n'est jamais complètement détruit. Lentement il s'approche de la Terre et finit par lui rentrer dedans au temps $t = 246$ minutes (4,107 heures). Quelques minutes encore, et la matière éjectée du manteau se trouve sur orbite suffisamment loin de la Terre pour ne pas subir ses marées destructrices, autrement dit au-delà de la limite de Roche.

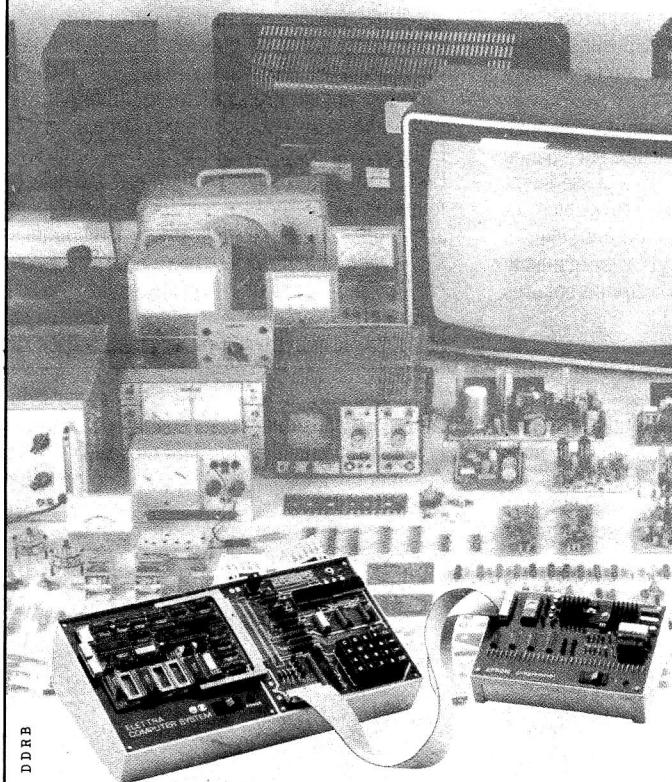
A la fin des premières 24 heures, une lune primitive se forme, pratiquement sans fer (3 %, au plus, de la masse lunaire). Sa température, de plusieurs milliers de degrés, la vide de ses éléments volatils. Fiévreuse, elle se trouve à une distance de 4 à 8 rayons terrestres seulement.

Mais la Terre possède encore une fraction importante du moment cinétique du système, sa période de rotation étant de cinq heures. Pour adopter son rythme régulier d'un tour toutes les 24 heures, elle devra céder par effet de marée une bonne part de son moment cinétique à la nouvelle Lune. Ce faisant elle l'enverra à 60 rayons terrestres. En dehors des petits écarts de 4 cm/an déjà mentionnés, notre satellite demeurera fidèle à cette orbite.

Les astronomes n'en reviennent pas. Pour la première fois une théorie arrive à expliquer sans ambiguïté la formation de la Lune. Née de la rencontre accidentelle de deux corps, elle serait une enfant naturelle de la Terre.

Anna Alter

L'ELECTRONIQUE VA VITE PRENEZ LE TEMPS DE L'APPRENDRE AVEC EURELEC



La radio-communication, c'est une passion pour certains, cela peut devenir un métier. **L'électronique industrielle**, qui permet de réaliser tous les contrôles et les mesures, **l'électrotechnique**, dont les applications vont de l'éclairage aux centrales électriques, sont aussi des domaines passionnants et surtout pleins d'avenir. Vous que la **TV couleur**, **l'électronique digitale** et même les **micro-ordinateurs** intéressent au point de vouloir en faire un métier, vous allez en suivant nos cours, confronter en permanence vos connaissances théoriques avec l'utilisation d'un matériel que vous réaliserez vous même, au fur et à mesure de nos envois. Ainsi, si vous choisissez la TV couleur, nous vous fournirons de quoi construire un récepteur couleur PAL-SECAM, un oscilloscopé et un voltmètre électronique. Si vous préférez vous orienter vers l'électronique digitale et les micro-ordinateurs, la réalisation d'un ordinateur "Elettra Computer System" avec son extension de mémoire Eprom, fait partie de notre enseignement. Quel que soit votre niveau de connaissance actuel, nos cours et nos professeurs vous prendront en charge pour vous amener progressivement au stade professionnel, en suivant un rythme choisi par vous. Et pour parfaire encore cet enseignement, avant de vous lancer dans votre nouvelle activité, Eurelec vous offre un **stage gratuit** dans ses laboratoires dès la fin des études. Mettez toutes les chances de votre côté, avec nous, vous avez le temps d'apprendre.



