

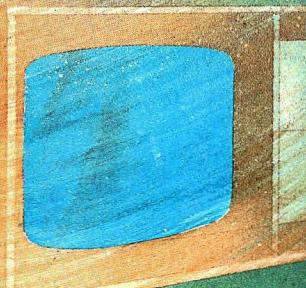
SCIENCE & VIE

LE "CAMESCOPE" DE POCHE



Le monstre
du Loch Ness
traqué par
l'électronique.

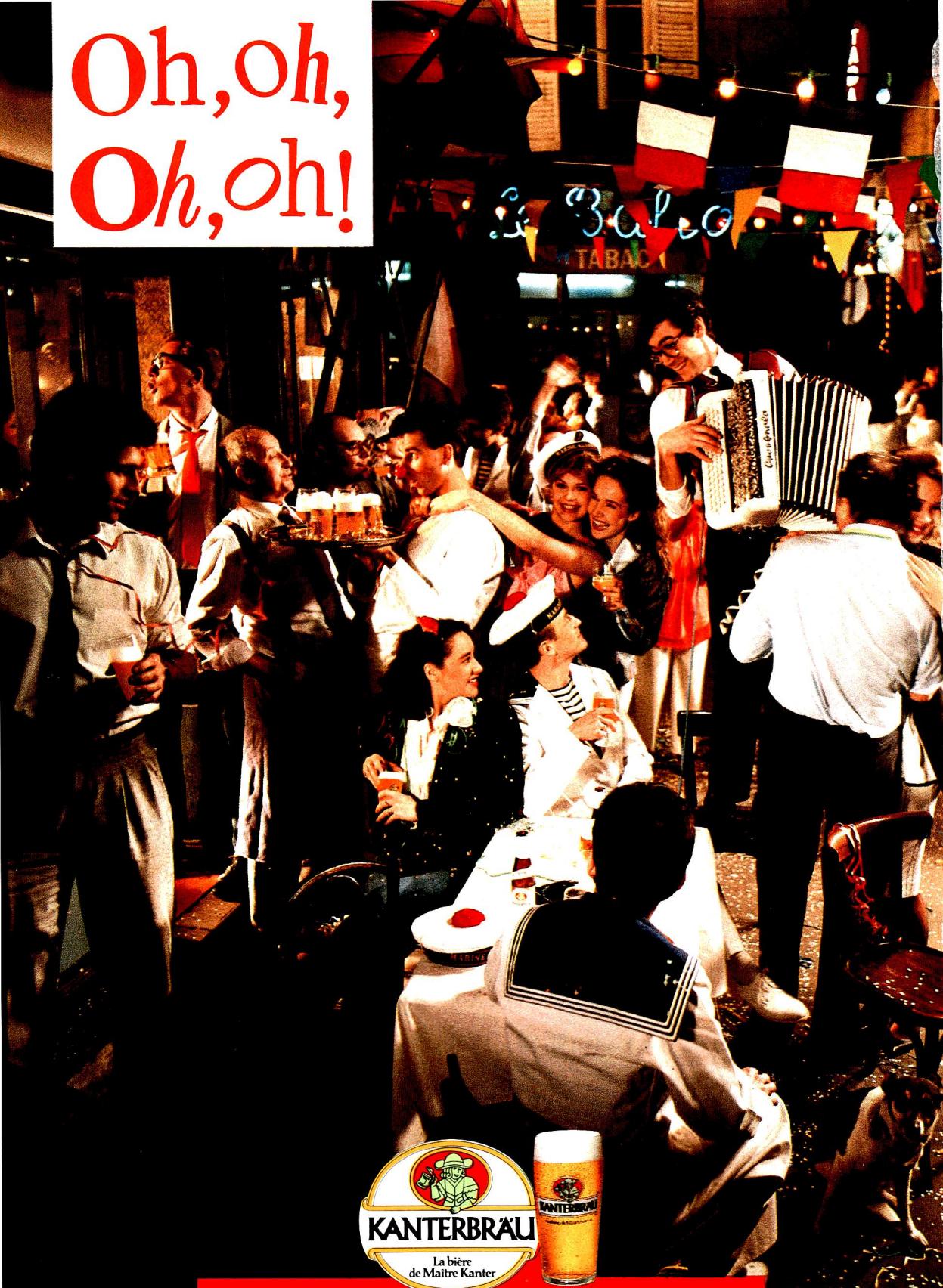
Météo :
attention aux
tornades.



14,50 F
N° 814
SUISSE 4,50 FS
CANADA \$ 2.50
BELGIQUE 105 FB
ESPAGNE 350 Ptas
MAROC 14,5 Dh
TUNISIE 1,45 DT

POUR OU CONTRE
L'INFORMATIQUE À L'ÉCOLE

Oh,oh, Oh,oh!



Maître Kanter fait Chanter la Fête.

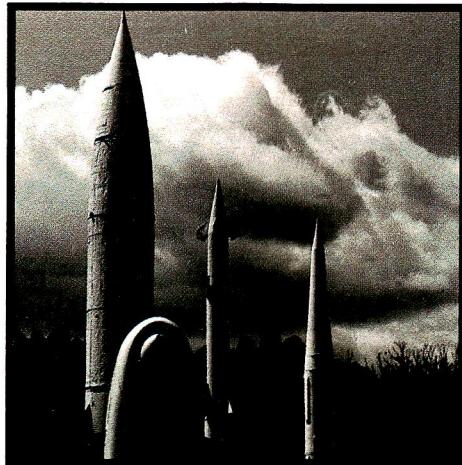


Photo René Burri

Désolés pour votre boîtier, seuls nos zooms sont garantis à vie.

Il y a des objets qu'on délaisse, et puis ceux qui vous laissent tomber. D'autres vous accompagnent toute une vie, fidèles, irremplaçables, familiers. Nos zooms sont de ceux-là.

Testés et contrôlés très sévèrement à tous les stades de leur fabrication, conçus pour endurer des conditions d'utilisation extrêmes, ils sont le fruit d'un esprit de recherche constant. La Nasa n'a-t-elle pas fait confiance à notre savoir-faire en équipant sa navette spatiale de onze zooms Angénieux ? Rien d'étonnant si nos zooms sont garantis à vie et s'ils bénéficient d'une assurance tous risques internationale d'un an, renouvelable. Pour nous la passion de l'image n'a pas de limites. Et nous aimons la faire partager.

Disponible en 35/70 et en 70/210
en montures: Canon, Nikon,
Minolta, Leica, Olympus, Pentax.



angénieux

42570 Saint-Héand - Tél. (77) 30.42.10. Liste des Points-Experts Angénieux sur demande.

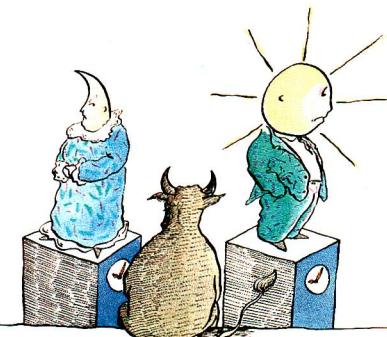
● SAVOIR

- NUCLÉAIRE : APOCALYPSE NOW**
PAR GEORGES DUPONT
- LES GALAXIES CANNIBALES**
PAR ANNA ALTER
- L'ORDINATEUR VISIONNAIRE DE LA 4^e DIMENSION**
PAR RENAUD DE LA TAILLE
- QUAND PASSENT LES TORNADES**
PAR CLAUDINE MULARD
- LE MUSÉUM EN TUTELLE**
PAR JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR
- LES ZOOS AUJOURD'HUI : DES INSTITUTS DE CONSERVATION**
PAR JACQUES PRESCOTT
- LOCH NESS : LE MONSTRE TRAQUÉ PAR L'ÉLECTRONIQUE**
PAR MICHEL ROUZÉ
- COMMENT FUT LIQUIDÉE LA GÉNÉTIQUE RUSSE**
PAR JEAN FERRARA
- RETROUVÉE GRÂCE AUX GÈNES DES GRANDS-PARENTS**
PAR FRANÇOISE HARROIS-MONIN
- VIEILLIR SANS VIEUX OS**
PAR PIERRE ROSSION
- PEAU DE CULTURE POUR GRANDS BRÛLÉS**
PAR PIERRE ROSSION
- ANNIE, LA POUPEE CARDIAQUE**
PAR JACQUES TEXIER
- SONDAGE SUR L'HEURE D'ÉTÉ : 75 % DE MÉCONTENTS**
PAR OLIVIER POSTEL-VINAY
AVEC LA COLLABORATION D'ISABELLE BOURDIAL
- ÉCHOS DE LA RECHERCHE**
DIRIGÉS PAR GÉRALD MESSADIÉ

- 12
- 16
- 20
- 26
- 32
- 36
- 40
- 46
- 52
- 54
- 56
- 58
- 60
- 67
- 74
- 82
- 91
- 94
- 97
- 102
- 110
- 115
- 118
- 122
- 128
- 147
- 151
- En 1978,
Paula, la petite Argentine
de 23 mois, disparaît...
En 1984, elle a 7 ans et demi.
Ses traits ont changé,
mais pas ses gènes.
par F. HARROIS-MONIN



● 52



SONDAGE SUR L'HEURE D'ÉTÉ : 75% DE MÉCONTENTS

Les agriculteurs sont contre ;
les femmes plus mécontents
que les hommes. Seuls les
jeunes sont plutôt pour
par O. POSTEL-VINAY

● 60



● POUVOIR

- L'INFORMATIQUE À L'ÉCOLE (I) : DANS DEUX MOIS**
PAR FRANÇOISE HARROIS-MONIN
- L'INFORMATIQUE À L'ÉCOLE (II) : « L'IMPORTANT, C'EST MOZART »**
UNE INTERVIEW DE BRUNO LUSSATO PAR ISABELLE BOURDIAL
- POUR PLONGER PROFOND, RESPIRER DE L'HYDROGÈNE**
PAR JEAN-ALBERT FOËX
- LE DÉSASTRE DE L'EUCALYPTUS**
PAR EDGAR GÄRTNER
- ÉCHOS DE L'INDUSTRIE**
DIRIGÉS PAR GÉRARD MORICE
- DES MARCHÉS À SAISIR**

▲ UTILISER

- AUTOMOBILE : VOTRE COMPTEUR DE VITESSE MENT !**
PAR LUC AUGIER
- DES ULTRASONS LAVEURS SANS LESSIVE NI DÉTERGENT**
PAR HABIB ELJARI
- PHOTOCOPIES COULEUR : LA QUALITÉ OU LES PRIX**
PAR ALEX KOVALEFF
- LE CAMESCOPE 8 mm DE POCHE**
PAR ROGER BELLONE
- LE VIDÉODISQUE EFFAÇABLE**
PAR ROGER BELLONE
- LES CHAÎNES DE SONORISATION AU BANC D'ESSAI**
PAR HENRI-PIERRE PENEL
- LES JEUX** PAR PIERRE AROUTCHEFF, PIERRE BERLOQUIN, DANIEL FERRO,
RENAUD DE LA TAILLE ET HENRI-PIERRE PENEL
- “SCIENCE & VIE” A LU POUR VOUS**
- ÉCHOS DE LA VIE PRATIQUE**
DIRIGÉS PAR ELIAS AWAD

LE VIDÉODISQUE EFFAÇABLE

Sa mise sur le marché est annoncée pour fin 1986. Chaque face peut contenir 20 minutes de programme. Un rayon laser permet d'enregistrer et d'effacer autant de fois qu'on veut, sans altérer les qualités du vidéodisque, de loin supérieures à celles des bandes magnétiques.

par R. BELLONE

▲ 118



QUAND PASSENT LES TORNADES

Aucun instrument ne peut survivre à leur violence pour fournir des mesures précises sur les conditions règnant au cœur des tornades. A l'aide de l'ordinateur et de modèles mathématiques, les météorologues vont tenter de les prévoir à temps.

par C. MULARD ● 26

ENCART EXPORTUNITÉS
DIFFUSION ÉTRANGER I-II
DESSIN DE COUVERTURE : HENRY METIVET



AVANT DE PASSER COMMANDE, LE MINITEL
VERIFIA S'IL RESTAIT UNE TAILLE 38 EN
PROMOTION...



**Passer une commande:
faites-le en Minitel.**

Le Minitel, c'est un petit terminal branché sur le téléphone qui permet de faire toutes sortes de choses en direct : passer une commande à tout moment ; retrouver quelqu'un rapidement, n'importe où en France avec l'Annuaire Electronique ; consulter son compte bancaire, les horaires des transports, les programmes de spectacles... C'est tellement pratique qu'on a toujours un service à lui demander.



Certains de ces services sont gratuits, d'autres payants ; tout dépend du fournisseur. La com-

munication elle, ne coûte en général qu'une taxe téléphonique de base toutes les deux minutes aux heures de plein tarif*.

Vous pouvez louer un Minitel (à partir de 85 F/mois) dans toutes les Agences Commerciales des Télécommunications. Et là où le Minitel est proposé en remplacement de l'annuaire papier, vous

* Pour le Service Annuaire Electronique, là où le Minitel est proposé en remplacement de l'annuaire papier, les trois premières minutes sont gratuites (accès par le 11).

pouvez en obtenir un sans supplément à votre abonnement téléphonique.

Alors, la prochaine fois, passez commande en Minitel.

Appelez gratuitement le Numéro Vert 16.05.10.20.10 pour avoir de plus amples renseignements, notamment sur les coûts de Télétel.



La puissance de l'informatique, la simplicité du téléphone.

Renouvez vos rencontres !



Désormais, rencontrez des partenaires dont le caractère, l'affectivité et même la sexualité seront complémentaires des vôtres. C'est la chance fantastique que vous offre ION.

Le monde change. Changez aussi votre façon de découvrir celle que vous cherchez pour la vie.

Votre questionnaire vous attend. Demandez-le vite !

Ce progrès scientifique est l'œuvre d'une équipe de psychographologues expérimentés. Démontré par un succès de 35 ans, il a été diffusé spontanément plus de 300 fois par la Presse, à la Radio et à la Télévision.

ION International

Institut de Psychologie fondé en 1950

PARIS - BRUXELLES - GENÈVE

OPD

BON GRATUIT



Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement, sous pil, cachet et neutre, votre brochure de 24 pages en couleurs "Pour un Couple Nouveau".

M., Mme, Mlle

Prénom Age

Adresse

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

■ ION MIDI-AQUITAINE (SVM II) 16, rue Nungesser et Coli - 31300 TOULOUSE - Tél. 59.48.58

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

■ ION SUISSE (SVS II) 10, rue Petitot, C.P. 283 1211 GENEVE 11 - Tél. : (022) 21.75.01

SCIENCE & VIE

PUBLIÉ PAR EXCELSIOR PUBLICATIONS S.A.
CAPITAL SOCIAL : 2 294 000 F - DURÉE : 99 ANS
5 RUE DE LA BAUME - 75008 PARIS - TÉL. 563 01 02
PRINCIPAUX ASSOCIES : JACQUES DUPUY, YVELYNE DUPUY, PAUL DUPUY

DIRECTION, ADMINISTRATION

PRÉSIDENT : JACQUES DUPUY

DIRECTEUR GÉNÉRAL : PAUL DUPUY

DIRECTEUR ADJOINT : JEAN-PIERRE BEAUALET

DIRECTEUR FINANCIER : JACQUES BEHAR

REDACTION

RÉDACTEUR EN CHEF : PHILIPPE COUSIN

RÉDACTEUR EN CHEF ADJOINT : GÉRALD MESSADIÉ

CHEF DES INFORMATIONS

RÉDACTEUR EN CHEF ADJOINT : JEAN-RENÉ GERMAIN

RÉDACTEUR EN CHEF ADJOINT : GÉRARD MORICE

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL DE REDACTION : ELIAS AWAD

SECRÉTAIRE DE REDACTION : DOMINIQUE LAURENT

REDACTEURS :

MICHEL EBERHARDT

RENAUD DE LA TAILLE

ALEXANDRE DOROZYNSKI

PIERRE ROSSION

JACQUES MARSAUT

FRANÇOISE HARROIS-MONIN

SVEN ORTOLI

JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR

MARIE-LAURE MOINET

OLIVIER POSTEL-VINAY

ANNY DE LALEU

ILLUSTRATION

ANNE LÉVY

PHOTOGRAPHE : MILTOS TOSCAS

DOCUMENTATION

CATHERINE MONTARON

CONCEPTION GRAPHIQUE

bill butt

DENIS RAVIZZA

MAQUETTE

CHRISTINE VAN DAELE

ASSISTANT : LIONEL CROOSON

CORRESPONDANTS

NEW YORK : SHEILA KRAFT 115 EAST 9 STREET - NY 10003 - USA

LONDRES : LOUIS BLONCOURT 16, MARLBOROUGH CRES- CENT LONDON W4, 1 HF

TOKYO : MARIE PARRA-ALÉDO - THE DAILY YOMIURI 1-7-1 OTEMACHI CHIYODA-KU - TOKYO 100

SERVICES COMMERCIAUX

DIRECTEUR COMMERCIAL : OLIVIER HEUZÉ

MARKETING - DÉVELOPPEMENT : PATRICK SPRINGORA

ABONNEMENTS : ÉLIZABETH DROUET

ASSISTÉE DE PATRICIA ROSSO

VENTE AU NUMERO : BERNARD HÉRAUD

ASSISTÉE DE MARIE CRIBIER

BELGIQUE : A.M.P. — 1 RUE DE LA PETITE-ISLE 10.70 BRUXELLES

RELATIONS EXTERIEURES

MICHÈLE HILLING

EXPORTUNITES

GHISLAINE DICHY - POSTE 212

PUBLICITE

EXCELSIOR PUBLICITÉ - INTERDECOR -

67 CHAMPS-ÉLYSÉES - 75008 PARIS - TÉL. 225 53 00

DIRECTRICE DU DÉVELOPPEMENT : MICHÈLE BRANDENBURG

CHEF DE PUBLICITÉ : FRANÇOISE CHATEAU

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : SIENVIE PARIS

NUMÉRO DE COMMISSION PARITAIRE : 57284

BVP

A NOS LECTEURS

○ COURRIER ET RENSEIGNEMENTS : MONIQUE VOGT

- Les relues : destinées chacune à classer et à conserver 6 numéros de Science & Vie, elles peuvent être commandées par 2 exemplaires au prix de 50 F (étranger 55 F).
- Les numéros déjà parus : la liste des numéros disponibles vous sera envoyée sur simple demande.
- Modalités de paiement : règlement joint à la commande par ch. bancaire, ch. postal ou mandat-lettre libellé à l'ordre de Science & Vie.

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 2,10 F en timbres-poste français ou règlement à votre convenance. Les noms, prénoms et adresses des 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 INSERÉS NE SONT PAS RENDUS.

COPYRIGHT 1984 SCIENCE & VIE

CE NUMÉRO DE SCIENCE & VIE A ÉTÉ TIRÉ À 428 000 EXEMPLAIRES.



ABONNEZ- VOUS A

SCIENCE & VIE

1 AN
12 Numéros
166 F
2 ans: 320 F

1 AN / 12 Numéros
+ 4 Hors Série

230 F
2 ans: 445 F

ÉTRANGER

BENELUX 1 an simple 1100 FB

1 an couplé 1550 FB

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

CANADA 1 an simple 35 \$ Can.

1 an couplé 50 \$ Can.

PERIODICA Inc. C.P. 220 Ville Mont-Royal
P.O. CANADA H3P 3C4.

SUISSE 1 an simple 54 FS - 1 an couplé 78 FS

NAVILLE ET CIE, 5-7, rue Levrier

1211 GENEVE 1.

AUTRES PAYS 1 an simple 240 F

1 an couplé 320 F

Commande à adresser directement à
SCIENCE & VIE.

Recommandé et par avion nous consulter.

BULLETIN D'ABONNEMENT

À découper ou recopier et adresser
par envoi 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

• Ci-joint mon règlement de F
par chèque ou mandat-lettre à l'ordre
de Science & Vie-Bred.

Étranger: mandat international ou
chèque compensable à Paris.

SV 814

information commerciale

CANON T 80

Le PREMIER reflex Autofocus
avec écran sélecteur d'images.

Toute la technique photo est résumée sur un écran révolutionnaire qui fait appel à la symbolique du pictogramme. D'une pression du doigt, vous appelez un des pictogrammes qui symbolise l'effet que vous recherchez. L'ordinateur du T-80 prend alors en charge tous les réglages qui vont vous permettre d'obtenir les effets les plus souvent recherchés par les professionnels. Il ne vous reste plus qu'à viser et déclencher.

Le T-80 assure également la mise au point automatique avec trois nouvelles optiques Autofocus couvrant des focales de 35 à 200 mm. Et pour les inconditionnels de la mise au point manuelle, le T-80 reste totalement compatible avec les 60 optiques du système reflex Canon.

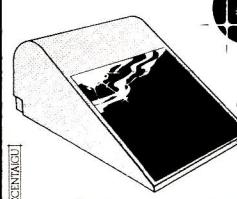
Prix public : environ 4.400 F
avec optique standard 50 mm / 1.8
et 4.700 F avec le AC 50 mm / 1.8 Autofocus.



Sympa...
L'EAU CHAUDE
SOLAIRE!

Sympa...

LE CHAUFFE-EAU
SOLAIRE
MINISOL®



MINISOL® c'est une nouvelle génération de chauffe-eau solaire issue d'une technologie solaire de pointe et largement éprouvée.

Son fameux capteur plan à revêtement sélectif "S2E" permet, avec une efficacité maximum, de transformer l'énergie solaire en chaleur et d'émagasinier l'eau chaude dans son propre réservoir. Ce chauffe-eau solaire monobloc d'une autonomie totale, agréé pouvoirs publics, vous assure une énergie gratuite.

Sympa non!

Je désire recevoir, sans engagement, une documentation gratuite MINISOL

Nom

Adresse

C. postal

Ville

Tel

Liste de nos distributeurs sur demande.



SOLECO
le solaire en action

SOLECO INTERNATIONAL S.A.

Équipements pour l'énergie solaire

Parc d'Activités de la Coupe

11100 NARBONNE (France)

Tél. (68) 41.68.05 - Télex 505019 F

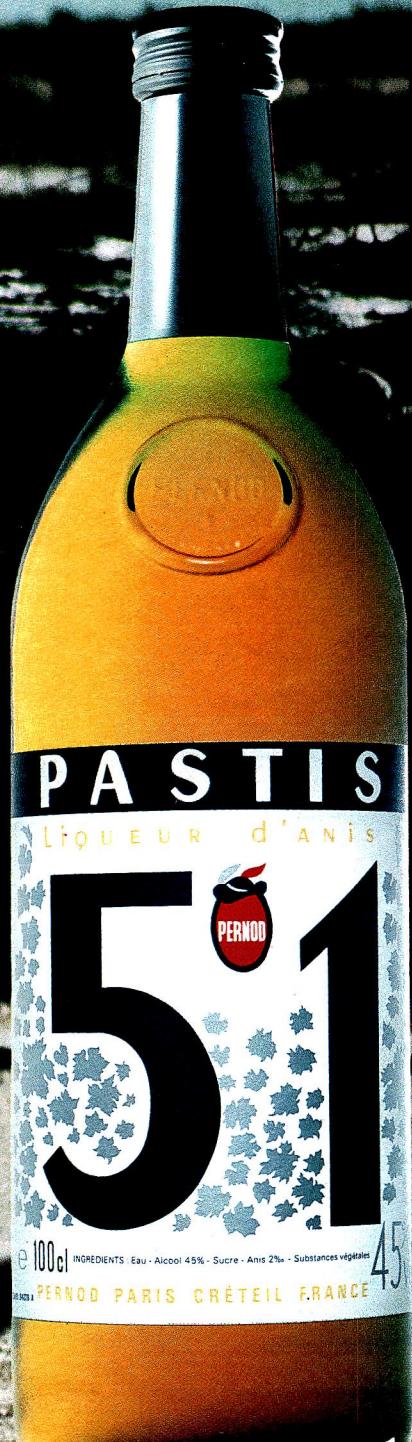
MINISOL est une marque déposée de SOLECO INTERNATIONAL S.A.



©EFFIVEN

VRAI COMME

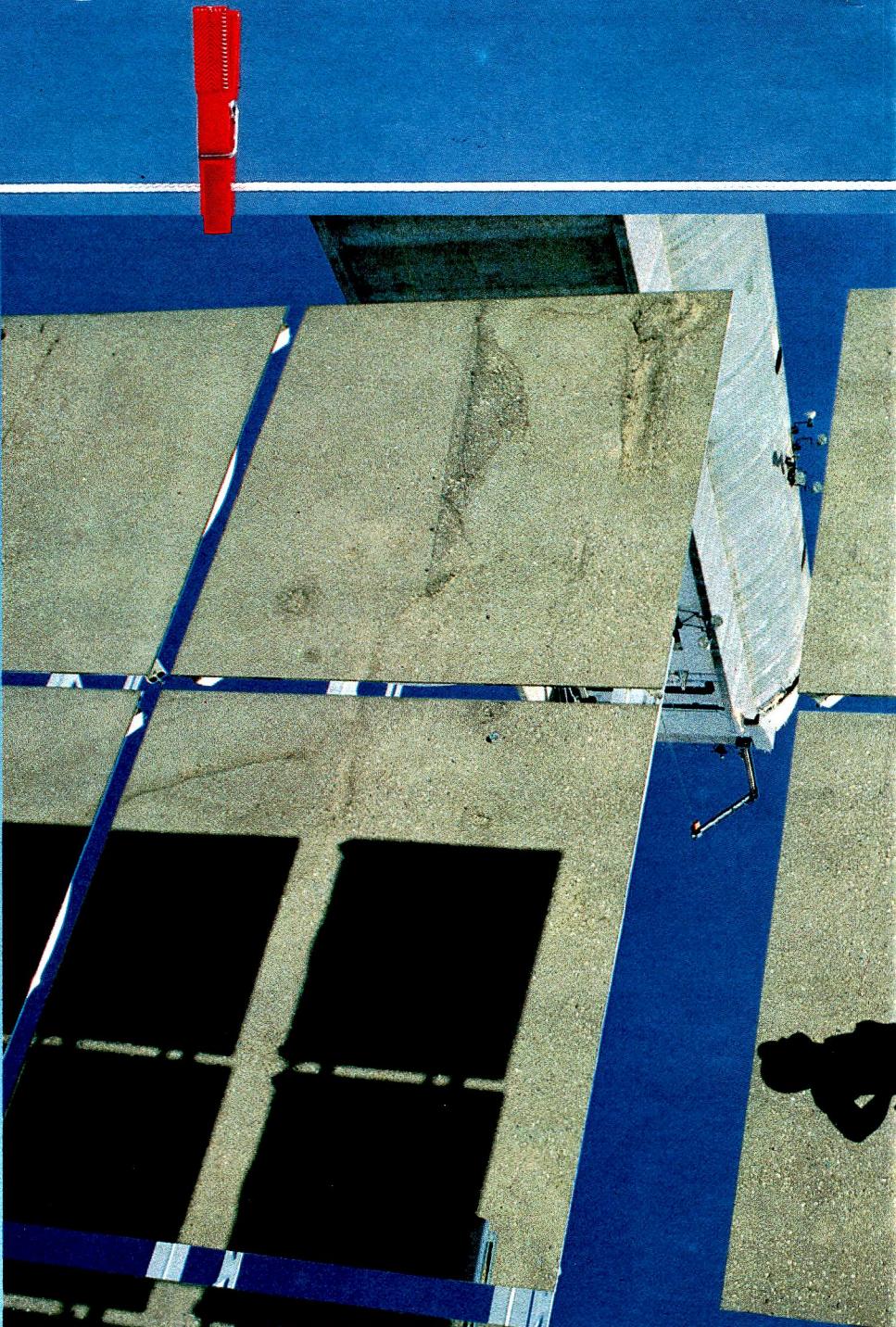
Sachez apprécier et consommer avec modération.



UN PASTIS 51

Film Kodak

Ektachro votre talent est en



me 100: core plus éclatant.



Avec le nouveau film

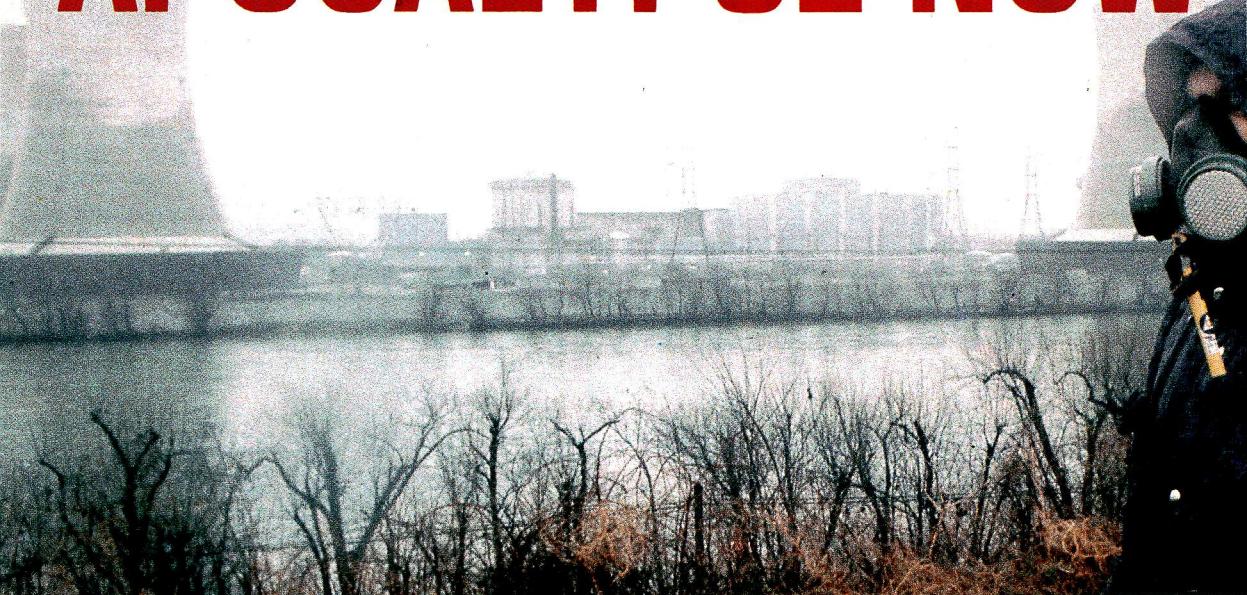
Kodak Ektachrome 100, vous allez faire éclater votre talent.

Ce film, doté d'une remarquable finesse de grain et d'un équilibre chromatique parfait, donnera à vos diapositives tout le piqué et l'éclat qu'elles méritent.

Des couleurs les plus vives aux tons chairs les plus nuancés, le film **Kodak Ektachrome 100** restituera votre talent dans toute son authenticité.



APOCALYPSE NOW



DEVANT 25 MILLIONS D'AMÉRICAINS, UNE EMISSION

TV DE 3 HEURES, a passé en revue, le 6 juin, les différents dangers du nucléaire. Le lendemain même, l'opinion américaine en était bouleversée. Sans les images, le compte rendu écrit de ce document exhaustif n'apprendra pas grand-chose au lecteur de *Science & Vie*, qui est habitué à des textes plus précis et plus étayés. Nous le publions tout de même parce qu'il nous paraît être un modèle d'information de masse.

Le pays qui fut le premier à libérer artificiellement la force naturelle de l'atome, celui qui est actuellement la première puissance nucléaire du globe, dénonce ouvertement ses propres armes à la justice populaire, devant le tribunal du petit écran. Aucun aspect des problèmes n'a été escamoté semble-t-il, contrairement à ce qui se passe ailleurs. La télévision a joué, ici, son rôle d'indépendance.

C'est une des trois chaînes géantes de la télévision commerciale des Etats-Unis ABC (American Broadcasting Corporation), dont le réseau couvre la totalité du continent nord-américain, qui consacre trois heures à cette émission entre 20 et 23 heures. C'est

peut-être la première fois que l'opinion publique de tout un pays est appelée à participer à une séance de réflexion collective concernant les différents aspects du danger nucléaire.

Tout ce qui a été révélé le 6 juin sur les écrans américains n'était pas inédit : le lecteur de *Science & Vie* est déjà averti de la plupart des faits énoncés par ce reportage. Concernant, par exemple, la prolifération nucléaire (voir *Science & Vie* n° 803 p. 52). Quarante ans après Hiroshima, la bombe s'est multipliée. Officiellement, seuls les Etats-Unis, l'Union soviétique, la France, la Grande-Bretagne et la Chine détiennent cette arme. Mais huit autres pays sont dès à présent des prétendants sérieux et, en l'an 2000, ils seront sans doute une

quinzaine à la posséder dont le sous-continent asiatique, le Moyen-Orient, l'Afrique du Sud, l'Amérique latine — toutes zones d'instabilité notoire.

Parmi ces candidats inavoués, il y a d'abord deux pays qui se détestent : l'Inde et le Pakistan. Ils n'ont adhéré, ni l'un ni l'autre, au traité international de non-prolifération nucléaire. Bien que niant être en possession de la bombe ou même œuvrer dans ce sens, ils ne s'en font pas moins un chantage mutuel au nucléaire. Les journalistes de la chaîne ABC ont pu en débattre avec Rajiv Gandhi, Premier ministre indien, comme avec le général pakistanais Akran. Ainsi le Pakistan, malgré ses déments, est certainement en train de développer la bombe dans son

Three Mile Island, la fusion du cœur du réacteur aurait pu faire des milliers de victimes.



“centre d’étude” de Kahuta. Et on retrouve la “Pakistanese connection” dans presque toutes les affaires plus ou moins occultes d’exportation de matériels critiques utilisés par la recherche et l’industrie nucléaires, et qui sont théoriquement soumis à embargo. Les efforts du Pakistan sont appuyés en sous-main par des industriels français, suisses, belges et allemands, qui fournissent de l’équipement et des informations technologiques, sans doute encouragés par certains de leurs gouvernements.

Une aide confirmée au cours de l’émission par l’ex-président Jimmy Carter. Des émissaires pakistanais “courent les magasins” d’Europe, pour y acheter des pièces métallurgiques spéciales servant à l’enveloppe d’une bombe nucléaire. En juin dernier, on arrêtait aux Etats-Unis un agent pakistanais qui tentait de se procurer une cinquantaine de krystrons, utilisés dans les systèmes d’amorçage des bombes A.

Certains pensent que l’Inde qui en 1974 avait surpris le monde par une explosion souterraine “pacifique” (voir *Science & Vie* n° 694, 700, 706, 761, 803, 808) dans le désert du Rajasthan, dispose main-

tenant d’un stock d’armes nucléaires opérationnelles. Elle est en tout cas en état de produire assez de plutonium dans son réacteur Cirus de Bombay, pour alimenter en explosif une dizaine d’engins par an.

L’Afrique du Sud, après avoir annoncé en 1970 qu’elle avait mis au point un nouveau procédé d’enrichissement du plutonium, s’est entre-temps enfermée dans le silence. Mais les satellites-espions soviétiques ont détecté un site d’essais pour explosions expérimentales dans le désert de Kalahari. Sous la pression américaine, Pretoria s’engageait à l’abandonner. Mais en 1979, un satellite américain enregistrait une déflagration lumineuse de type apparemment atomique au large du pays. L’innocence nucléaire de l’Afrique du Sud reste admise au niveau diplomatique, mais les services secrets US ont leur idée sur ce sujet (voir *Science & Vie* n° 747, 748, 781).

La volonté du Brésil et de l’Argentine, deux puissances rivales, d’accéder à la force nucléaire, est un sujet officiellement tabou mais ne fait de doute pour personne. L’Argentine a lancé ses premières recherches sous le règne de Perón, et possède actuellement le programme le plus avancé d’Amérique latine.

Les Allemands de l’Ouest, qui ont fourni aux Argentins leur réacteur de puissance Atucha I, leur apportent aussi une aide appréciable en technologie de retraitement du plutonium. Paradoxalement, la législation américaine, qui devrait interdire dans ce cas toute exportation de matériel nucléaire vers la RFA, reste inappliquée. Mieux, la salle de contrôle de l’usine de retraitement, actuellement en construction, est équipée par... des firmes américaines. En outre, l’Argentine est en train de créer, au pied des Andes, un centre ultra-moderne et ultra-secret d’enrichissement de l’uranium. Dans cinq ans, l’existence d’une bombe atomique aux couleurs argentines ne sera plus une question de technique mais de volonté politique. Raoul Alfonsin, le président argentin, affirme dans

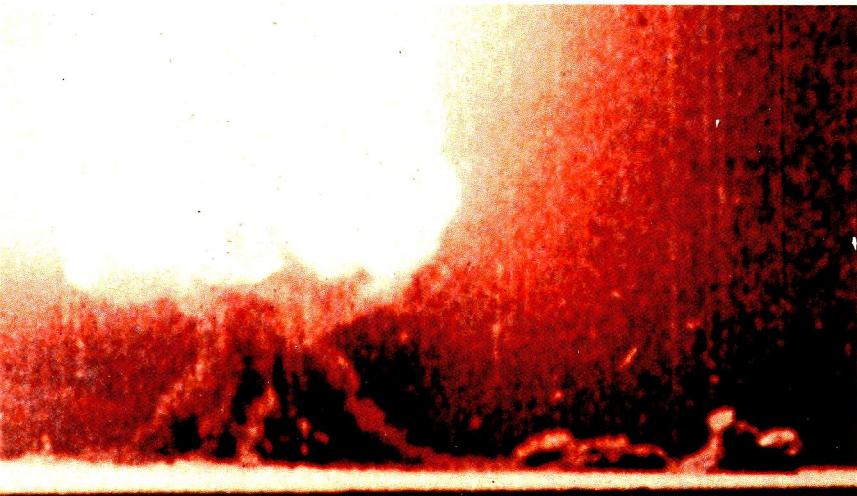
l’émission : « Nous avons décidé de ne pas construire de bombe, de ne pas entreprendre d’essais nucléaires... Nous ne voulons pas de bombe atomique en Amérique latine. » Il reste que ce pays refuse toujours de signer le pacte de non-prolifération et progresse activement dans la voie de l’armement nucléaire (voir *Science & Vie* n° 803).

De son côté, le Brésil poursuit lui aussi un programme nucléaire très important. Parallèlement à ses trois réacteurs de puissance (six autres sont en option), et une usine d’enrichissement susceptible de produire de l’uranium militaire mais soumise à un contrôle international, le Brésil a pris l’initiative d’une opération secrète et non sujette à l’inspection étrangère. On comprend mal l’objet d’une pareille entreprise dans un pays aux ressources hydro-électriques inépuisables.