eurelec

institut privé d'enseignement à distance

Rue Fernand-Holweck - 21100 DIJON
Tél. (80) 66.51.34

BON POUR UN EXAMEN GRATUIT

A retourner à EURELEC - Rue Fernand-Holweck - 21100 Dijon

Pour vous permettre d'avoir une idée réelle de la qualité de l'enseignement et du nombreux matériel fourni, EURELEC vous offre de recevoir, CHEZ VOUS, gratuitement et sans engagement, le premier envoi du cours que vous désirez suivre (comportant un ensemble de leçons théoriques et pratiques et le matériel correspondant). Il vous suffit de compléter ce bon et de le poster aujourd'hui même.

Je soussigné : Nom _____ Prénom _____

DATE ET SIGNATURE :

Adresse _____ Tél. _____

(Pour les enfants signature des parents)

Ville _____ Code postal _____

désire recevoir, pendant 15 jours et sans engagement de ma part, le premier envoi de leçons et matériel de :

☐ **ELECTRONIQUE FONDAMENTALE
ET RADIO COMMUNICATIONS**

☐ **ELECTROTECHNIQUE**

☐ **ELECTRONIQUE INDUSTRIELLE**

☐ **INITIATION A L'ELECTRONIQUE POUR DÉBUTANTS**

☐ **ELECTRONIQUE DIGITALE ET MICRO-ORDINATEUR**

☐ **TELEVISION NOIR ET BLANC ET COULEURS**

● Si cet envoi me convient, je le conserverai et vous m'enverrez le solde du cours à raison d'un envoi en début de chaque mois, les modalités étant précisées dans le premier envoi gratuit.

● Si au contraire, je ne suis pas intéressé, je vous le renverrai dans son emballage d'origine et je ne vous devrai rien. Je reste libre, par ailleurs, d'interrompre les envois sur simple demande écrite.

LA CIVILISATION SOLAIRE

(suite de la page 46)

maison, chaque bâtiment, pour commencer à concurrencer les centrales. En poursuivant méthodiquement un programme d'équipement pendant vingt ans ou plus, l'ensemble de l'économie pourrait être progressivement solarisée. En cours de route, de meilleurs composants ne manqueront pas d'apparaître, mais ceux dont nous disposons actuellement semblent suffisants pour amorcer le mouvement.

En Polynésie française, EDF ne semble pas envisager d'installer une centrale nucléaire sur chaque île. Certains villages sur les îles isolées possédaient des générateurs diesels, engins effroyables et bruyants qu'il fallait alimenter avec du fioul cher et polluant, qu'il fallait aussi maintenir. Un organisme s'est chargé d'y installer de petits systèmes solaires pour les maisons individuelles.

Des villages expérimentaux écologiques. Il faut maintenant créer des villages écologiques, non pas des villages passésistes, où l'on se contenterait de remettre à l'honneur les modes de vie anciens, mais où l'on créerait les modes de vie et les états d'esprit

de la nouvelle civilisation. Certains d'entre eux rassembleront les meilleurs chercheurs, notamment dans toutes les disciplines fondamentales concernées de près ou de loin par l'écologie, l'énergie solaire, le génie génétique, l'embryogénèse, la robotique. Non contents de travailler dans leur laboratoire de village, ces chercheurs auront à cœur de vivre selon la logique économique : moins d'avoir et plus d'être. Vivre sans polluer. Vivre avec la nature sauvage et non pas contre elle.