L’atome bouge aussi du côté du Moyen-Orient. La capacité nucléaire d’Israël est un secret de polichinelle. On sait maintenant que les 100 kg d’uranium enrichi — de quoi construire quatre bombes — qui ont disparu de l’usine Numec, en Pennsylvanie, en 1981, ont pris le chemin d’Israël. Mais bien avant cela, ce pays disposait du plutonium produit dans le réacteur de “recherche” de 26 MeW de Dimona, dans le désert du Negev, construit par les Français. Il a, depuis, augmenté la capacité de ce centre et créé de toutes pièces une usine de retraitement. Il se pourrait même qu’Israël dispose d’engins balistiques de portée intermédiaire, Jericho, à ogive nucléaire, ainsi que d’artillerie atomique, le tout déployé dans le Negev et sur les hauteurs du Golan. La condamnation récente, aux Etats-Unis, d’un Américain qui vendait des krystons par centaines aux Israéliens, ajoute un nouveau soupçon, pour ne pas dire une nouvelle preuve. Mais la force principale des armes atomiques est pour l’instant encore le silence ou, à défaut, la parole équivoque : « Israël n’introduira jamais d’armes nucléaires au Moyen-Orient », a dit Shimon Perez devant les caméras américaines.

L'Irak s'apprête-t-il à sortir sa propre bombe ? En 1981, l'aviation israélienne anéantissait le réacteur nucléaire de Tammuz, construit par la France (voir *Science & Vie* n° 767). Le prétexte était l'utilisation de la centrale à des fins militaires. L'Irak avait bien ratifié le traité de non-prolifération, mais la technologie du réacteur donnait en effet à supposer que sa vocation n'était pas strictement civile. Le bombardement n'a pourtant pas ébranlé les aspirations nucléaires

DE LA PREMIÈRE EXPLOSION NUCLÉAIRE (JUILLET 1945)...



des pays arabes. Mustapha Tlass, ministre syrien de la Défense, a déclaré aux journalistes : Il faut que les Arabes mettent au point des armes nucléaires. C'est pour eux une nécessité et un droit. Pour un pays qui veut défendre son indépendance, la bombe atomique est ce que le colt était au cow-boy.

Le dernier candidat est la Libye. Mais même les Soviétiques, qui lui ont pourtant construit un centre de recherche nucléaire à Tajura, refusent de lui fournir la bombe. En 1970, le colonel Kadhafi dépechait le major Jalloud en Chine pour négocier l'achat d'une bombe. Refus des Chinois. La Libye a versé des centaines de millions de dollars au Pakistan dans l'espoir de bénéficier des retombées de la recherche nucléaire de ce pays. Elle s'est ensuite tournée vers l'Inde, en lui proposant son pétrole contre de la technologie atomique. Fin de non-recevoir. Elle s'est adressée

à l'industrie belge, française. L'Europe, elle aussi, a dit non. L'Argentine s'est montrée plus coopérative, en échange d'armes fournies par la Libye pendant le conflit des Malouines. Une collaboration restée sans lendemain. A la télévision américaine, Kadhafi se défend, presque avec dégoût, de convoiter l'arme atomique, alors que son peuple souffre après tant d'autres commoidés, Mohammed al Moughariaf, ancien bras droit de Kadhafi entré dans l'opposition,

DE LA PREMIÈRE EXPLOSION NUCLÉAIRE (JUILLET 1945)...

conclut philosophiquement : « Ce n'est pas le premier ni le dernier mensonge de Kadhafi. »

Les mesures contre la prolifération des armes nucléaires sont, au mieux, très aléatoires. La sécurité du monde tient à un accord international (mais pas mondial) de 1968 : le traité de non-prolifération nucléaire sous l'égide de l'ONU, qui peut être violé à chaque instant et qui de toute façon expire dans dix ans (1). Le dispositif de contrôle, qui doit assurer le respect du traité, est confié à l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA), elle est chargée de vérifier que la recherche nucléaire, dans les pays concernés, n'est pas dévoyée vers des buts militaires. Un pouvoir de police très faible, une autorité morale précaire, des moyens de surveillance dérisoires... Il existe actuellement dans le monde 345 centrales atomiques réparties dans 26 pays ; 52 nations

possèdent des centres de recherche nucléaire. Or, l'atome militaire est frère jumeau de l'atome civil et les activités à caractère pacifique débouchent facilement sur des utilisations militaires (voir *Science & Vie* n° 803).

On est à peu près sûr que le Japon et l'Allemagne fédérale, par exemple, respecteront leur engagement à ne pas produire d'armes nucléaires. Ce sont le pays du Tiers Monde qui causent le plus d'inquiétude, car la multiplication sauvage des engins de destruction constitue un danger encore plus grand que la course aux armements des super-puissances. D'autant que les technologies conduisant à la fabrication d'explosifs, comme la centrifugation et, bientôt, l'enrichissement de l'uranium par laser, miniaturisent et se prêtent de plus en plus à la production clandestine. Ce qui était le monopole des nations riches est désormais à la portée de plus d'un pays défavorisé. Or, l'équilibre nucléaire dans le monde repose sur le fait que les systèmes d'armes des Etats-Unis et de l'Union soviétique sont relativement à l'abri d'une attaque ennemie, ce qui neutralise l'action de l'un vis-à-vis de l'autre. Mais si des gouvernements du Moyen-Orient ou d'Asie deviennent maîtres de l'atome, les armes nucléaires et leurs vecteurs seront nécessairement moins complexes et par conséquent plus vulnérables. Dès lors, un conflit atomique devient quasi inévitable, avec de grandes chances de ne pas rester localisé.

Il faut prendre très au sérieux aujourd'hui la menace d'un terrorisme nucléaire. La bombe à plutonium compacte existe : l'armée U.S. dispose d'un engin portatif de 29 kg (voir *Science & Vie* n° 761 et 810) dont la charge de plutonium ne pèse que 10 kg. Elle est capable d'effondrer le plus gros gratte-ciel de New York et, ce faisant, de tuer plus de gens que la bombe d'Hiroshima. Avec quelques connaissances techniques et un peu d'argent, un amateur éclairé peut s'en fabriquer une. Les plans sont pratiquement dans le domaine public, les composants se trouvent dans le commerce. Quant

(1) Ce traité n'a pas été ratifié par la France, qui invoque sa nature discriminatoire à l'égard des pays n'appartenant pas au club atomique. Sa signature implique

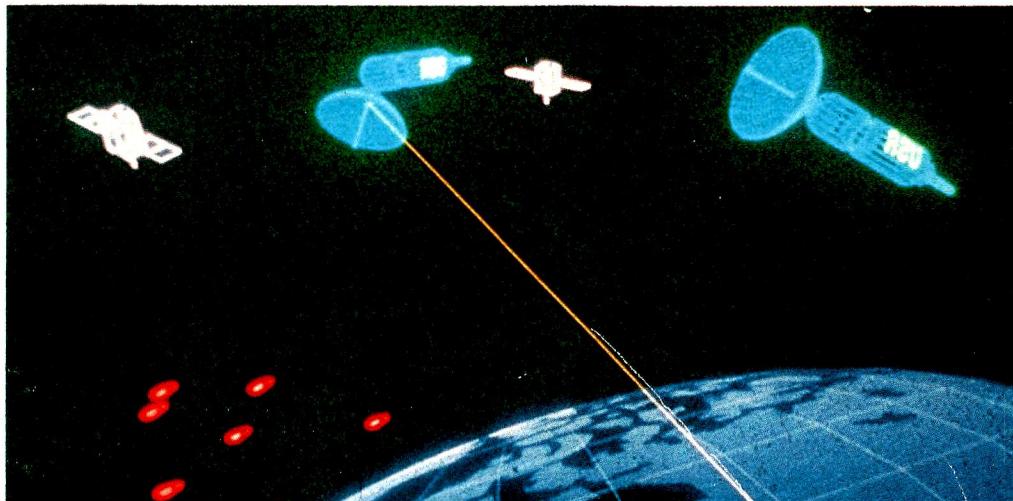
par ailleurs certaines restrictions en matière d'exportations de haute technologie et la France tient à garder les mains libres.

au combustible, il suffit de le voler. A eux seuls, les Etats-Unis ont un stock de 500 tonnes de plutonium — la valeur de 30 000 bombes — réparti dans d'innombrables installations. Pas toujours bien gardées, comme l'a prouvé l'exercice suivant : en 1982, dans une des principales usines américaines d'armes atomiques, un raid, (simulé) par une bande de (faux) terroristes contre la chambre forte contenant le plutonium, a pleinement "réussi", les (vrais) gardiens

élabore et fait appliquer les consignes de sûreté nucléaire dans l'industrie américaine. L'émission télévisée du 6 juin cite la France, qui produit 60 % de son énergie électrique grâce à l'atome, comme le pays qui maîtrise le mieux les problèmes de sûreté nucléaire, du fait d'un contrôle étatique rigoureux. L'Amérique, disent ces journalistes américains, a joué le jeu de la libre concurrence et de l'économie libérale dans un domaine qui devrait être strictement

plusieurs réacteurs. La NRC elle-même est mise en accusation : on lui reproche de cultiver les intérêts des industriels plutôt que ceux du public, de se laisser guider par les pressions économiques et non par les impératifs de sécurité, de s'en remettre à la parole des constructeurs au lieu d'inspecter le détail des travaux, de donner des autorisations de construire dans des situations aberrantes, comme celle de Diablo Canyon, entre San Francisco et Los Angeles, en pleine

...À LA GUERRE DES ÉTOILES (MARS 1983), LES AMÉRICAINS EN DÉBATTENT À LA TÉLÉ



n'ayant réagi que 16 minutes après le départ des (faux) voleurs. D'autres installations ont été testées de la même manière, avec des résultats guère plus rassurants.

Ne nous fions pas trop non plus à l'atome dit pacifique, explique ABC qui parle des problèmes de l'industrie nucléaire aux Etats-Unis, de ses déboires économiques et de son manque de sécurité. Le risque maximal, bien sûr, c'est la fusion du cœur d'un réacteur, le fameux "syndrome chinois", avec pour conséquence le passage des produits de fission radioactifs dans l'atmosphère et la contamination des populations. La probabilité qu'une telle catastrophe se produise dans les vingt prochaines années, même en présence de toutes les précautions, est de 50 %, selon les calculs de la Nuclear Regulatory Commission (NRC), l'instance gouvernementale qui

réglementé par le pouvoir. Résultat : ses 85 centrales en activité et les 33 autres actuellement en construction (2) répondent à une foule de conceptions technologiques différentes qui rendent la mise en vigueur d'un code de sûreté pratiquement inopérant.

Les centrales nucléaires aux Etats-Unis ont connu 5 060 incidents en 1983, mineurs pour la plupart, il est vrai, mais dont certains ont quand même nécessité l'arrêt du réacteur ; elles ont dû être temporairement inactivées à un rythme six fois et demi supérieur à celui que connaissent les centrales japonaises, par exemple (voir *Science & Vie* n° 709, 726, 751). On a relevé 27 cas pour lesquels les ingénieurs sont encore incapables de fournir une solution. Il y a eu des vices de construction, des erreurs grotesques dans les plans. Des accidents sérieux ont entraîné la fermeture définitive de

zone d'instabilité sismique.

La gabegie dans l'industrie nucléaire américaine s'avère monstrueuse (voir *Science & Vie* n° 779). Depuis 1979, plus de 100 contrats pour de nouveaux réacteurs signés ont ensuite été résiliés. La centrale de Midland, dans le Michigan... annulée en pleine construction, parce qu'elle s'enfonçait dans le sol. Coût prévu : 267 millions de dollars ; facture : 4 milliards de dollars. Et la télévision américaine multiplie les exemples... L'énergie atomique : la catastrophe financière du siècle, tout au moins pour l'Amérique, décrète l'économiste Charles Komanoff devant les caméras. Et encore un coup de chapeau à la France, qui a su normaliser et rationaliser sa technologie nucléaire, la rendant ainsi payante.

Le cas de Three Mile Island (voir *Science & Vie* n° 748) reste, pour les Américains, l'exemple de l'acci-

(suite du texte page 164)

(2) Les USA sont le premier pays nucléaire du monde, quoique 14 % seulement de leur électricité soient d'origine atomique.



DES GALAXIES CANNIBALES ?

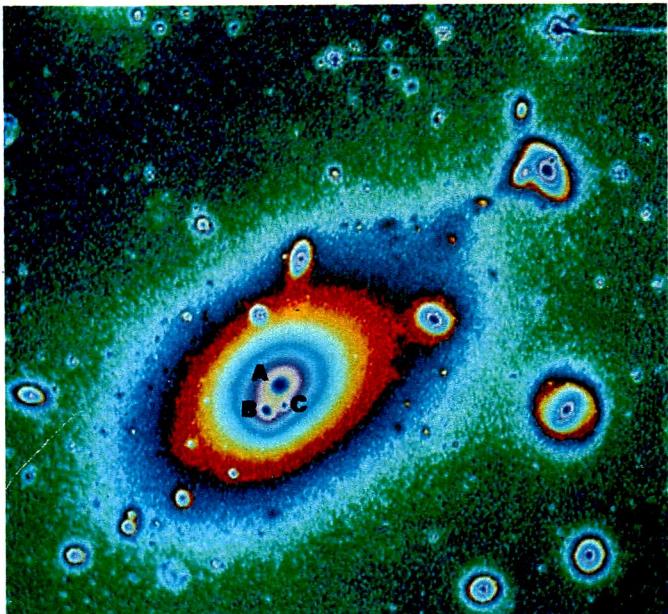
ON ENTENDAIT DEJA

DANS LE CIEL les cris

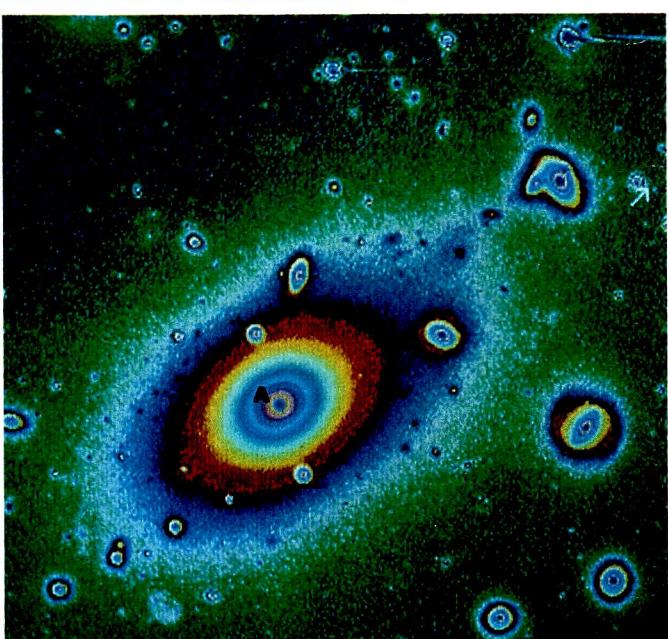
des petites galaxies mangées entières par les grandes, on retrouvait même leurs noyaux dans l'estomac de ces monstres. A y regarder d'un peu plus près, on se demande si malgré tout ces ogres célestes ne seraient pas créés par une illusion d'optique...

Les grandes structures de notre Univers sont régies par une hiérarchie rigoureuse. La matière se concentre d'abord dans les étoiles, lesquelles se rassemblent dans les galaxies : celles-ci forment des amas et enfin, les amas forment des superamas. Ainsi, notre Soleil se trouve régulé dans un coin de la Voie lactée, notre Galaxie, qui elle-même appartient à l'Amas local, une confrérie de plusieurs galaxies, dont Andromède, notre proche voisine. A son tour, l'Amas local se loge à l'intérieur du Superamas local, mis en évidence seulement en 1970 par Gérard de Vaucouleur. Jamais encore on n'a observé d'amas de superamas ; les superamas sont donc les plus grandes structures connues à ce jour et la hiérarchie s'arrête là.

Apparemment, l'ordre règne dans l'Univers. Cependant les richesses matérielles n'y ont pas été distribuées équitablement.



1



3

Photos CEA

Certains amas sont pauvres et n'abritent que quelques galaxies à peine. Cette misère nous touche d'ailleurs de très près ; notre amas local fait partie de cette classe déshéritée. Sa densité n'est que de 10 galaxies par mégaparsec au cube (1), ce qui est très peu. En revanche, d'autres amas, tels celui de la Vierge ou celui de Coma, étaient leur opulence, représentée par plusieurs milliers de membres.

Or, les galaxies n'ont ni les mêmes attributs, ni le même comportement suivant le milieu dans lequel elles évoluent. Et dans certains cas leur comportement frise la délinquance.

Dans les amas pauvres, les distances trop grandes entre les galaxies font qu'elles ne se rencontrent pratiquement jamais. Par exemple, le prochain rendez-vous de la Voie lactée avec sa voisine

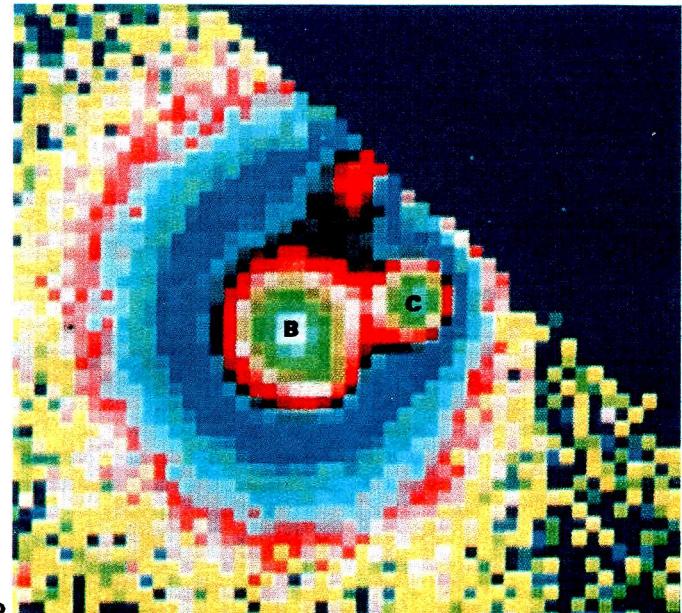
Andromède aura lieu dans 3,7 milliards d'années. Rien ne presse d'ailleurs, car, le choc risque de changer l'orbite de notre Soleil et de déclencher des tremblements de terre. Mais enfin, une visite tous les 20 milliards d'années reste supportable. C'est même très peu. Les amas pauvres engendrent la solitude. Repliées sur elles-mêmes, les galaxies, qui y vivent très isolées, évoluent sans pratiquement interagir avec leur environnement.

Mais l'abondance n'est pas mère de toutes les vertus. Dans les amas riches, les galaxies souffrent de la surpopulation. Elles vivent pratiquement les unes sur les autres. Du fait de la promiscuité, les conditions de vie y sont très dures et les heurts entre galaxies relativement fréquents. A l'issue des rencontres, les galaxies ne sont plus tout à fait les mêmes. "Cabossées", elles "déteignent" les unes sur les autres. Parfois même on assiste à de véritables affrontements. Les plus grosses dépossèdent les plus petites, elles leur dérobent gaz et étoiles ; c'est la loi de la jungle : les plus forts s'enrichissent sur le dos des plus faibles.

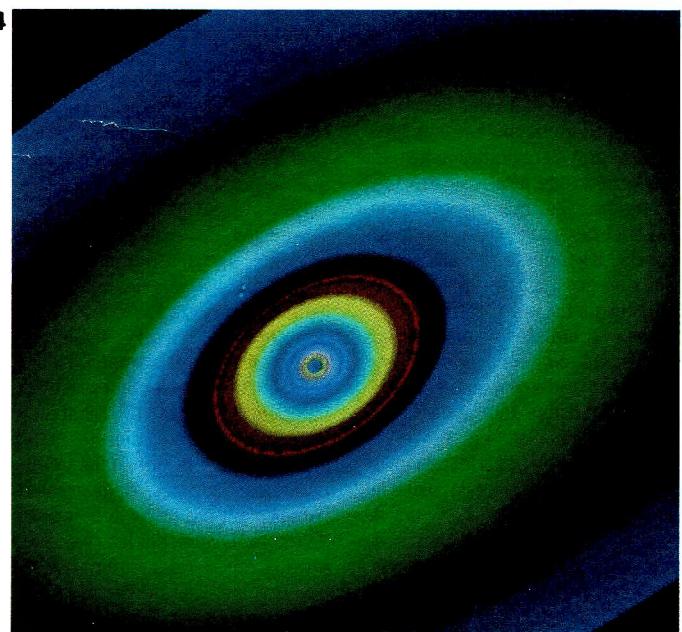
Impossible de le nier plus longtemps : l'environnement a une influence considérable sur les galaxies. Après les avoir classées suivant leur type morphologique — galaxie spirale, galaxie elliptique et galaxie irrégulière — les astronomes se sont intéressés à la "psychologie galactique". Pour mieux comprendre le mystère de leur naissance, ils essayent aujourd'hui de démêler la part de l'inné et celle de l'acquis dans ces grandes structures stellaires, comme on le fait chez l'animal.

Les galaxies elliptiques géantes servent de cobaye dans ce type de recherches. Leurs tailles, exceptionnellement grandes, et leurs très fortes luminosités permettent de les disséquer à loisir. De plus, on les trouve indifféremment dans les amas riches comme dans les amas pauvres, on peut donc sans problème étudier l'influence du milieu sur elles.

Les observations débutent en 1976. Très vite, on découvre une couronne diffuse autour des ga-



2



4

Sur le cliché 1, la Galaxie NGC 6160 semble surprise en pleine digestion : deux noyaux — B et C — en plus du sien — A — lui pèsent encore sur l'estomac. Tout naturellement on l'accuse de cannibalisme. Sur le cliché 2, on retrouve ces deux noyaux : il s'avère que ce ne sont pas des points mais des surfaces qui ressemblent à s'y méprendre à des galaxies individuelles. Les chercheurs, vont corriger — cliché 3 — les données numériques de la photo 1 en fonction de l'idée qu'ils se font de la galaxie elliptique, de sa structure interne et des règles de symétrie qui lui sont propres. Elle apparaîtra alors vidée des noyaux B et C, puis, cliché 4, complètement lavée de ses crimes : le cannibalisme était un mirage.

(1) Mesure de distance utilisée en astrophysique. 1 mégaparsec, ou Mpc = $3,09 \times 10^{16}$ km. 1 Mpc³ = le volume d'un cube de 1 Mpc de longueur d'arête.

laxies elliptiques géantes qui séjournent dans les amas riches. En 1981, Romanishin et Trinh Xuan Thuan montrent que les galaxies elliptiques géantes ne portent pas ce genre de couronne quand elles habitent les amas pauvres. De toute évidence, cette parure stellaire n'est pas attribuée dès la naissance, elle s'acquiert. Reste à savoir par quels moyens.

Les calculs montrent alors que, compte tenu de la taille des amas, de la taille des galaxies, de leur âge, de leur vitesse (1 000 km/seconde environ), des distances, une galaxie quelconque plongée au cœur d'un amas riche a eu entre 4 et 40 fois l'occasion, depuis sa naissance, d'en heurter une autre ; petits incidents sans gravité, dus à l'encombrement de la circulation galactique.

N'empêche, à chaque accrochage les parties extérieures des deux galaxies accidentées subissent de véritables effets de marée. Des étoiles sont éjectées. Elles se répandent dans l'espace formant une mer dans laquelle baignent toutes les galaxies de l'amas. Sur des plaques photographiques ultra sensibles, à condition de faire des poses très longues, on parvient à voir une faible lumière diffuse qui nous vient de cette mer stellaire intergalactique.

Libres comme l'air, ces étoiles n'appartiennent à aucune galaxie en particulier. Mais dans un amas riche, la liberté ne peut être que provisoire : ici ce sont les galaxies elliptiques géantes qui font la loi. Impossible de résister à leurs champs gravitationnels intenses. Les petites étoiles tombent sous influence, et forment autour de ces galaxies elliptiques géantes des couronnes stellaires diffuses.

Dans les amas pauvres, les choses se passent complètement différemment. Pas de bouchons : la circulation parfaitement fluide fait que les accrochages sont relativement peu fréquents et les effets de marée, inefficaces. Les étoiles restent prisonnières de l'étreinte gravitationnelle de leur galaxie-mère. Impossible de s'arracher dans l'espace. Donc, pas de mer d'étoiles intergalactiques et pas de couronnes diffuses non plus : les

galaxies elliptiques géantes se promènent tête nues.

Les couronnes diffuses font partie du capital des caractères acquis. Aucun doute là-dessus. Mais quels sont les autres caractères ?

Depuis longtemps la forte luminosité et la taille inhabituelle des galaxies elliptiques géantes paraissent suspectes. Sont-elles vraiment des caractères innés ? En 1978, M.A. Hausman et J.-P. Ostriker affirment que non. D'après eux, cette corpulence anormale n'est en rien naturelle et ne peut s'expliquer que par des troubles du comportement. D'une taille légèrement au-dessus de la moyenne à la naissance, ces galaxies, selon leur théorie, souffriraient de bousculade et auraient la fâcheuse manie de s'en prendre à leurs semblables... qu'elles avaleraient tout rond.

Leur technique de chasse serait simple : avec leurs champs gravitationnels intenses, elles freineraient d'abord leur proie, puis l'attiraient vers elles. Arrivée très près de la galaxie géante, la victime n'opposerait plus aucune résistance et serait phagocytée ; ses étoiles se mêleraient alors à celle de l'autre.

Ces collations fréquentes rendraient obèses les galaxies cannibales, augmenteraient leur luminosité tout en décuplant leur force (l'attraction gravitationnelle est proportionnelle à la masse). Avec le temps, les monstres deviendraient de plus en plus gourmands ; ils feraient le vide autour d'eux et les galaxies plus faibles seraient menacées d'extinction.

Les premières observations confirment ce scénario alarmiste. Les calculs de Hausman et Ostriker prédisent une pause d'un milliard d'années, en moyenne, entre chaque repas. En raison de leur jeune âge, les galaxies cannibales n'auraient donc eu le temps d'engloutir que quatre de leurs compagnes. Leur luminosité actuelle s'accorde parfaitement avec ce nombre restreint de repas.

La théorie de la formation des galaxies stipule que leur brillance, caractéristique à la naissance, ne peut dépasser $3L^*$, " L^* " étant la brillance caractéristique d'une galaxie de taille moyenne. Or, leur brillance actuelle est de $7L^*$, ce qui laisse penser qu'elles ont bel et bien absorbé quatre galaxies de un L^* chacune.

D'autres observations accablent d'avantage encore les galaxies soupçonnées de cannibalisme. Un bon nombre d'entre elles semblent avoir une digestion pénible ; des noyaux galactiques leur pèsent sur l'estomac. Des photographies prises avec des temps de pose très courts révèlent en effet la présence inopinée d'un petit nombre de noyaux dans leur ventre gonflé. Les galaxies cannibales n'arrivent pas encore à les gérer. Car lorsque la digestion sera achevée, les différents noyaux fusionneront pour ne plus en former qu'un seul, géant. Les monstres n'ont pas eu le temps de camoufler leur forfait, ils ont été, si on peut dire, pris la main dans le sac...

La principale accusation reposait donc sur ces malheureux clichés ; les preuves de cannibalisme étaient patenttes. De plus, des rayons X s'échappaient également de la même direction, ce qui signifiait que du gaz tombait brutalement sur la galaxie elliptique géante, et que, dans la chute, il s'échauffait jusqu'à atteindre une température de 10 millions de degrés. C'est cette température élevée qui déclenchaient une émission de rayons X : la proie déchiquetée poussait des "cris" X...

En s'appuyant sur des témoignages de ce genre, les astronomes accuseront pendant près de dix ans les galaxies elliptiques géantes. Mais en 1984, les calculs de Merritt et Toony sèment le doute. A quelques mois d'intervalle, les deux astronomes tentent, indépendamment, de réhabiliter les prétendus ogres célestes.

Merrit postule que, dans la plupart des cas, ces ripailles coupables n'ont pas pu avoir lieu, faute de temps. D'après lui les apparents noyaux ne seraient rien d'autre que des galaxies de l'amas qui se trouveraient par hasard sur la

même ligne que la géante. Toonry, lui, plaide en faveur d'une seule galaxie, NGC 6160, une des reines présumées de la tribu des galaxies cannibales.

Située au centre de l'amas Abell 2199, NGC 6160 présente une luminosité particulièrement élevée. Les photographies habituelles montrent que trois noyaux, A, B, C lui sont restés en travers de l'estomac. Or Toonry arrive à montrer que ces noyaux ont des vitesses relatives trop grandes pour rester bloqués dans son ventre : les coliques seraient absolument intenables.

Ce dernier argument met la puce à l'oreille de trois astronomes français : M. Lachièze Ray, L. Vigroux et S. Sourion. Ensemble, ils décident de mener leur propre enquête. Ils vont surveiller NGC 6160 de très près, avec le télescope franco-canadien de 3,60 m qui a une des meilleures résolutions du monde. Les trois astronomes font appel aux grands moyens : à ce télescope déjà exceptionnel, ils relient une caméra CCD (*Charge Coupled Device*), qui allie à une très grande sensibilité, la linéarité et l'absence de bruit parasite. Trois qualités essentielles, qui lui permettent d'enregistrer le flux lumineux avec une très grande précision.

L'image obtenue sous forme numérique (digitalisée) peut être traitée directement par ordinateur. Ce traitement informatique permet d'en extraire des informations que l'œil est incapable de discerner. Sur l'image brute de la galaxie NGC 6160 qu'obtiennent ces trois astronomes, tout paraît effectivement normal. Les trois noyaux A, B, C ont une taille raisonnable et restent sagement coincés dans son ventre (**photos pages 16-17**). Complètement affalée, la galaxie est, semble-t-il, surprise en pleine digestion. Mais l'image traitée révèle qu'il doit en être autrement. Après le traitement informatique, seul le cas du noyau A reste clair : il se trouve au centre de la galaxie géante et c'est son noyau ordinaire. En revanche,

les noyaux B et C sont complètement excentrés. Contrairement à ce qu'on pensait, ils ne sont pas ponctuels, mais étendus, et semblent traîner un disque autour d'eux, comme de vulgaires galaxies elliptiques. Or, garder une telle intégrité alors qu'on est en train de se faire manger est pour le moins surprenant.

La taille du noyau B est la plus étonnante. Si on se fie aux apparences, B est suffisamment grand pour contenir A, à tel point qu'on peut se demander lequel est en train de manger l'autre. Le mangeur serait donc le mangé. Une situation pas très réaliste ! La séparation entre le noyau A et le noyau B doit donc être beaucoup plus grande qu'il n'y paraît. Leur proximité apparente n'est due, semble-t-il, qu'à un effet de perspective.

Et la taille anormale du noyau B peut s'interpréter autrement : l'ascendant gravitationnel de la galaxie elliptique géante peut très bien agir sur le noyau.

La galaxie géante exercerait sur B des effets de marées qui l'étireraient jusqu'à des dimensions confortables. Mais pour ne pas être mis en pièce par ces mêmes effets de marée, les calculs montrent que le noyau devrait se tenir à une distance raisonnable de A, en tous cas à une distance beaucoup plus grande que celle que l'on note sur les photos. Pour expliquer la faible séparation entre A et B, il faut encore invoquer un effet de perspective.

Donc, quel que soit l'angle sous lequel on analyse les faits, la perspective joue un rôle dans cette affaire. Et de là à lui concéder le rôle principal, il n'y a qu'un pas, que l'équipe française vient de franchir. Pour elle, les noyaux B et C seraient des galaxies elliptiques de l'amas qui, par pure coïncidence, apparaîtraient, par projection, très proches du centre de la galaxie NGC 6160. La reine des cannibales n'en serait pas une !

S'il en est ainsi, il faut réexaminer de toute urgence le dossier des autres galaxies soupçonnées de cannibalisme.

Le procès des galaxies cannibales va donc se rouvrir dans les mois qui viennent. Si des éléments



1



2



3

Les richesses matérielles n'ont pas été distribuées équitablement dans l'Univers. Certains amas, tels ceux de la Vierge et de Coma (photos 1 et 2) sont riches en galaxies, ils en regroupent quelques milliers. D'autres, comme l'amas Abell 142 (photo 3) sont au contraire très pauvres et n'en contiennent que quelques-unes.

nouveaux confirment qu'effectivement elles sont victimes d'un traître effet de perspective, les galaxies elliptiques géantes seront blanchies. Reste qu'il faudra bien un jour expliquer leur luminosité hors du commun et les "cris" X venant de leur direction... ●

L'ORDINATEUR VISIONNAIRE DE LA QUATRIÈME DIMENSION

PLAISIR OU CHATIMENT DES LYCEENS,

LE TRACE DES COURBES (deux variables

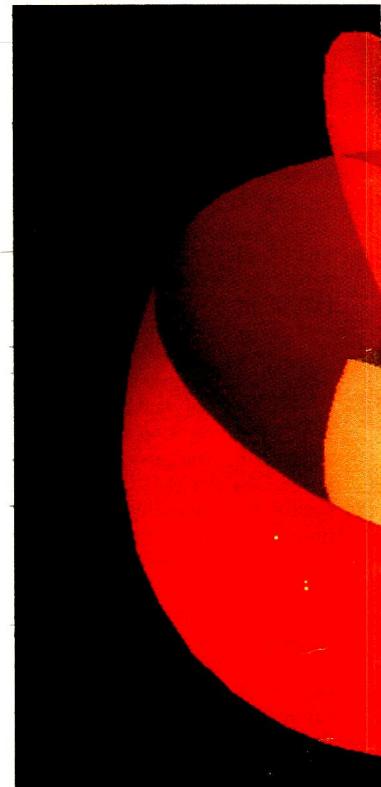
X, Y) et des surfaces (trois variables x, y, z) a mené les mathématiciens à imaginer des espaces basés sur quatre variables w, x, y, z, donc à 4 dimensions. Mais le fait que ces superspace soient utiles pour interpréter les résultats des observations et des expériences en physique ne veut pas dire qu'ils aient pour autant une existence réelle.

Au commencement étaient le calcul, d'où sortit l'arithmétique, et l'arpentage, qui engendra la géométrie. Les Grecs perfectionnèrent cette dernière discipline à un point si remarquable que pendant plus d'un millénaire il n'y eut quasiment pas de changement dans son enseignement : Euclide, Thalès, Pythagore restent des figures de pointe que tout le monde connaît encore aujourd'hui. L'arithmétique était un domaine un peu à part, que les mathématiciens grecs ramenaient d'ailleurs à la géométrie : un nombre, pour eux, n'était que la longueur d'un segment.

Plus tard, au temps de Charlemagne, vint l'algèbre, qui n'était au départ qu'une extension de l'arithmétique mais permit aussi de formaliser nombre de propriétés géométriques. Et puis il y eut Descartes, il y a à peine plus de trois siècles, qui fit la véritable liaison entre géométrie et algèbre avec la géométrie analytique ; cette liaison est importante, car c'est d'elle que naquit la notion d'espace à 2, ou 3, ou 4 dimensions et même plus si on veut. De même la géométrie analytique allait mener à la géométrie différentielle dont le domaine est considérable et qui s'occupe elle aussi d'espaces à plusieurs dimensions.

Au départ, la géométrie analytique eut pour but d'associer les fonctions numériques et les propriétés géométriques des figures grâce à l'usage des repères orthogonaux et des coordonnées. Pour certaines figures, elle permet de découvrir, ou de redécouvrir, un grand nombre de leurs propriétés en étudiant les équations qui y sont rattachées sans avoir besoin de faire le moindre dessin — il ne faut toutefois pas abuser du procédé, certains traits géométriques étant beaucoup plus simples à mettre en évidence et à démontrer par la géométrie que par l'algèbre ; bien entendu, les deux méthodes se recoupent toujours.

Inversement, certains problèmes algébriques peuvent être résolus par la géométrie de manière plus directe et surtout plus visible. Le tracé graphique de certaines équations permet aussi de découvrir, ou de créer, des figures et des formes que l'observation directe du monde naturel n'aurait pas permis d'imaginer. Aujourd'hui, géométrie analytique et différentielle sont à la base de toutes les recherches des ingénieurs concernant les matériaux, leur architecture, leur assemblage, leur usinage, et ainsi de suite. Ne citons pour exemple que le profil des dents d'engrenage ou les tours de réfrigération. Et citons aussi l'ar-



chitecture de l'univers car c'est là surtout que la quatrième dimension a été mise en vedette.

Cette notion de "dimension", bien qu'intuitive, doit en fait sa formulation et son extension à l'invention des repères et des coordonnées par Descartes. Bien qu'il s'agisse là d'éléments qui font partie de l'enseignement et du bagage scientifique de tout bachelier honnête, nous allons y revenir brièvement ; tout le problème peut en fait se ramener à un repérage numérique d'une position géométrique. Imaginons que nous voulions repérer la position d'un point de cette feuille, par exemple celui qui est sur le « 1 » de « feuille ».

Il est vrai qu'il est à une certaine distance du bord extérieur de cette page, et à une autre distance par rapport à la tranche supérieure — ou inférieure —, de même à une autre distance du mur, de la porte, et ainsi de suite. Première chose,

donc: trouver deux droites perpendiculaires qui vont servir de repère fixe. Choisissons par exemple le bord droit de la page, et



A défaut de voir l'espace-temps, on peut quand même admirer la projection en trois dimensions d'une intersection de surfaces à courbures alternées dans la quatrième dimension.

à angle droit le bord inférieur ; ce choix est tout à fait arbitraire, et nous aurons à y revenir car ce fut le problème majeur de l'astronomie de trouver un repère stable.

Nos deux bords de page ayant été choisis, tout point de cette page peut être repéré par ses deux distances aux bords, obtenues en abaissant une perpendiculaire depuis le point vers chacun des bords. Ces deux distances, en l'occurrence deux chiffres, sont les coordonnées rectangulaires du point ; inversement, deux nombres étant donnés, on peut tracer dans l'autre sens les deux perpendiculaires qui vont se croiser en un seul point. On notera tout de suite que, dans notre repère choisi, le point d'intersection des deux bords de page a pour coordonnées 0 et 0 : c'est le point origine.

Par extension, on peut imaginer que les deux axes ainsi définis sont prolongés indéfiniment de part et

d'autre du point origine, formant ainsi une croix qui sera de plus arbitrairement orientée, par exemple ouest-est et sud-nord pour tenir compte des coordonnées négatives, comme les chiffres du thermomètre de part et d'autre du zéro. Mais, pour tout dire, le repère ne serait pas très valable dans la réalité : d'une part il suffit de déplacer la revue pour déplacer le repère qui n'a donc rien de fixe sauf pour les lettres imprimées sur la page ; d'autre part la feuille n'est pas rigoureusement plane, alors que notre système à deux variables caractérise justement un espace plan à deux dimensions.