Leurs habitants ne pourront initialement se priver de tous les objets industriels, mais se contenteront de ceux qui présentent une utilité pour le but recherché. Dans cet esprit existent déjà, aux États-Unis, le New Alchemy Institute et, en Angleterre, le Center for Alternative Technology. Dans le passé lointain, des percées de civilisation ont déjà été accomplies ainsi par des groupes d'hommes qui s'isolèrent de leur société-mère pour créer quelque chose de meilleur. Les colonies grecques, Alexandrie, Marseille, etc. en sont des exemples, ainsi que le Mayflower ou les monastères de Cîteaux.

La meilleure défense contre les risques du nucléaire est sans doute d'accélérer la transition vers l'ère photovoltaïque. Pourquoi ne pas s'y consacrer dès maintenant ?

Antoine Labeyrie

Nous sommes fiers



ESSAIS NUCLÉAIRES

(suite de la page 26)

Deuxième constatation : l'amplitude des ondes P haute fréquence (30 Hz) d'un tremblement de terre important est au maximum égale mais plus généralement inférieure à celle d'une explosion découplée de 1 kilotonne. Des mesures faites par les Américains lors de l'explosion Sterling avaient montré une très forte dépendance en fréquence du facteur de découplage : de 200 en basse fréquence, il passait à 10 en haute fréquence.

Troisième constatation : les spectres haute fréquence d'un tremblement de terre et d'une explosion nucléaire possédant un spectre basse fréquence identique, sont largement différents : d'abord une explosion provoque des ondes P beaucoup plus riches en haute fréquence que celles d'un tremblement de terre ; à une exception près sur laquelle nous allons revenir. En contre-partie un tremblement de terre crée des ondes S haute fréquence plus intenses que celles d'une explosion en général et d'une explosion découplée en particulier.

Conclusion : l'amplitude d'un signal à 30 Hz engendré par une explosion est beaucoup plus forte que celle de n'importe quel tremblement de terre sauf dans quelques cas assez rares. C'est déjà bien ; avec ce critère et en y ajoutant ceux précédemment décrits il ne resterait plus aux sismologues qu'à

examiner quelques dizaines de petites secousses qui chaque année pourraient, en URSS, être litigieuses. Ces cas litigieux résultent des tremblements de terre ayant une vitesse de rupture élevée ainsi qu'une variation brutale des tensions (pression et cisaillement) exercées sur les roches. De telles secousses fabriqueraient des ondes P dont l'amplitude à 30 Hz serait comparable à celle d'une explosion nucléaire découplée. Pour opérer une discrimination parmi ces (rares) cas, il faudrait alors disposer d'instruments capables de détecter des fréquences encore plus hautes (vers 50 Hz), là où les explosions libèrent plus d'énergie que ce type de tremblement de terre.

On pourrait fabriquer ces détecteurs, estime Evernden. Il ne resterait plus qu'une seule échappatoire pour procéder à une explosion souterraine camouflée. Notons d'abord qu'on avait pensé à faire exposer une bombe dans une cavité aux parois recouvertes d'un matériau absorbant l'énergie (des grains de carbone dont la chaleur de vaporisation est très haute). En fait les Américains ont tenté l'expérience et ont constaté que le facteur de découplage obtenu était seulement de l'ordre de 10. C'était très insuffisant. Par contre, une explosion nucléaire faible (1 kt ou moins) pourrait se confondre avec une explosion chimique.

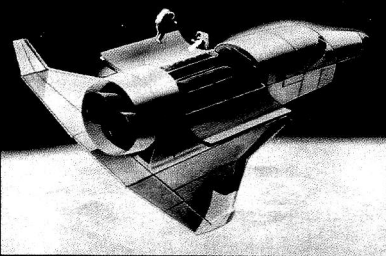
d'avoir su le faire.*

Il a toujours 20 ans d'avance dans le transport supersonique civil.

Grâce à Concorde nous faisons Hermès, l'avion spatial européen, et demain, nous saurons faire l'avion hypersonique de l'an 2000.