Précisons ces notions : nous avons vu qu'un point se caractérisait par deux chiffres repérant des distances, et inversement deux nombres définissent un point par rapport à deux axes de coordonnées. Mais on peut aussi attribuer des valeurs arbitraires à ces distances, qu'on notera selon une coutume solidement établie x et y , et chercher quelle figure dessinent les couples de valeurs numériques satisfaisant à une relation donnée entre x et y , par exemple $x + y = 1$ ou $xy = 1$ (représentation graphique d'une équation algébrique).

Comme il y a deux variables x et y liées à deux axes de coordonnées, on parle de repère à deux dimensions, ou, par extension, d'espace à deux dimensions. D'une manière générale, en géométrie analytique, cet "espace" est représenté par un "plan", entité purement imaginaire mais très commode, qu'on représente par une sorte de nappe translucide parfaitement tendue et donc parfaitement... plane. Pour être juste, ce concept intuitif est parfaitement compréhensible par tous, ce qui est le principal : sans besoin de définitions ésotériques, tout le monde fait la différence entre une ligne droite et une ligne courbe, entre une surface plane et une surface bombée. Du point de vue de la logique formelle, par contre, ces notions posent des problèmes interminables.

Il est évident que ce plan géométrique idéal est parfaitement mythique, mais extrêmement pratique à la fois en mathématiques et

en technologie : des surfaces planes, les fraiseuses doivent en dresser à longueur de journée pour toutes les industries possibles, depuis l'aéronautique jusqu'à l'électroménager ; et les propriétés des figures planes, lignes, triangles, parallèles, quadrillatères, cercles, etc., les ingénieurs les utilisent sans cesse. La géométrie plane, à deux dimensions, a donc une utilité bien réelle.

Pourtant, il est clair que notre vie quotidienne ne se déroule pas sur un plan idéalement lisse, mais sur des rues plus ou moins bombées, des trottoirs irréguliers, des routes en pente, des escaliers et autres supports qu'on ne peut décrire avec deux variables seulement : pour définir la position d'un point dans une pièce, il faut trois références : sa distance à un mur, sa distance à un autre mur à angle droit du premier, et sa distance au-dessus du plancher. Sur une feuille de papier, il suffit de deux axes de référence à angle droit ; dans le volume d'une pièce, il faut trois plans de référence se coupant à angle droit.

Comme ces trois plans définissent par leurs intersections trois droites perpendiculaires deux à deux, et réciproquement, on se contente généralement de définir le repère par ces trois droites. Autrement dit, dans le monde qui est le nôtre, il faut trois coordonnées pour avoir un point ; pour simplifier, hauteur, longueur, largeur. Tout comme dans le plan il fallait deux variables x et y , il en faut ici trois, x , y , z , d'où le nom d'espace à trois dimensions pour classer notre univers quotidien, le seul qui ait une réalité tangible : on peut ramener une chaise à deux dimensions en la dessinant sur un papier, mais on ne pourra jamais s'asseoir dessus.

A partir de trois variables x , y , z on peut définir quantité de courbes et de surfaces dont l'étude est loin d'être purement académique car elle concerne pratiquement toutes les sciences et toutes les techniques : astronomie ou architecture, magnétisme ou ther-

modynamique, mécanique des fluides ou taille des engrenages, et ainsi de suite. D'une manière plus prosaïque, tout ce qui nous entoure possède toujours trois dimensions puisqu'il faut obligatoirement une boîte de longueur, largeur et hauteur bien définies pour le contenir.

Par contre, on peut toujours dessiner — mais ce ne sera qu'un dessin — tout objet normal sur une feuille de papier; on peut même le photographier ou n'en considérer que l'ombre (projection orthogonale, puisque le Soleil est assez loin pour qu'on puisse en considérer les rayons comme quasiment parallèles). Il est donc possible d'avoir en deux dimensions une image d'un objet qui en réalité en a trois. On pourrait même en faire une image à une dimension seulement, en faisant une projection sur une ligne droite, mais le procédé manque d'intérêt car il mène irrémédiablement à de simples segments de droite: la

accessible à nos sens comme à notre imagination; mais la notion même d'espace à n dimensions est extrêmement féconde en mathématiques, et même en physique.

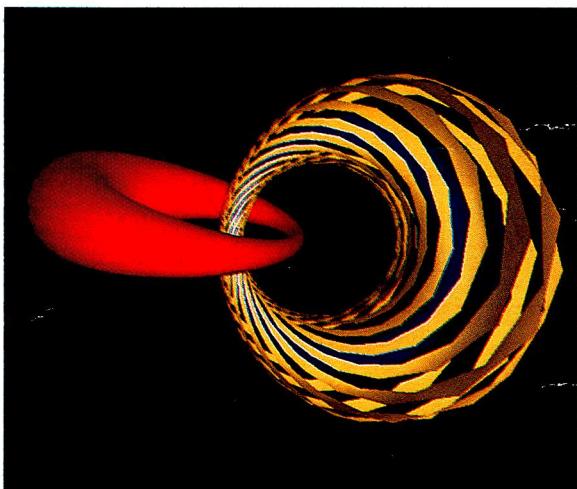
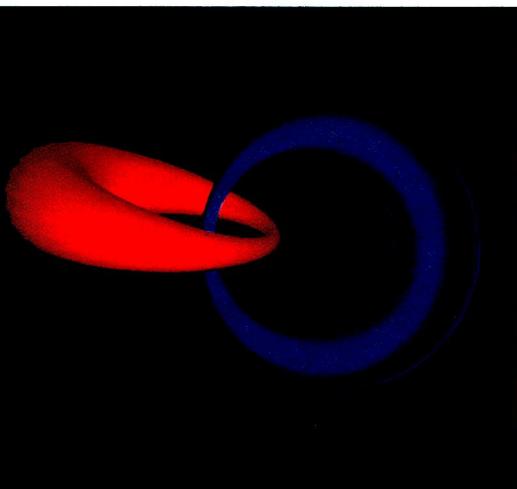
Notre point de départ, c'était la localisation d'un point sur la feuille, donc sur un plan; deux axes rectangulaires suffisent à faire ce repérage et mènent à des équations à deux variables de la forme générale $f(x, y) = 0$. On peut maintenant éléver une perpendiculaire sur notre plan, et définir ainsi trois droites orthogonales deux à deux, qui elles-mêmes délimitent trois plans perpendiculaires par rapport auxquels se fera le repérage d'un point; la forme générale des équations correspondantes sera $f(x, y, z) = 0$.

Les trois plans de coordonnées, on peut les imaginer comme le sol et deux murs d'angle dans une

cette précision: dans un plan, deux droites perpendiculaires permettent de repérer de manière unique tout point de ce plan.

Dans l'espace habituel, il faut trois plans perpendiculaires deux à deux pour localiser un point. Dans un espace à 4 dimensions, il faudrait de même quatre volumes perpendiculaires entre eux pour définir un point par les distances aux 4 volumes. Or on imagine mal deux volumes orthogonaux, et pas du tout une distance d'un point à un volume: l'univers à 4 dimensions n'est pas accessible à notre esprit. Pour être franc, l'espace à 5 ou 6 dimensions ne l'est pas plus, et comme nous le verrons plus loin celui à 2 dimensions ne l'est pas non plus. Curieusement il n'est pas possible à l'intelligence de sortir des trois dimensions, longueur, largeur, hauteur.

Par contre, à la géométrie analytique, rien n'est impossible. En 2 dimensions, les coordonnées sont les distances aux axes, donc les



plus belle fille du monde se ramène à un trait de crayon, ce qui est limité.

Reprends maintenant le problème sous un angle algébrique: une fonction de trois variables représente une figure à trois dimensions limitant un volume donné; et que représente alors une fonction de quatre variables? Pour nous, rien. Pour un mathématicien consciencieux, une figure d'un espace ayant quatre dimensions, lequel reste rigoureusement inac-

pièce. Peut-on aller plus loin, et mener une troisième direction perpendiculaire aux trois précédentes? Pour la géométrie analytique, oui. Dans la vie réelle, non. Gardons notre pièce comme référence, et menons un plan perpendiculaire aux deux murs: il sera parallèle au plancher, ou au plafond, et n'apporte donc aucune dimension supplémentaire. Des plans perpendiculaires au plancher seraient de même parallèles à des murs. Ajoutons aussi

distances entre l'origine et les projections du point sur ces axes. En 3 dimensions, les coordonnées sont les trois distances aux plans de référence, mais celles-ci sont encore égales aux distances entre l'origine et les projections du point sur les 3 arêtes définies par les intersections des trois plans. De même en 4 dimensions, on peut définir les quatres coordonnées comme les distances entre l'origine et les projections du point sur quatre axes rectangulaires. On

peut tout aussi bien continuer avec 5, 6... n dimensions en prolongeant les notions habituelles d'angle, de distance, de surface, etc. à l'aide des formules algébriques usuelles utilisées pour 2 et 3 dimensions.

Bien sûr, il s'agit là d'une construction de l'esprit sans aucune correspondance avec quelque chose de palpable ou même d'imaginable. Cela ne l'empêche pas d'être utile, tout comme les nombres imaginaires, par exemple, dont l'usage est absolument courant dans l'étude des courants alternatifs ; le calcul de la tension qui arrive à la prise de courant a beau se faire avec des imaginaires, cela n'empêche pas le courant d'être bien réel, et tout à fait palpable si on met les doigts sur les fils.

A priori, les espaces à 4 dimensions seraient restés du domaine des mathématiciens si la physique et surtout la cosmologie n'étaient venues leur assurer une célébrité certaine, en particulier grâce à la relativité générale. Du coup, beau-

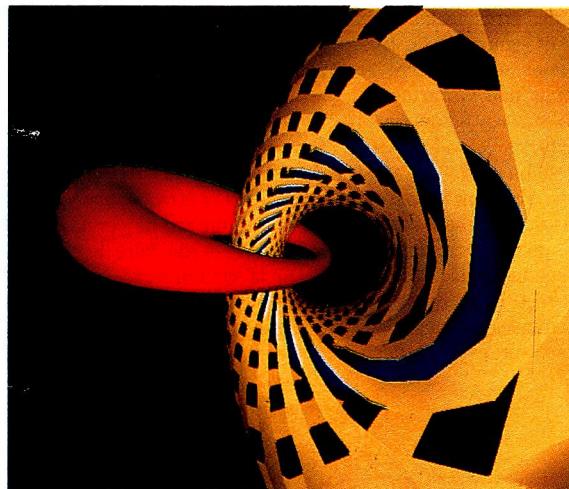
ramide volante : il avait les mêmes yeux et le même cerveau que tout le monde. Mais la formulation des théories de la relativité générale (car il n'y en a pas qu'une) demandant quatre variables, et le vocabulaire étant resté celui de nos trois dimensions habituelles, on imagina facilement des courbures galactiques entremêlant nébuleuses et champs de gravitation. En fait, sorti de notre espace tangible, le mot de courbure n'a pas plus de réalité que l'assiette de l'impôt, laquelle ne retiendrait pas le moindre potage, même agrémenté de quelques billets.

On peut comprendre facilement pourquoi la physique utilise souvent quatre variables. Considérons par exemple la température dans un local chauffé par un radiateur que justement on vient d'éteindre. Tout le monde sait déjà qu'elle

aussi l'heure, donc le temps t.

Le simple fait de rentrer dans une pièce pourvue d'un radiateur nous introduit du même coup dans un espace à 4 variables (x, y, z, t) sans pour autant nous faire passer dans la 4^e dimension. Mais l'étude des températures pourrait se faire en utilisant les propriétés des espaces à 4 axes de coordonnées ; bien souvent, et pour des problèmes apparemment simples encore, il faut plus de 4 variables pour décrire un phénomène. Ainsi, la déformation élastique d'un ressort en acier ou d'une balle en caoutchouc mousse nécessite la connaissance de 6 grandeurs ; l'état de contrainte, ou de tension, autour d'un point est déterminé par un tableau de 9 valeurs, mais comme 6 d'entre elles sont égales deux à deux, le tableau se réduit à 6 grandeurs, et forme ce qu'on appelle le tenseur des efforts en ce point. On retrouve le calcul tensoriel, né de l'étude des tensions élastiques, dans toute la relativité

Grâce à l'ordinateur, on reconstitue dans une perspective tridimensionnelle et colorée, les divers aspects



coup ont cru qu'Einstein voyait les 4 dimensions comme d'autres voient l'avenir dans un éventail de tarots ; curieusement, cette vision semblait constamment ornée de pyramides imbriquées les unes dans les autres et de structures rectilignes rappelant plutôt Bernard Buffet et les pylônes d'EDF que les courbures de l'espace-temps.

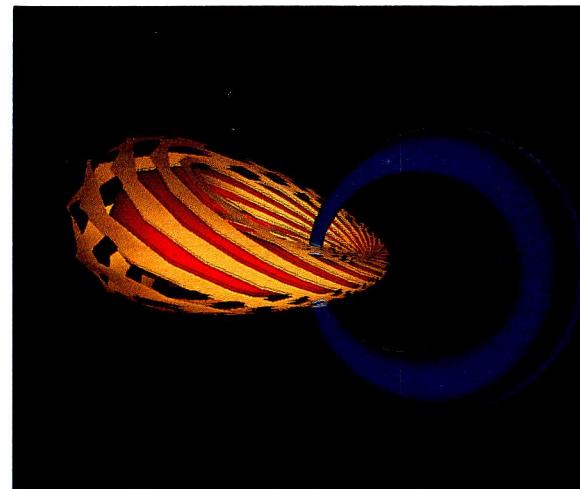
Bien entendu, l'excellent physicien ne voyait pas plus de 4^e dimension que de martiens en py-

varie d'un endroit à l'autre de la pièce, étant en général décroissante depuis le radiateur jusqu'à la porte, et aussi du plafond vers le plancher. Pour connaître la température en un point, il faut donc déjà connaître les 3 coordonnées de ce point. Par ailleurs comme le chauffage vient d'être coupé, la chaleur va baisser infailliblement à mesure que le temps passe. Pour déterminer la température en un point, il faudra donc non seulement les 3 coordonnées de point (x, y, z) mais

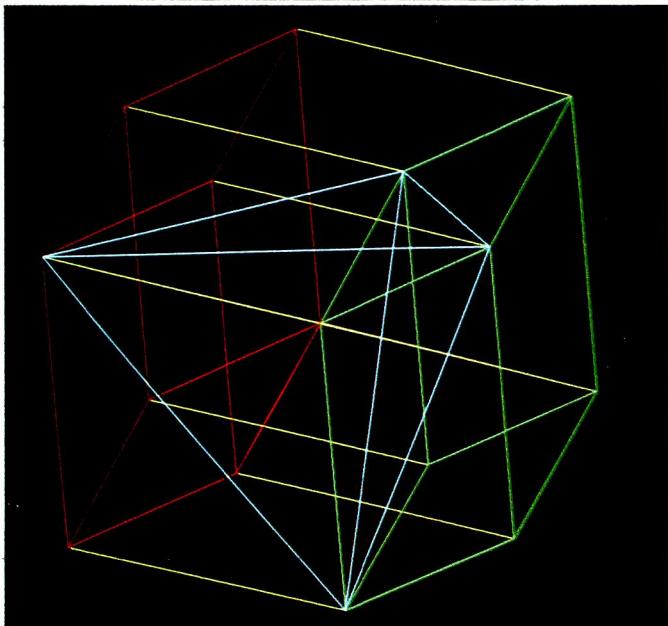
générale.

La description, par la géométrie analytique, des propriétés de fonctions de plusieurs variables est un prolongement de l'étude des fonctions de 3 variables décrivant notre espace habituel. On va donc y retrouver les notions d'angle, de distance, d'intersections, de courbure en un point, de plus court chemin (géodésique), d'aire minimum passant par un contour donné, etc. Le niveau de difficulté est d'autant plus élevé que

qu'offre, sous quatre angles différents, le mouvement d'un anneau ellipsoïdal quadridimensionnel autour d'une surface cône.



Dans l'espace à quatre dimensions, un hypercube possède 5 faces et 16 coins, comme on le voit sur cette ombre projetée en deux dimensions.



Pour passer du carré (2-D) au cube ou au parallélépipède (3-D) il faut éléver quatre perpendiculaires aux quatre coins. Pour atteindre l'hypercube (4-D), il faut éléver huit perpendiculaires aux huit coins, ce qui réclame une quatrième dimension.

l'analyse des propriétés d'un espace à n dimensions fait constamment appel au calcul différentiel et intégral, à des équations aux dérivées partielles extrêmement ardues, sans compter les fonctions de variables complexes et toutes les subtilités du calcul matriciel et du calcul tensoriel.

Mais il faut bien dire encore qu'il s'agit d'une étude analytique des problèmes physiques par des méthodes ayant étendu notre notion habituelle d'espace ; il ne faut pas en conclure que ces espaces existent dans la réalité : il ne sont qu'une représentation utile pour analyser les résultats des expé-

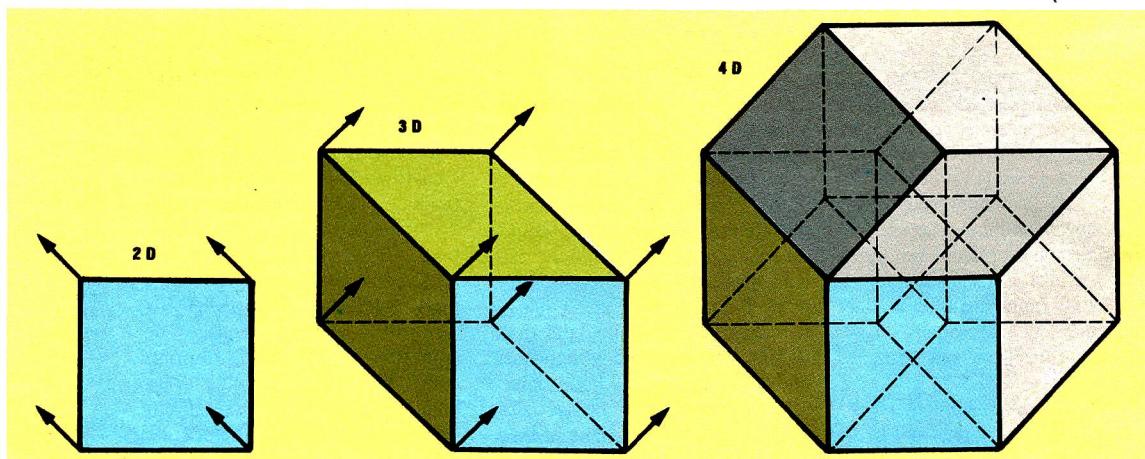
riences et des observations. Toutefois, beaucoup d'auteurs ont cru pouvoir mener à la compréhension des espaces à 4 dimensions en considérant des êtres vivant sur 2 dimensions et ignorant la troisième qui nous est familière et nous donnerait une vision quasi-magique sur les ectoplasmes tout raplats.

Le hic, c'est qu'il est tout aussi impossible de concevoir l'espace à 2 dimensions que celui qui en a 4. Il semble pourtant commode d'imaginer, sur une table complètement plate et lisse, des êtres absolument minces se déplaçant exclusivement sur cette surface.

Pour rester totalement en deux dimensions, il faut donc leur supposer une épaisseur nulle, donc un volume nul. N'ayant pas de volume, ils n'ont pas de poids, donc pas de matière. Premier ennui : qui est capable de concevoir un être immatériel ?

Second point noir : que verrait ce fantôme ? Sûrement pas nous, ni notre monde, puisque la troisième dimension lui est interdite. Sa vision, nous ne pouvons donc même pas l'imaginer, autrement dit nous ne pouvons avoir la moindre idée de ce que serait le paysage environnant dans le monde à deux dimensions. Et puis, comment se déplacer sans pattes ni roues ? Même la reptation est interdite puisqu'elle suppose un mouvement en hauteur quand nos ectoplasmes ne connaissent que longueur et largeur. On peut d'ailleurs les mettre sur une sphère bien lisse plutôt que sur un plan, et ils auront bien du mal à faire la différence.

Des auteurs assez habiles leur ayant prêté la connaissance de la géométrie analytique, on peut alors supposer que nos êtres aplatis sur une sphère vont conjecturer qu'ils sont liés à un espace à trois dimensions : il leur suffit pour cela de tracer un cercle, puis ce qu'ils pensent être son diamètre — en réalité un arc de cercle sur la sphère — et de faire le rapport entre la circonference et le diamètre : ils vont trouver un nombre inférieur à π et en conclure logiquement que leur espace est



courbé dans la troisième dimension. Mais ce procédé ne marcherait pas pour un cylindre, ni pour toute surface développable : il leur faudra trouver autre chose.

C'est dire si le sujet peut dépasser l'entendement. La deuxième dimension nous est accessible ; la seule figure d'épaisseur nulle que nous connaissons, c'est une ombre. Mais une ombre est immatérielle et ne représente nullement un être ou un objet. En fait, une ombre n'est qu'une différence d'énergie dans le rayonnement électromagnétique réfléchi par divers points d'une surface, et cette différence n'a pas de dimension du tout : c'est l'espace zéro.

Restons-en donc à notre univers perceptible, pour dire que nul ne peut savoir s'il est plongé dans un monde à 4 dimensions, lui-même immergé dans un espace à 5 dimensions, et ainsi de suite. Ce qui est plus intéressant, c'est que la géométrie analytique va permettre d'avoir une image d'un objet quadridimensionnel sans plus de difficulté qu'on a une image d'un objet naturel à trois dimensions. Pour commencer, on ramène l'objet à notre espace habituel, ou plus exactement on en construit une des quatre projections dans l'univers à trois dimensions.

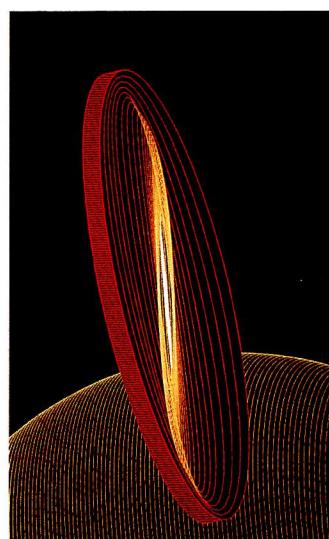
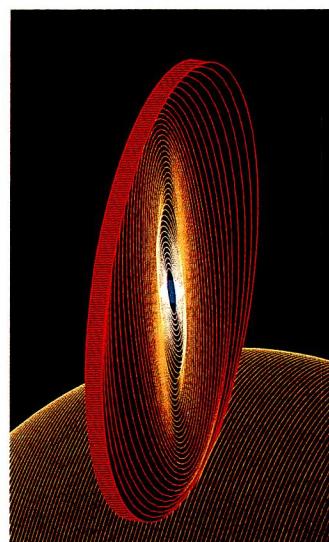
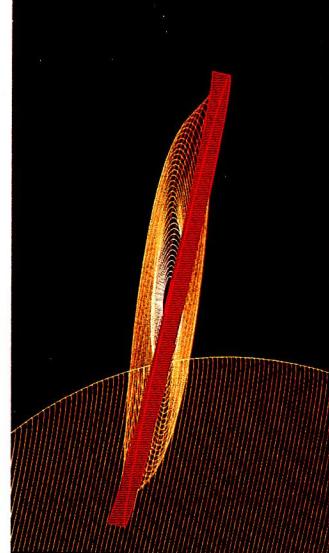
La chose n'est pas très commode, car pour réaliser vraiment l'une de ces projections il faut faire de la sculpture, et non du dessin. Mais si on part d'un objet fait de lignes droites, genre cube en fil de fer, on retrouve encore des lignes droites en trois dimensions.

A son tour cette structure peut être projetée sur un plan, en général par projection orthogonale ; celle-ci est équivalente à dessiner l'ombre d'un objet quelconque projetée sur un papier tenu perpendiculairement à la direction du Soleil. Comme on part de structures linéaires simples de la 4^e dimension, la même simplicité de traits se retrouve en trois, puis en deux dimensions. L'ombre d'un panier à salade en donne une juste

idée. Déterminer le tracé à faire sur le papier n'est pas difficile puisque les équations propres à la géométrie analytique donnent justement les coordonnées des points à marquer — il suffit, partant de $f(x, y, t) = 0$, de faire par exemple t et z constants pour avoir une des projections avec le graphique de $f(x, y) = 0$. L'ennui, c'est qu'il faut beaucoup de points très serrés pour faire un dessin acceptable à l'œil, et que le calcul numérique pour chaque point peut être à la fois ardu et fastidieux.

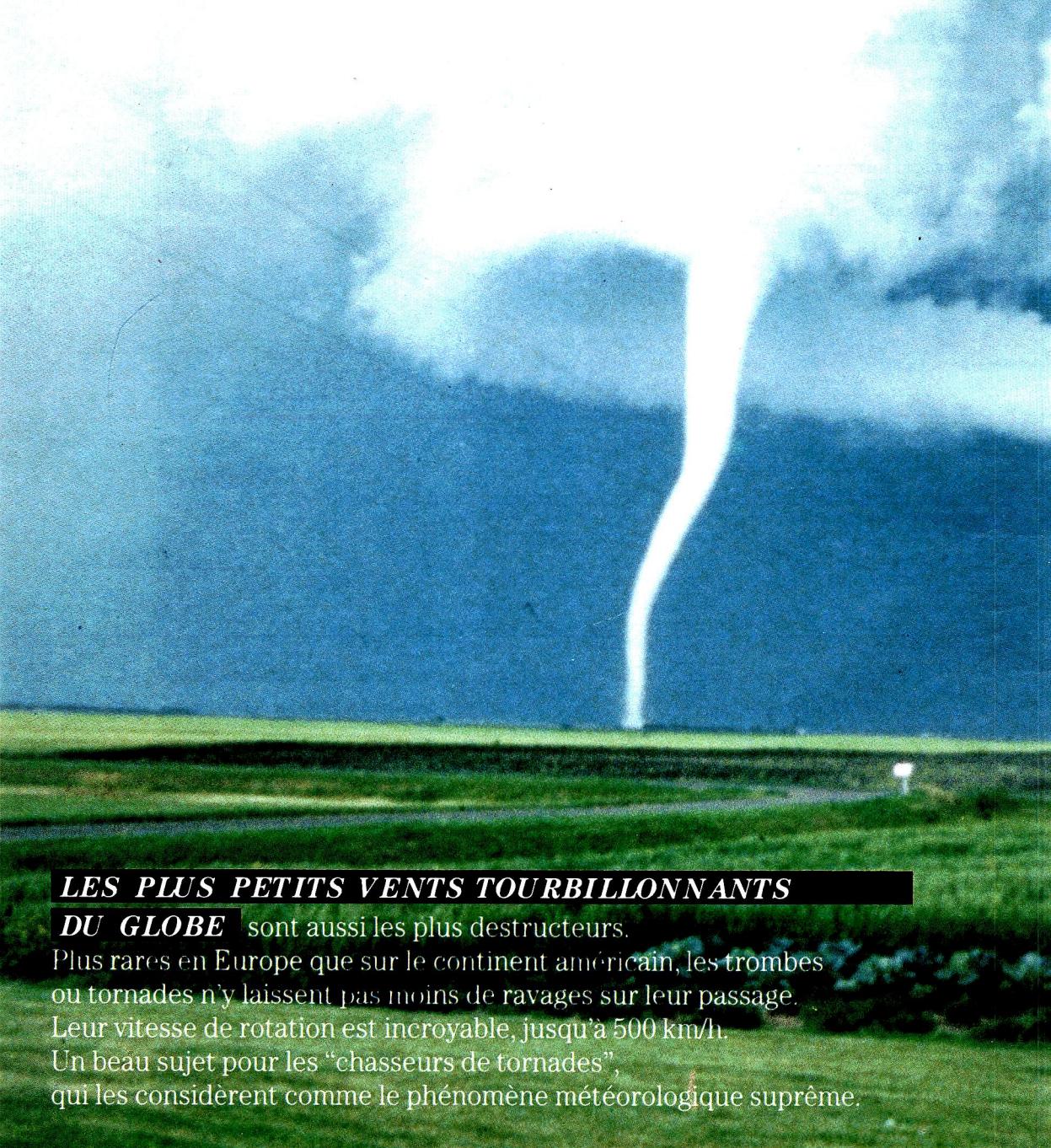
Grâce à Dieu, l'ordinateur a résolu cette difficulté en calculant au quart de seconde les coordonnées de milliers de points et en les affichant sur un écran. Il suffit de programmer les équations voulues caractérisant un objet à 4 dimensions pour voir apparaître l'aspect des diverses projections en trois dimensions, ou le dessin (qui est lui-même une projection orthogonale) en deux dimensions de ces projections. En ajoutant la couleur, on peut visualiser différentes régions de l'objet, faire apparaître les courbures ou séparer certains plans de projection. Pour tout dire, et comme on le verra sur nos illustrations, le traitement graphique des équations algébriques est maintenant si affin qu'on peut même ajouter le mouvement, comme si on faisait tourner l'objet dans la 4^e dimension pour le voir sous tous les angles.

Manipuler de l'hypermatière dans l'espace-temps, c'est tout à la gloire des calculatrices et de la géométrie analytique. Rien n'interdit de s'arrêter en si bon chemin : l'ordinateur dessinera aussi bien sur l'écran les polyèdres de la 5^e, de la 6^e, de la 7^e dimension. Mais ce ne sont que des visions ; à elles seules les notions de longueur, largeur, hauteur sont déjà arbitraires puisqu'elles découlent de l'application d'un concept mathématique à la description du monde. De l'autre côté, gardons-nous aussi de tomber dans les spéculations byzantines pour savoir si une brique n'est pas après tout une simple apparence et un rêve de notre imagination : elle retrouvera toujours la réalité bien terre à terre si elle nous tombe sur le pied. ●



En 2, 3 ou 4 dimensions, toute projection d'un objet rond est toujours circulaire. Mais le mouvement d'un disque quadridimensionnel autour d'une hypersphère se traduit en trois dimensions par d'étranges ondulations.

QUAND PASSENT LES TORNADES

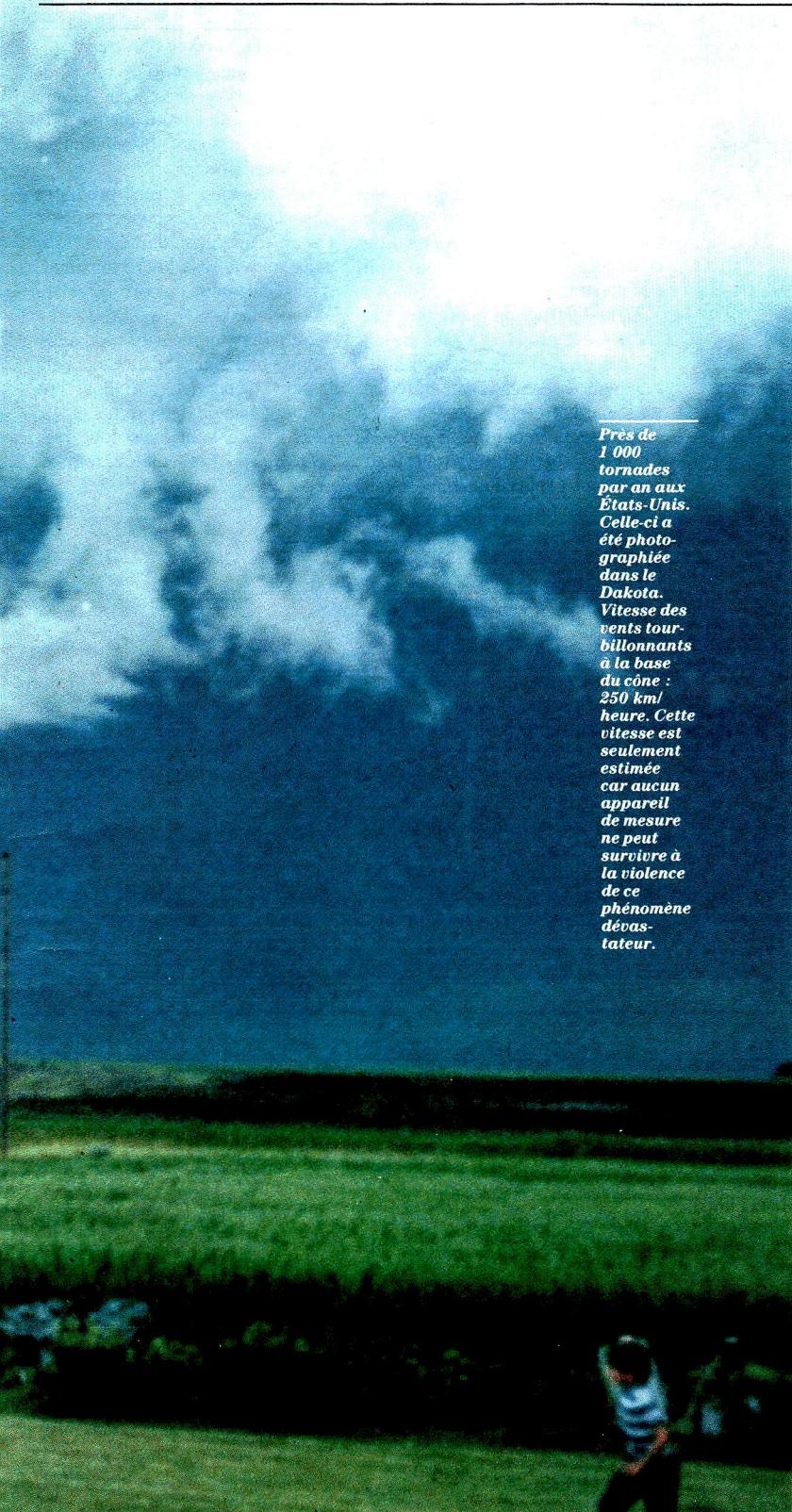


LES PLUS PETITS VENTS TOURBILLONNANTS

DU GLOBE sont aussi les plus destructeurs.

Plus rares en Europe que sur le continent américain, les trombes ou tornades n'y laissent pas moins de ravages sur leur passage. Leur vitesse de rotation est incroyable, jusqu'à 500 km/h.

Un beau sujet pour les "chasseurs de tornades", qui les considèrent comme le phénomène météorologique suprême.



Près de 1 000 tornades par an aux États-Unis. Celle-ci a été photographiée dans le Dakota. Vitesse des vents tourbillonnants à la base du cône : 250 km/heure. Cette vitesse est seulement estimée car aucun appareil de mesure ne peut survivre à la violence de ce phénomène dévastateur.

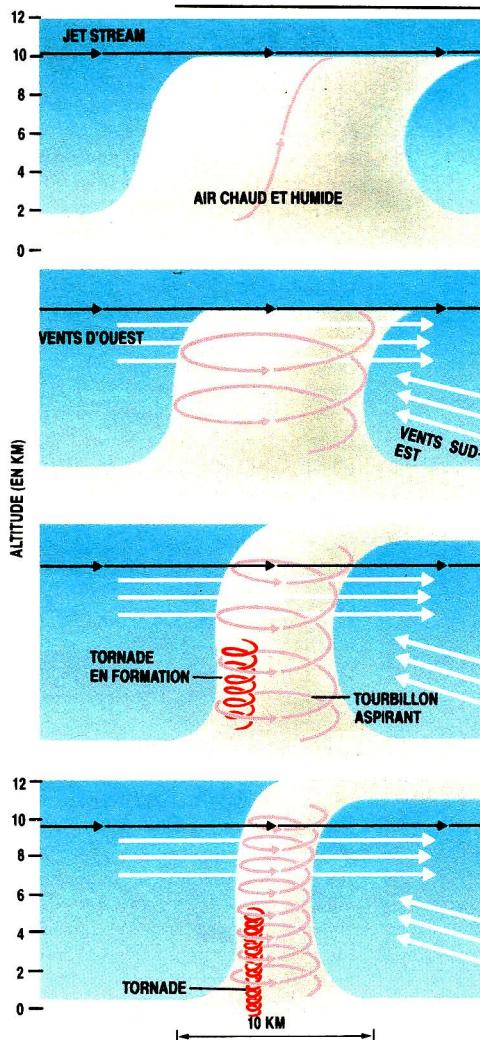
Photo Cosmos — Vision

De tous les phénomènes météorologiques connus, les tornades sont sûrement les plus photogéniques. Car ces tourbillons de vents très violents se manifestent par une colonne nuageuse en forme d'entonnoir accolée à la base d'un cumulonimbus. Une silhouette reconnaissable entre toutes. Aspirant les débris et les poussières sur son passage, la tornade forme un "buisson" au sol.

Si elle apparaît toujours en situation orageuse, une trombe ou une tornade est bien autre chose qu'un orage. Contrairement aux cyclones et aux ouragans, qui sévissent sur une plus vaste échelle (**voir encadré page 30**), c'est un événement le plus souvent localisé, durant quelques minutes, et d'autant plus spectaculaire et destructeur. Un même orage peut engendrer plusieurs tornades, comme ce fut le cas aux Etats-Unis le 31 mai dernier où s'est produite la dernière tornade enregistrée à ce jour. Plus de 1000 morts ce jour-là dans le nord-est de ce pays et au Canada, des milliers d'habitats réduits en poussière, des villages rasés de la carte. Des dizaines de tornades ont tourbillonné à vive allure à travers l'Ohio, la Pennsylvanie, provoquées, d'après les premières déclarations des météorologues américains, par le passage d'un front froid venu de l'ouest au-dessus des terres surchauffées par un ensoleillement exceptionnel. Un chaud et froid, en quelque sorte.

Ce phénomène météo est très fréquent aux USA. Mais l'Europe n'est pas en reste. En 1970, à Venise, un vaporetto de 25 tonnes est littéralement soulevé, puis retourné, faisant une dizaine de morts. Un bateau volant ? Non, encore une tornade qui passait par là. Plus récemment dans les Ardennes, un phénomène identique a tout dévasté sur son chemin, en territoire français puis en territoire belge (**photo page 164**).

On était le 20 septembre 1982, et dans cette région le temps est à l'orage. Les premiers dégâts sont constatés dans le village de Villers-



devant-Mouzon : des voitures aspirées et projetées trente mètres plus loin ; des arbres, cassés ou déracinés. Un témoin note qu' « un tourbillon noir, d'environ cinquante mètres à la base, traverse la Meuse en faisant jaillir des gerbes d'eau ». D'autres observent une rotation cyclonique dans le tourbillon, et un éclair au sein de la trombe. On est donc loin d'un simple orage.