* En coopération avec British Aerospace

c'est spécial. c'est aerospatiale.



aerospatiale



“Moi, ce que j’aime
dans le Blues, c’est ce mélange
de force et de douceur”

GAULOISES
PAPIER À ROULER

ESSAIS NUCLÉAIRES

(suite de la page 175)

Les Soviétiques ont par exemple fait exploser (essai Medeo 2), en 1966, une charge chimique de 5 kilotonnes. Une telle expérience pratiquée en même temps qu'une explosion nucléaire pourrait camoufler cette dernière. Il y aurait probablement des différences sismiques mais il n'est pas certain qu'on arrive à les distinguer. Pour y parvenir, les méthodes les plus classiques d'espionnage ou tout simplement l'observation par satellite d'importants travaux de terrassement seraient sans doute suffisamment dissuasives ; d'autant que l'intérêt militaire de procéder 1 ou 2 fois par an à une explosion subkilotonnique ne serait sans doute pas suffisant pour que l'une des deux parties prenne le risque d'être prise sur le fait.

Techniquement, il suffirait donc de construire 40 stations (25 en URSS et 15 à l'extérieur), en des endroits soigneusement choisis pour leur faible bruit de fond, pour parvenir à détecter une explosion, même découplée, de 1 kilotonne.

Cette conclusion d'Evernden et les travaux d'autres géophysiciens, tant soviétiques qu'américains, fera ou fait déjà certainement l'objet d'une partie des discussions qui ont lieu à Genève sur un éventuel traité (CTBT). Evidemment, si un tel accord était signé, la France se retrouverait dans une position délicate face à une opinion internationale (par exemple dans le Pacifique) qui comprendrait mal qu'elle poursuive ses propres expériences à Mururoa. On peut présumer que l'URSS voudrait lier la signature d'un CTBT à l'adhésion des pays nucléaires autres que les USA et la Grande Bretagne (donc la France, la Chine et l'Inde). On peut tout autant présumer que la France aurait du mal à accepter, car cela signifierait que, dans 20 ans, notre dissuasion ne dissuaderait plus personne (les armes nucléaires nécessitant une modernisation constante) ; nous nous retrouverions alors démunis face au potentiel militaire classique de l'URSS.

Est-ce à dire qu'il n'y a pas d'autres solutions que de continuer dans la voie nucléaire ? On peut espérer que non ; mais cela supposerait d'avoir abattu des montagnes, à commencer par celle qui empêche la formation d'une Union européenne de défense.

Sven Ortoli

POUR EN SAVOIR PLUS

Nuclear Explosions and Earthquakes, Bruce A. Bolt, W.H. Freeman 1976.

"An Evaluation of Seismic Decoupling and Underground Nuclear Test Monitoring using High Frequency Seismic Data", J.F. Evernden, C.B. Archambeau, E. Granswick, *Reviews of Geophysics*, vol 24 n° 2 p. 143-215, may 86

"New Technology for Nuclear Test Monitoring", Ralph W. Alewine III, *Janes Defence Weekly*, 31 may 86.

"Monitoring the Tests", Glenn Zorpette, *IEEE Spectrum*, July 1986.

**Douceur
brune.**

GAULOISES
TABAC A ROULER



COUPE FINE
Mélange Original

En blague scellée,
un mélange
des meilleurs tabacs
sélectionnés
pour leurs qualités
aromatiques.

VIVEZ

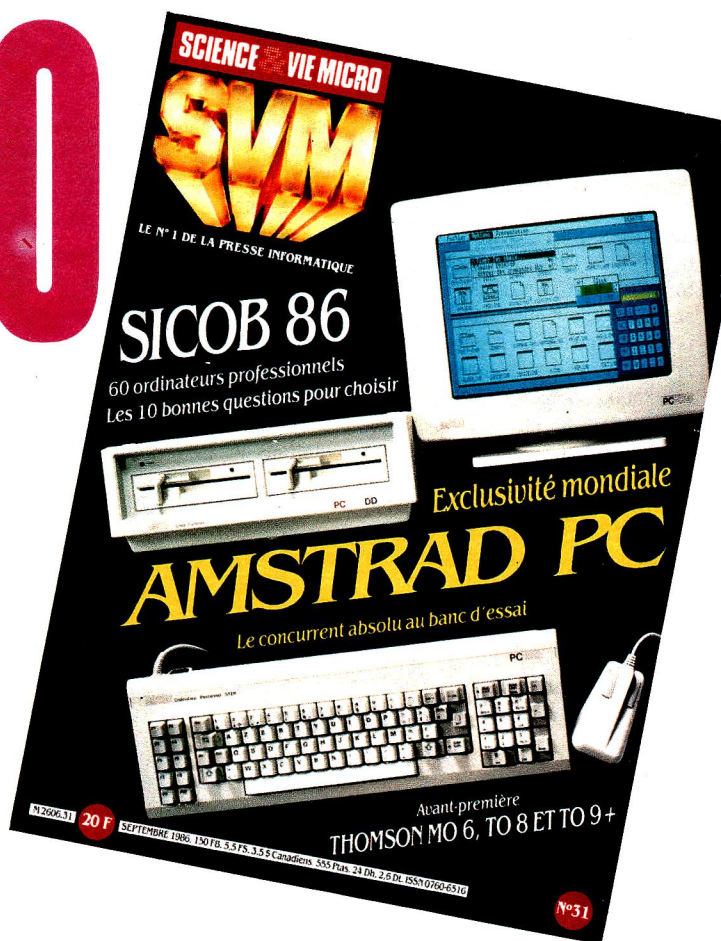
La micro-informatique, c'est la grande aventure de notre temps. Une aventure industrielle à Mach II, ainsi qu'une fantastique aventure personnelle pour tous ceux qui vivent et qui travaillent avec un micro-ordinateur.

PLEINEMENT L'AVENTURE MICRO

Chaque mois, faites le point sur toute l'actualité de la micro-informatique avec SVM, SCIENCE & VIE MICRO.

Découvrez dans SVM des expériences originales, des applications nouvelles, des enquêtes et des reportages sur tout ce qui bouge dans la micro.

Et comme plus d'un million de lecteurs-utilisateurs, faites confiance aux bancs d'essai complets de matériels et de logiciels signés SVM.



SAVOIR S'EXPRIMER

est un précieux atout dans la vie professionnelle, sociale ou privée : réunions, relations, affaires, amitiés.

Si vous souhaitez pouvoir vous exprimer avec aisance en toute circonstance, retenez bien ceci :

la conversation est une science dont les règles précises peuvent s'acquiescir.

Le Cours Technique d'Expression par correspondance vous apprendra en quelques mois à animer et diriger un entretien et aussi à **écrire sans faute d'orthographe ni de syntaxe.**

Plus sûr(e) de vous-même vous gagnerez en persuasion, vous attirant sympathie et réussite.

Demain vous saurez utiliser avec efficacité, correction et élégance, toutes les ressources de notre langue parlée et écrite.

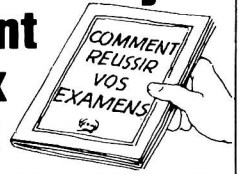
Documentation gratuite sur simple demande à :

EPAD (établissement privé)

CTE S1004

41, rue Barrault 75013 Paris

Ce guide est envoyé gratuitement à tous ceux qui veulent REUSSIR leurs examens



A travail égal certains décrochent leurs examens... et d'autres pas. Des surdoués ? Des chanceux ? NON. Il existe une "Méthode du Succès". Grâce à elle : vous apprenez plus en moins de temps. Vous lisez trois fois plus vite. Vous mémorisez facilement dates, chiffres, formules. Vous savez quoi faire en cas de trou de mémoire en plein examen et aussi comment éliminer le trac, etc... Toutes les possibilités de cette méthode vous sont expliquées dans le nouveau guide 86. Pour le recevoir gratuitement, recopiez ou renvoyez le bon ci-dessous au CÉREP, 10/H2 rue Deltéral, 93310 Le Pré-st-Gervais.

Envoyez-moi gratuitement et par courrier, le guide 86.

☐ M ☐ Mlle Code postal

Prénom.....

Adresse.....

Code postal

Ville.....

Bon à remplir (ou à recopier) et à envoyer au CÉREP 10/H2 rue Deltéral, 93310 Le Pré-st-Gervais.



UNE OREILLE PARTOUT!...

MICRO-ESPION TX 2007

NON HOMOLOGUE P.T.T.

PORTÉE 5 km
Un modèle de micro-émetteur étonnant par sa puissance. Performances améliorables (voir mode d'emploi en français).