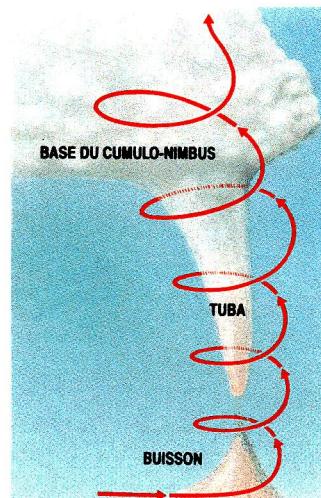
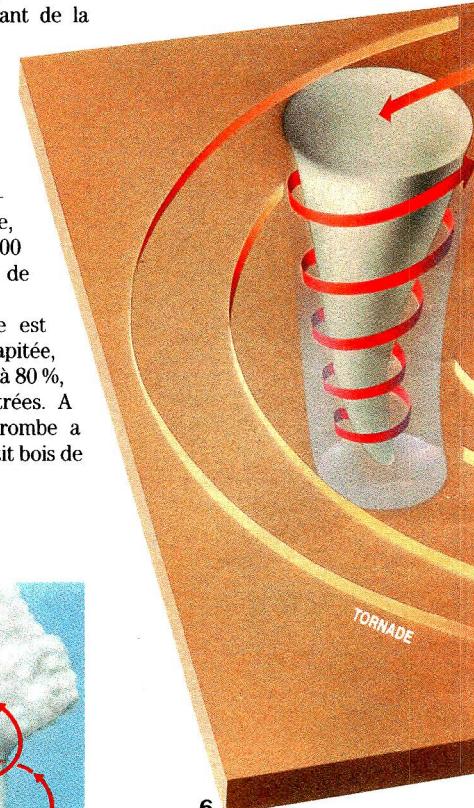
Et la destruction continue : une voiture est projetée à plus de 40 mètres, de petits étangs sont littéralement asséchés (l'eau étant aspirée par la trombe), des villageois voient leurs moutons « voler ». A Chiny, la tornade disparaît pour réapparaître plus loin quinze minutes plus tard, provenant de la même cellule orageuse puisque leur trajectoire est dans l'alignement et leur vitesse de progression identique (environ 60 km/h). La trombe redouble alors de violence, taillant un couloir de 300 mètres dans le village de Léglise.

Le clocher de l'église est abattu, une maison décapitée, bref le village est détruit à 80 %, et 200 personnes sinistrées. A l'entrée du village, la trombe a abattu les arbres d'un petit bois de

résineux, en les disposant méticuleusement en éventail formant une double spirale. Il faut préciser que ce violent vent tourbillonnant n'était accompagné d'aucune précipitation, ni avant, ni pendant, ni après son passage.

Les trombes se sont produites dans une zone de convergence à l'avant d'une ligne de basses pressions, peu après l'heure maximale d'ensoleillement correspondant aux éclaircies.

Situation orageuse, réchauffement intense, ascendance, concentration d'énergie tourbillonnaire, convergence de deux fronts, instabilité : le cocktail était donc prêt pour qu'apparaissent les trombes.



Telles furent les premières observations des météorologues français (1).

On était alors au mois de septembre ; mais les trombes affectent en général l'Europe en juillet et en août. Dans nos régions, elles ont une dizaine de mètres de diamètre, et sont un phénomène très local. En Inde et au Japon, elles

COMMENT SE FORMENT LES TORNADES

Lorsque des vents puissants soufflant en altitude (les jet-streams, par exemple, qui évoluent à des vitesses allant de 90 à 350 km/h) pénètrent dans un cumulonimbus, ils rabattent l'air chaud et humide montant du sol (1), créant ainsi un mouvement tournant dans un plan vertical. Sous l'effet de cisaillement de courants de vents en sens opposé (d'ouest et de sud-est), ce tourbillon bascule dans un plan horizontal (2), et gagne de la vitesse en se resserrant, donnant naissance à un phénomène cyclonique, qui s'étire vers le haut et le bas. Lorsque, dans une petite zone du cyclone, la convergence des vents à proximité du sol s'intensifie, elle entraîne la formation d'une tornade (3), qui s'étend presque jusqu'au sol (4), où elle peut atteindre 250 km/h. La force centrifuge à la pointe du tuba, crée alors une succion formant au niveau du sol un « buisson » où les vents tournoyants, tel un gigantesque aspirateur, « absorbent » tout sur leur passage (5). Sur le bord de la tornade principale peuvent naître des mini-tornades (6) encore plus redoutables : à leur vitesse de rotation propre s'ajoute celle de la tornade principale, soit des vents tournant à près de 500 km/h. L'ensemble avance à 60-100 km/h, sur une bande de quelque 300 m de large.

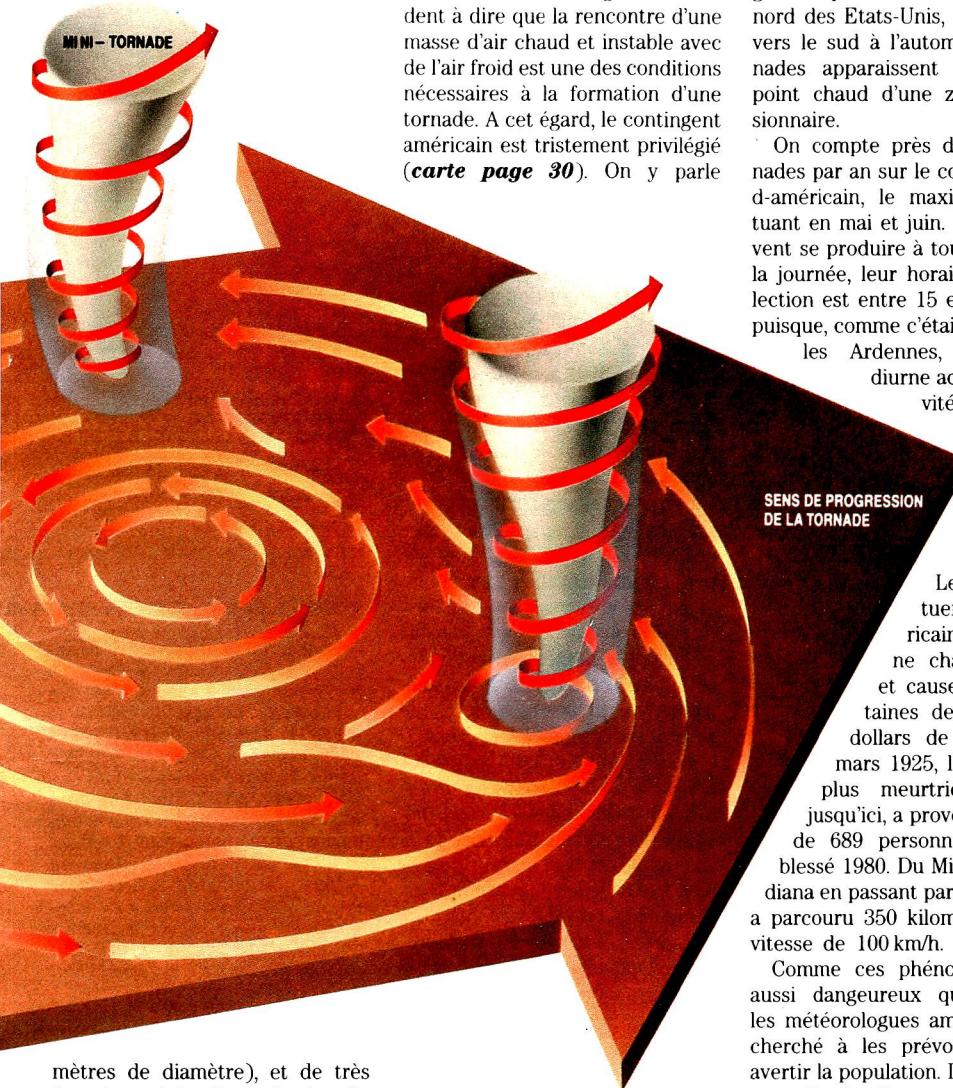
sévissent pendant la période des moussons, et pendant la saison des typhons. Si nous parlons dans ce cas de trombes, c'est que les météorologues réservent le nom de tornades aux trombes de grande dimension (plusieurs centaines de

violents accompagnés de coups de vent qui se produisent en Afrique occidentale et équatoriale. De même que la mini-tornade qui a partiellement détruit le village d'Aurillac près de Bergerac le 1^{er} juin dernier n'était qu'un orage violent.

Tous les météorologues s'accordent à dire que la rencontre d'une masse d'air chaud et instable avec de l'air froid est une des conditions nécessaires à la formation d'une tornade. A cet égard, le contingent américain est tristement privilégié (**carte page 30**). On y parle

lement sous des latitudes tempérées, entre les 20° et 50° parallèles). En hiver, elles se déclenchent le long du golfe du Mexique et dans le sud-est du pays, mais au printemps et en été, leur activité maximale suit la remontée de l'air tropical et progresse vers les grandes plaines du centre, puis du nord des Etats-Unis, pour revenir vers le sud à l'automne. Les tornades apparaissent toujours au point chaud d'une zone dépressionnaire.

On compte près de 1 000 tornades par an sur le continent nord-américain, le maximum se situant en mai et juin. Si elles peuvent se produire à toute heure de la journée, leur horaire de prédition est entre 15 et 19 heures, puisque, comme c'était le cas dans les Ardennes, la chaleur diurne accélère l'activité convective.



mètres de diamètre), et de très forte intensité, telles qu'on les observe particulièrement aux Etats-Unis et en Australie.

L'Europe occidentale, l'Inde et le Japon n'en connaissent que la version la moins menaçante, mais le mécanisme en semble identique. Et bien que le mot tornade vienne de l'espagnol "tornado" qui signifie "orage", c'est improprement qu'on appelle ainsi les grains orageux

même d'une "Tornado Alley" (l'allée des tornades), région qui va du Texas au Dakota, en passant par le Kansas et l'Oklahoma (l'Etat le plus touché).

Dans ces zones de convergence, les tornades sont très fréquentes et très violentes. On ne les rencontre ni sous les Tropiques, ni au nord du 60° parallèle (plus généra-

lement, Les tornades tuent 100 Américains en moyenne chaque année, et causent des centaines de milliers de dollars de dégâts. En mars 1925, la tornade la plus meurtrière connue jusqu'ici, a provoqué la mort de 689 personnes et en a blessé 1 880. Du Missouri à l'Indiana en passant par l'Illinois elle a parcouru 350 kilomètres à une vitesse de 100 km/h. Un record.

Comme ces phénomènes sont aussi dangereux qu'inévitables, les météorologues américains ont cherché à les prévoir afin d'en avertir la population. Ils ont créé à cet effet le Centre national des tempêtes violentes (le National Severe Storms Laboratory, ou NSSL) à Kansas City, dans le Missouri, qui possède de multiples antennes dont une particulièrement active dans l'Oklahoma.

D'après ces spécialistes, la situation météo favorable à l'émergence d'une tornade rassemble ces cinq conditions : une instabilité accom-

agnée d'écart importants de température et de taux d'humidité ; une humidité abondante au sol jusqu'à moins de 1 000 mètres ; la présence d'une couche stable empêchant la convection de se produire, jusqu'à un point de rupture ; un mécanisme permettant finale-

ment de percer cette couche stable (tel qu'un courant de convection puissant qui, en pénétrant dans l'air supérieur instable, initie un appel d'air déclenchant une tornade) ; enfin, des vents d'altitude très violents tels qu'on les trouve dans les zones de transition entre de l'air chaud et de l'air froid, et dans lesquels les orages les plus violents se forment.

Pour quantifier l'intensité du phénomène, un chercheur japonais a établi une classification. Tetsuya Fujita est aux tornades ce que l'amiral Francis Beaufort fut à la force des vents. L'échelle de Fujita est graduée suivant six degrés : F0, vents de 65 à 115 km/h et dommages légers ; F1, vents de 115 à 180 km/h et dommages modérés ; F2, vents de 180 km/h et dommages considérables ; F3, vents de 250 à 320 km/h et dommages sévères ; F4, vents de 320 à 415 km/h et dévastation ; F5, vents supérieurs à 420 km/h et dommages illimités.

Cette échelle est diffusée aux stations météo américaines avec des photographies de référence permettant d'évaluer les dommages qu'ont causés les tornades. Aucun instrument n'est capable jusqu'à présent de mesurer l'intensité d'une tornade, car ni les anémomètres, ni les baromètres ne résistent à la force de tels vents.

Le Professeur Fujita, passé maître ès orages, avait observé sa première tornade à Hiroshima, causée celle-là par l'air chaud s'élevant de la ville en feu et rencontrant de l'air plus froid. Depuis, ces vents tourbillonnants sont devenus sa passion. Il enseigne la météorologie à l'université de Chicago, et le territoire américain lui fournit toutes les tornades possibles et imaginables ! Pour comprendre leurs mystères, il en examine les traces, inlassablement. Là encore les mêmes conclusions s'imposent : la disposition en éventail des débris projetés par le tourbillon suivant une spirale bien régulière est la preuve d'un axe central. Mais comment ?

Au vu de la formation très rapide des tornades, il ne semble pas que la force de Coriolis puisse jouer. Cette force met en mouve-

ment les masses d'air autour de la terre du fait de la rotation de celle-ci. En situation cyclonique dans l'hémisphère nord, le centre de basse pression aspire l'air vers l'intérieur et l'effet Coriolis le dévie vers la droite, jusqu'à ce que les deux forces engendrent une circu-

PETIT LEXIQUE DES CALAMITÉS MÉTÉOROLOGIQUES

Orage : perturbation provoquée par des mouvements verticaux de l'air donnant naissance à un cumulo-nimbus, et accompagnée de rafales de vent, d'averses, d'éclairs et de tonnerre. Connu sous toutes les latitudes. Peut occasionner localement des dégâts, mais seule la foudre est mortelle.

Tempête : terme général décrivant une violente perturbation atmosphérique.

Trombe : tourbillon de vent intense qui se manifeste par une colonne nuageuse en forme d'entonnoir, accolée à la base d'un cumulo-nimbus. Ces vents peuvent causer localement des dégâts mortels, comme c'est le cas en Europe, en Inde et au Japon.

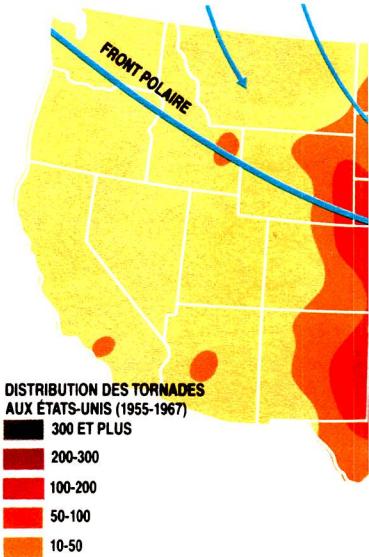
Trombe marine : trombe passant au-dessus d'une surface d'eau, soulevant de la mer un buisson d'écumé.

Tornade : trombe de plus grand diamètre et de plus forte intensité qu'on rencontre aux Etats-Unis et en Australie. Peut être comparée à un ouragan miniature. Souvent mortelle, comme en témoigne la dernière tornade observée dans l'Ohio et en Pennsylvanie : cent morts en quelques minutes, des dégâts considérables.

Cyclone : perturbation atmosphérique de grande échelle due à une chute importante de pression dans une zone autour de laquelle des vents violents se mettent à tourner (dans le sens inverse des aiguilles d'une montre dans notre hémisphère). Cette dépression entraîne toujours une élévation du niveau de la mer, et est souvent accompagnée de pluies abondantes. C'est un cyclone tropical qui a provoqué l'onde de tempête ayant dévasté les côtes du Bangladesh le 25 mai dernier, faisant (et ce n'est qu'une estimation provisoire) 20 000 morts. On se souvient qu'en 1970 déjà, dans la même région, un tel cyclone avait tué plus de 200 000 personnes. Par endroits le niveau de la mer était monté de plus de 5 mètres. Ce type de phénomène météorologique est de loin le plus meurtrier, et sévit au Japon, en Inde, en Floride et aux Antilles. Les météorologues réservent le nom de cyclone tropical aux cas où la vitesse des vents est supérieure à 115 km/h. Sinon, on parle de dépression tropicale forte (vents entre 85 et 115 km/h), ou de dépression tropicale modérée.

Typhon : du grec « tephôn » qui signifie tourbillon, c'est le terme réservé aux cyclones tropicaux très violents qui sévissent en Extrême-Orient.

Ouragan : forte tempête, caractérisée par un vent violent atteignant les 120 km/h. Le terme de cyclone est réservé aux latitudes tropicales alors que celui d'ouragan est plus général. De plus il ne se forme pas exclusivement sur la mer. Ses dégâts peuvent être considérables.



1 000 TORNADES PAR AN

Les États-Unis sont particulièrement touchés. Les tornades y font 100 morts par an en moyenne et des centaines de milliers de dollars de dégâts. Pour tenter de prévoir ces phénomènes naturels inéluctables, les météorologues américains les étudient "de près", amassant un maximum de données à travers tout le pays et notamment dans l'allée des tornades, qui s'étend du Texas au Dakota. Ci-contre, le météorologue Robert Davies-Jones étudie en laboratoire le modèle simulé, à diverses altitudes, d'une violente tornade qui s'est abattue dans l'Oklahoma, l'État le plus touché.

lation en sens inverse des aiguilles d'une montre. S'il est valable pour les orages et les ouragans, cet effet n'interviendrait pas, selon les spécialistes, dans le cas des tornades qui sont, elles, trop rapides et locales pour que cette force ait le temps de jouer.

Il semblerait que ce soient des vents forts pénétrant dans les cumulo-nimbus qui déclenchent l'impulsion circulaire des masses d'air chaud à la base du nuage. Il

peut s'agir des jet-streams, ces vents d'altitude soufflant d'ouest en est et qu'on rencontre aux USA au niveau du front polaire précisément (la frontière, rappelons-le, entre l'air polaire et l'air tropical). Ces jet-streams soufflent entre 90 et 350 km/h. Ils refoulent l'air de-

vant eux vers le bas, et aspirent vers le haut l'air derrière eux (**dessins page 28**). Chaque fois qu'un orage engendre une tornade, on repère de tels vents tourbillonnaires en altitude.

Une poussée supplémentaire est fournie par l'air instable au niveau du sol, qui démarre en puissant courant de convection. C'est ce courant ascendant qui fait basculer de l'horizontale à la verticale l'axe de rotation du tourbillon des vents d'altitude. Le nouveau tourbillon, dont le sens de giration est inverse à celui des aiguilles d'une montre, est large (10 km ou plus) et lent au début (*). Puis, comme une spirale, il se resserre et acquiert de la vitesse. Tel le patineur qui tourne de plus en plus vite, la vrille s'étire alors vers le bas, jusqu'au sol. C'est à la base du cône où la circonférence est la plus petite (quelques mètres) que le vent tourne le plus vite, jusqu'à 250 km/h croit-on.

La force centrifuge crée un vide à l'intérieur du cône. Rapidement la pression y chute de 25 millibars en moyenne par rapport à l'air environnant. On aurait même observé des chutes de pression encore plus spectaculaires, mais dans de telles circonstances les relevés barométriques peuvent être sujets à caution.