225 F PRIX SPECIAL
BON A DECOUPER CI-DESSOUS
GARANTIE 1 AN

Pour les bricoleurs : une véritable radio libre

- **SIMPLE** : réception sur tout poste radio FM, auto-radio, chaîne Hi-Fi, etc. Il suffit de déplacer la fréquence pour trouver une zone libre sur votre radio actuelle en FM.
- **DISCRET** : sans fil, sans branchement, sans antenne extérieure, vous le mettez où vous voulez.
- **PRATIQUE** : petit et léger, fonctionne avec une pile courante de 9 volts jusqu'à 250 h en continu (livré sans pile).
- **UTILE ET EFFICACE** : pour surveiller enfants, commerces, garages, personnes malveillantes, ennemis, malhonnêtes, etc.

Essayez cet appareil (meilleur rapport qualité-prix de cette gamme !). Plus de 30.000 exemplaires vendus à ce jour ! Fournis aux professionnels, détectives, gardiennages, etc.

Livraison rapide et discrète en recommandé sous 48 h

Bon à renvoyer à : SCANNER'S - BP 26

13351 MARSEILLE CEDEX 5

Tél. 91.92.39.39 - TELEX 402 440 F PRAGMA

☐ Veuillez m'adresser la commande ci-dessous (préciser quantité)

☐ MICRO-EMETTEUR TX2007 au prix unitaire de 225 F + 15 F de port en recommandé, soit 240 F

Ci-joint mon règlement par ☐ CCP ☐ chèque bancaire ☐ Mandat-lettre

☐ contre remboursement (+ 25 F)

Nom S

Adresse

Code postal : Ville :

DEVENEZ REPORTER JOURNALISTE

Le plus beau, le plus exaltant des métiers du monde désormais à votre portée... Grâce à sa méthode moderne inédite, facile à assimiler, UNIVERSALIS (Institut international d'enseignement privé par correspondance) vous offre une occasion unique de transformer merveilleusement votre existence en vous préparant RAPIDEMENT et A PEU DE FRAIS à l'exercice de cette profession passionnante et de prestige.

Pendant vos loisirs, tout à votre aise, quels que soient votre âge, votre sexe, vos études, vos occupations, votre résidence, UNIVERSALIS vous initie à la technique de l'information, à la pratique du reportage, de l'enquête, de l'interview (presse écrite, radio, télévision) dans tous les domaines de l'actualité quotidienne : faits divers, affaires criminelles, politique, sports, mondanités, événements de province et de l'étranger, etc.

Demandez la documentation gratuite n° 17 à

UNIVERSALIS, 11, Faubourg Poissonnière, 75009 PARIS.

Pour la Belgique : 13, bd Frère Orban, 4000 Liège. Tél. 041/23.51.10

BON pour une documentation gratuite sans engagement et sans frais.

à découper ou à recopier

NOM :

PRENOM :

ADRESSE :

**mieux
s'exprimer** / **mieux
communiquer**

METHODE ACTIVE DE REFLEXION ET D'EXPRESSION

Un programme nouveau, à distance, individualisé, pour acquérir une solide méthode de réflexion et d'action, indispensable à la réussite des projets personnels et professionnels.

En quelques mois, quelques heures par semaine, vous développerez vos capacités de synthèse, de rédaction et d'expression.

Vous apprendrez à communiquer avec aisance, à nouer facilement des contacts, à mettre en valeur votre personnalité et vos qualités dans toutes les circonstances de la vie.

Vous saurez utiliser des techniques efficaces et des clés pour lire et mémoriser rapidement, réfléchir constructivement, jauger une situation, intervenir avec confiance. Vous saurez écrire professionnellement, organiser et animer des conversations, des réunions... parler en public avec aisance et persuasion.

Documentation gratuite à : IFP — Dépt Méthode d'Expression, Service ME 1064, 35 rue Collange 92303 Paris-Levallois.

Téléphone : (1) 42.70.73.63. (ét. privé).

REFLEXION et STRATEGIE

LE NOUVEAU JEU JAEVA® POUR JOUER LA DIFFERENCE

Les loisirs intelligents, c'est bien sûr votre affaire. Les pratiquer au moindre coût, c'est encore votre affaire.

Joueurs d'échecs, de dames et de go..., Novolud, nouvel éditeur de jeux, vous propose sans intermédiaire, un nouveau jeu de réflexion et de stratégie : JAEVA®.

JAEVA®, un jeu sur plateau, de la même veine que les grands classiques!

Novolud vous le propose pour 125 F net (chez nous en recommandé). Vous pourrez ainsi jouer vraiment la différence.

Si vous n'étiez pas de cet avis, Novolud vous le remboursera sans discussion.

JEUX NOVOLUD

BP 7 - 25220 Roche-lez-Beaupré. Tél. 81 57 04 09

BON DE COMMANDE à découper ou recopier et à retourner paiement joint, à Jeux Novolud, BP 7, 25220 Roche-lez-Beaupré.

Veillez m'envoyer ☐ jeu(x) JAEVA® à 125 F

Je règle la somme de . . . F à l'ordre de NOVOLUD
par ☐ chèque bancaire ☐ C.C.P. ☐ mandat lettre

Nom Prénom

Adresse

Code postal Ville

Toute commande non accompagnée du mode de paiement sera considérée comme nulle.

CULTURE GÉNÉRALE

UNE MÉTHODE POUR FAIRE LE POINT

Une bonne culture générale est le support indispensable à la réussite de vos projets, qu'ils soient personnels ou professionnels. Contacts, rencontres, relations, examens, etc... en toute occasion, **on vous juge sur votre culture.**

La Méthode de l'I.C.F., claire et pratique, vous permettra en quelques mois, chez vous, à raison de quelques heures par semaine, de voir ou revoir les connaissances de base dans les principaux domaines : **littératures, arts, philosophie, religions, histoire, sciences, économie, politique, cinéma, musique, etc.**

Une méthode qui fait la synthèse des idées dans la chronologie des événements, des mouvements de pensée et des hommes qui ont forgé les civilisations. Une mise au point utile à tous ceux qui veulent progresser et réussir.

**Documentation gratuite à l'I.C.F., service 3839
35, rue Collange 92303 Paris-Levallois.
Tél. : (1) 42 70 73 63.**

information commerciale

CHATEAU DE PRESSAC Saint-Emilion Grand Cru

JACQUES POUHEY, propriétaire, vous propose une sélection de Saint-Emilion rouge mis en bouteille au château.

La caisse de 12 bouteilles TTC franco de port

millésime 1975 : **880 F**

millésime 1976 : **770 F**

millésime 1982 : **680 F**

Le CHATEAU DE PRESSAC
1982 fut consacré Vin du Mois par
Gault et Millau en Février 1986.



Vous pouvez adresser vos commandes et votre règlement à Jacques POUHEY Château de Pressac, 33330 Saint-Emilion
Tél. (56) 81 45 00.

LES BONS POINTS DE REPERE.

SCIENCE & VIE

ECONOMIE

N° 20 / SEPTEMBRE 1986 / 18 F

**BANQUES
LE SERVICE
N'EST
PLUS
COMPRIS**



★ Bourse :
qui a peur
de la baisse ?

★ Profession :
éditeur

★ Les secrets
des cambistes

★ Dossier :
l'industrie
informatique

L'ASSURANCE-RETRAITE
DÉMYSTIFIÉE

M2031 20 - 18 F ISSN 0765-0027 135 FB - 6 FS - 3,5 RDC - 500 Pts - 22 Dh - 2,07 Dhs

Les médias vous bombardent d'informations économiques incompréhensibles ou incomplètes. Résultat : vous êtes souvent désorienté.

Dans le maquis de l'économie, vous avez besoin de points de repère fiables et précis. Chaque mois, SCIENCE & VIE ECONOMIE vous donne l'information nécessaire à une bonne compréhension de l'économie.

Les vraies clés de l'économie, le dessous des mots et des chiffres, tout est dans SCIENCE & VIE ECONOMIE.

Avec SCIENCE & VIE ECONOMIE, vous entreprenez mieux, vous épargnez mieux, vous gérez mieux, vous investissez mieux. Chaque mois, SCIENCE & VIE ECONOMIE vous livre les bons points de repère de l'économie.

SCIENCE & VIE

ECONOMIE

Comprendre pour agir.

FINA FLOR

PETITS CIGARES