Cette brusque chute de pression explique que les maisons "exploseront" au passage d'une tornade, et que le cône agisse réellement comme un aspirateur naturel absorbant la terre, les débris, arrachant les arbres, les toits. Les Américains n'ont-ils pas baptisé une marque d'aspirateurs "Tornado" ? Chargé de ces poussières, le cône s'assombrit. Pour qu'une tornade soit d'un blanc lumineux, il lui suffit de passer sur un champ de neige ! Et on en a observé de très rouges qui avaient parcouru les terres argileuses de l'Oklahoma. Sur la mer, c'est l'eau qu'elle aspire, formant une trombe marine, avec un buisson d'écume. Leur diamètre est de quelques mètres de diamètre en surface et peut aller jusqu'à 300 mètres à la base du nuage. Leur hauteur se situe entre 300 et 700 mètres. Leur durée moyenne est de 4 minutes,

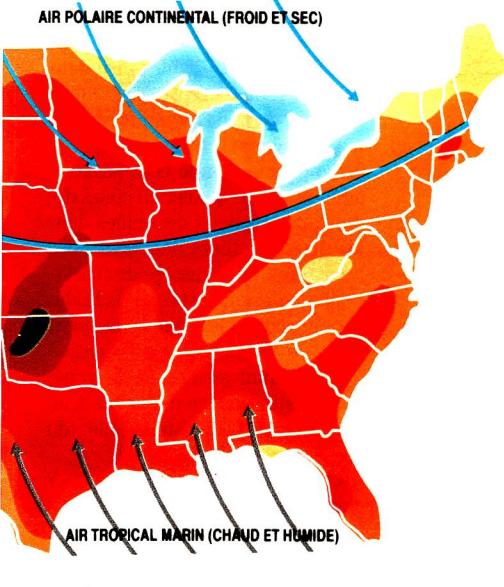
et n'excède pas 20 minutes. Cette vision spectaculaire est assez fréquente en Méditerranée, particulièrement au large des côtes algériennes en période d'instabilité.

Il serait faux de croire que la colonne nuageuse provient du cumulo-nimbus, comme si elle s'en était détachée. C'est en fait un nuage autonome. L'air chaud et humide du cône étant soumis à la fois à une baisse de pression et à une violente ascendance, sa vapeur se refroidit et se condense en gouttelettes d'eau lesquelles forment ce nuage conique et le rendent apparent et si photogénique (**photo page 26**). Mais on connaît des cas de tornades invisibles en raison d'une condensation insuffisante. On a remarqué parfois des formations de nuages pendulaires sous le cumulo-nimbus qui sont des amorces de tornades. Leur aspect a valu à ces protubérances le nom de "mammatus", du latin "porteur de mammelles".

Certains témoins croient avoir observé un "œil", semblable à celui des cyclones tropicaux et situé à la base du cône, au centre du buisson. La force centrifuge s'exerçant sur le tourbillon y provoquerait cet espace clair.

Des chasseurs de tornades tentent inlassablement de mesurer la vitesse de ces vents. Ils utilisent des radars et plus récemment le lidar Doppler qui mesure la différence de fréquence entre un faisceau de lumière et l'écho renvoyé par des particules d'eau ou de poussière. On en déduit la vitesse de vent et sa trajectoire. Un réseau important de radars devrait être installé aux USA dans les zones à risques d'ici 1990.

On sait déjà que la vitesse de translation d'une tornade oscille entre 60 et 100 km/h, c'est la plus facile à évaluer, en fonction des heures de passage. La vitesse tangentielle de rotation moyenne serait d'environ 200 km/h ; mais il n'est pas rare qu'elle atteigne plus de 300 km/h. Toutefois les chiffres de 1 000 km/h avancés autrefois ne sont plus crédibles. Le pro-



N AMÉRIQUE DU NORD



Dessins I. Corneille - Photo J.R. Baughmann/Cosmos

(2) Les observations radar le situent initialement à des altitudes de 4 à 8 kilomètres.

LE MUSÉUM MIS EN TUTELLE

IL SEMBLAIT ARCHAIQUE ET PAUVRE,

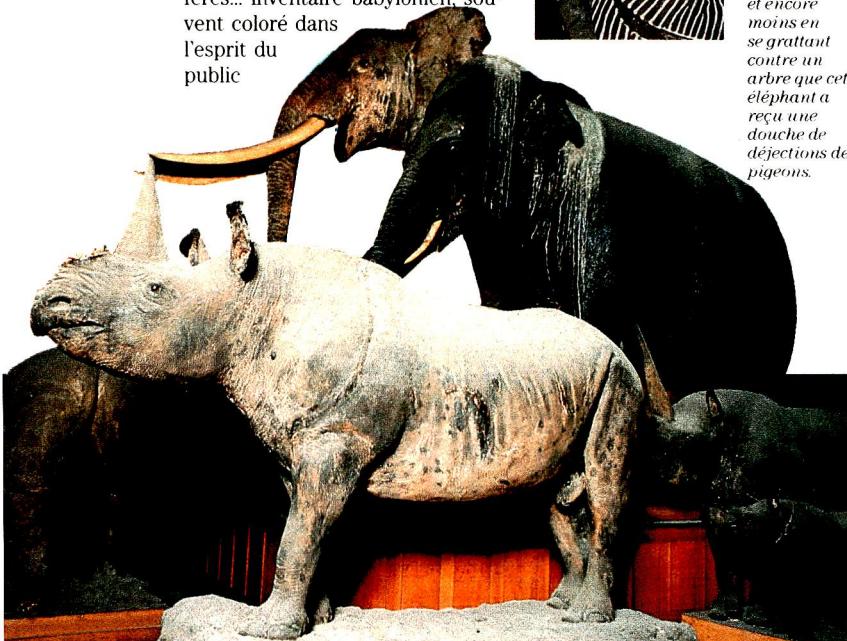
ET POURTANT il était bien géré, et à peu de frais. Il a eu besoin de fonds : il a perdu son indépendance. La vénérable institution est en passe de devenir un nouveau "machin" administratif. En attendant, on n'a toujours pas restauré la célèbre galerie de zoologie.

La plus grande collection de collections d'histoire naturelle du monde est à Paris : c'est le Muséum. 6 millions de spécimens dans le grand herbier national (qui s'enrichit chaque année de 40 000 échantillons), 2 millions de fossiles, 100 millions d'insectes, 300 000 reptiles, 35 000 squelettes de nos ancêtres de la préhistoire, 500 000 échantillons minéraux, 86 000 oiseaux, 64 000 mammifères... inventaire babylonien, souvent coloré dans l'esprit du public

d'une teinte désuète, volontiers émouvante. On s'émut ainsi en 1965 quand la pluie s'est infiltrée dans la vénérable verrière construite en 1889 et qu'un éléphant naturalisé



Ce n'est pas à la chasse au zèbre que ce tigre a perdu un œil, ni en chargeant un rival que ce rhinocéros est devenu unicorné, et encore moins en se grattant contre un arbre que cet éléphant a reçue une douche de déjections de pigeons.



commença à moisir.

Citadelle d'un savoir puisé dans la fleur poussièreuse des millénaires et de la passion du recensement universel, le Muséum avait échappé à la grande centralisation administrative qui est en cours depuis quelque deux décennies dans les divers secteurs dépendant des ministères. Le ministère de tutelle, pour le Muséum, est celui de l'Education nationale. Dans un petit coup de Trafalgar, et à l'occasion du 350^e anniversaire de la vénérable institution, ce ministère a, en fait, mis fin à l'autonomie du Muséum.

Comment et pourquoi ? Y gagnera-t-on, y perdra-t-on ?

Tout ce que l'on peut dire, pour le moment, est que le ministère a pris une grosse responsabilité. Tout bureaucrate peut faire des organigrammes pour la restructuration du Muséum, mais il faudra, par exemple, débloquer des fonds considérables pour l'informatisation des collections, et pour la restauration des galeries, même si ces fonds sont, ce qui n'est pas difficile, très inférieurs aux milliards de La Villette. Quelques centaines de millions suffiront.

Jusqu'au 4 février dernier, les destinées du Muséum étaient dans les mains d'une assemblée de 26 professeurs nommés à vie, qui élisaient leur directeur (à vrai dire, plutôt un porte-parole qu'un "manager" à l'américaine). Qualifiés, on le devine aisément, de "mandarins", les membres de ce directoire n'avaient de comptes à rendre à personne. Qu'ils fussent experts dans les comptes, justement, ne pouvait être inféré de leurs compétences scientifiques. Toujours est-il que "les vieux messieurs du Muséum" ne se débrouillaient pas si mal, puisque la machine tournait. Bien qu'avec grand-peine, ils parvinrent ainsi à

(suite du texte page 34)

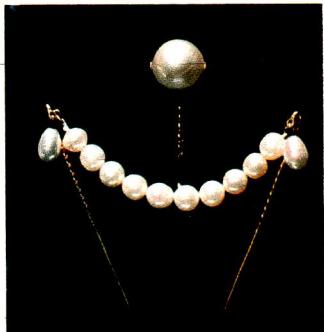


La grande galerie zoologique est fermée depuis 20 ans. Elle attend désespérément d'être restaurée. Seuls les gros mammifères hantent aujourd'hui ces lieux désertés : ils n'ont pu être démenagés en raison de leur taille. L'immense verrière endommagée a été recouverte par un double toit de zinc qui protège désormais les rescapés de ce monde endormi sous une obscurité poussiéreuse.



La salle du trésor,
située tout au fond de la galerie de minéralogie, ne se visite plus (pour des raisons de sécurité et faute de crédits).

Pierres précieuses et pierres fines de la collection de la couronne constituée pour Louis XIV, qui ont échu au Muséum après la Révolution française, dorment en attendant qu'on leur aménage une salle digne de leurs feux.



réunir les 500 000 F nécessaires à la réfection du toit de la galerie de minéralogie qui fuyait, et les fonds nécessaires à l'acquisition d'une exceptionnelle collection de cristaux de roche géants (avec le prix de la vente d'un domaine légué au Muséum aux fins d'entretien des collections d'oiseaux et d'insectes de Georges Durand). Sur les 80 millions de francs dépensés en 1984 pour le fonctionnement du Muséum, plus de la moitié provenait de ses recettes propres.

Et pour archaïque qu'il ait paru, cet aréopage a quand même réussi à léguer, enrichies, non seulement les collections citées plus haut, mais encore des institutions très nombreuses, comme le Musée de l'Homme, le zoo de Vincennes, le Harmas de Fabre, dans le Vaucluse, le zoo d'Azay-le-Ferron, l'Arboretum de Chèvreloup et même des collections d'art décoratif ancien et de joaillerie, d'une valeur inestimable, tels les joyaux de la couronne de Louis XIV. L'efficace bricolage pratiqué par le directoire aura en tout cas permis d'éviter des folies dispendieuses.

Bien que chacun admette que l'ancienne organisation n'était plus adéquate, ce que l'on instaure en remplacement laisse quelque peu circonspect. A la place de l'assem-

blée des professeurs, on installe trois nouvelles structures : un conseil d'administration de 27 membres, un conseil scientifique de 36 membres et des conseils départementaux de 14 membres chacun regroupant laboratoires et unités de recherche. Il paraît que le modèle est tiré des universités. En tout cas, il ne reflète guère la simplicité, ni le goût de l'économie. On "administratise" ou plutôt "administratifie" à plaisir. S'agit-il vraiment de démocratiser le Muséum ?

Il est permis de se demander si la concentration du pouvoir jusqu'ici détenu par les 26 membres du directoire et désormais dans les mains d'un seul homme, le directeur, qui sera désigné par le ministre de l'Education nationale, en prend la voie. Directeur depuis 1976, Jean Dorst vient de démissionner en signe de protestation et déclare, sans doute dans un mouvement d'humeur, mais non sans compétence, que le nouveau régime risque d'entraîner l'inertie et l'incohérence.

Et encore, le ministère de l'Education nationale ne sera pas la seule instance autorisée à participer à la direction de la vieille maison : 8 personnes sur les 27 membres du conseil d'administration, 10 sur les 36 du conseil scientifique et 2 sur les 14 de chaque conseil de département viendront de "l'extérieur". Le Muséum va être de la sorte exposé à bien des pressions.

Autre nouveauté : la majeure partie des autres membres des conseils seront élus par des collèges représentant les différentes catégories du personnel. Ce qui fait que l'on votera souvent, très souvent, et les chercheurs craignent aussi que cette formule mène à des luttes de factions et de syndicats.

Et un changement de plus, d'intérêt aussi aléatoire : les laboratoires qui le souhaitent pourront obtenir leur autonomie financière, alors qu'auparavant, toutes les recettes, telles que celles provenant des droits d'entrée, allaient à la caisse commune et étaient redistribuées en fonction des besoins. Ce qui signifie que "les activités

non rentables" auront de la difficulté à survivre et risquent même de disparaître. Or, le propre — et le mérite — d'un organisme tel que le Muséum, c'est justement d'être détaché de la rentabilité.

En revanche, la nouvelle administration va devoir régler des problèmes de taille évoqués plus haut : la restauration des bâtiments et l'informatisation des collections. Jusqu'ici celles-ci n'étaient recensées que manuellement, par des fichiers ; on ne retrouvait donc les spécimens ou les types⁽¹⁾ qu'en se référant à la classification zoologique ou botanique. Impossible d'effectuer des recherches selon d'autres critères, date de découverte, région, mode de vie, etc. « Si l'on ne fait pas cet effort, estime Alain Foucault, l'un des sous-directeurs, les collections deviendront vite inutiles, car pratiquement inaccessibles. » Avant de les informatiser, il faudra les classer, mais n'eût-il pas été possible d'obtenir l'informatisation sans l'encombrant appareil qui l'escorte ?

Il faut préciser qu'une première expérience d'informatisation avait été tentée sur la collection de poissons, qui comporte 800 000 spécimens conservés naturalisés ou séchés dans 80 000 bocaux et que, faute de crédits, elle a dû être suspendue à mi-chemin ; ce n'est déjà pas si mal.

Finalement, au terme de trois siècles et demi, le Muséum cède à l'assaut de la Sorbonne. Car c'est bien pour lutter contre l'influence de la Sorbonne, foyer intellectuel trop puissant aux yeux de la Cour, et qui fleure le soufre de la sédition, que Louis XIII créa par édit, en 1635, le Jardin Royal des Plantes Médicinales. Pour faire pièce au libertinage de la Sorbonne, il fallait un contrepoids où l'on attirerait des savants plus dociles. Le Jardin fut confié au médecin du roi, Guy de La Brosse. En réalité, il servait d'herbier ou "droguier" à la famille royale, qui s'y approvisionnait en simples. Les administrateurs, il faut le dire, en prirent un peu à leur aise et, par exemple, plantèrent

(suite du texte page 166)

(1) Lorsqu'un chercheur découvre une nouvelle espèce animale, ou végétale, il doit lui donner un nom qui sera utilisé par

la communauté internationale. Le "type" sert d'échantillon de référence et doit être déposé au sein d'une collection.



Rien ou presque n'a changé depuis Cuvier

dans cette salle d'anatomie comparée.

Les tiroirs sont remplis d'ossements étiquetés.

A gauche, on voit

un squelette de

singe, sur le

trépieds un

squelette de

kangourou,

sur le sol

celui d'un requin.

LES ZOOS AUJOURD'HUI : DES INSTITUTS DE CONSERVATION

AUX BUTS LUCRATIFS QUE REMPLISSAIENT LES JARDINS

ZOOLOGIQUES D'ANTAN s'est substituée la mission de protection et conservation d'espèces menacées. Peut-être tous les animaux n'y sont-ils pas aussi heureux qu'en liberté, mais, sans cela, ils auraient probablement disparu.



par Jacques PRESCOTT
biogiste au Jardin zoologique du Québec

Q

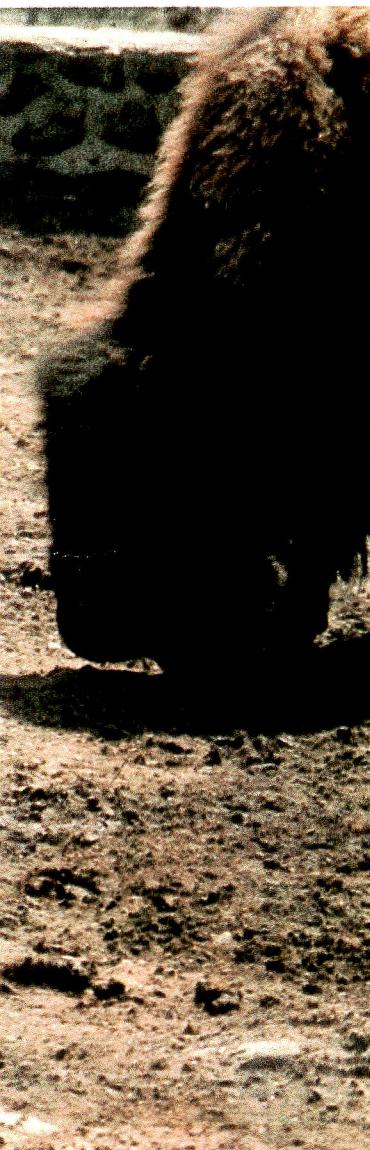
uel souvenir gardez-vous de votre dernière visite au zoo ? Le malaise ressenti à la vue d'un lion rongé par l'ennui dans une cage minuscule ou bien au contraire, le plaisir d'avoir assisté aux ébats d'un bisonneau enjoué ou encore d'avoir vu la tête d'un jeune macaque ? Paradis pour les uns, prisons probables pour les autres, les parcs zoologiques et les aquariums suscitent la controverse. Tantôt ils paraissent contri-

buer à la sauvegarde des espèces animales, tantôt ils ne semblent exister que pour l'amusement des désœuvrés.

En fait, les jardins zoologiques modernes existent en fonction de quatre objectifs fondamentaux : la récréation et l'éducation du public, la conservation des espèces animales et le développement de la recherche zoologique. La priorité accordée à chacun de ces objectifs a bien changé au cours des siècles. Anciennement, les jardins zoologiques étaient l'apanage des rois, qui trouvaient de la fierté à collec-

de Londres, que ces collections sont devenues ce qu'on peut appeler des ménageries populaires destinées à susciter l'amusement et l'intérêt du public. Déjà en 1794, dans le cadre du nouveau Museum, on créa la ménagerie qui hérita de celle du roi à Versailles et de collections diverses. En 1802, Pi- chegru ramena des Pays-Bas les éléphants du Staadthoner, considérés comme prises de guerre...

Un grand pas fut franchi en 1827 par les membres fondateurs de la Zoological Society, qui pressentirent l'importance du rôle scienti-



Le bison d'Amérique et le cheval de Przewalski, deux des nombreuses espèces sauvées de l'extinction par la reproduction en captivité.

Photos J. Prescott



tionner les animaux les plus curieux. Il y a environ 3 500 ans, les pharaons Touthmosis III et Ramsès II possédaient déjà leurs propres ménageries.

En Chine, l'empereur Wen Wang, dont le règne se situe aux environs de l'an 1000 av. J.-C., avait fait installer un parc zoologique de 600 ha qu'il appelait Ling-Yu, ce qui signifie "jardin de l'intelligence". A la même époque, le roi Salomon était aussi, dit-on, grand amateur d'animaux. Mais l'un des plus grands zoos de l'antiquité fut sans conteste, celui du roi Ptolémée 1^{er} d'Alexandrie qui, vers l'an 285 av. J.-C., comprenait une considérable variété d'animaux. Plusieurs empereurs romains collectionnèrent aussi des animaux qu'ils faisaient se battre entre eux ou contre d'innocents chrétiens dans les arènes.

Plus tard, à travers l'Europe, les monarques multiplièrent les collections d'animaux privées qu'ils faisaient visiter à leurs intimes.

Ce n'est qu'au XIX^e siècle, avec la fondation du Jardin zoologique

fique de leur zoo. Ils s'étaient donné comme tâche de favoriser « le progrès de la zoologie et de la physiologie animale et l'introduction de sujets nouveaux ou curieux du règne animal ». Cet objectif scientifique fut dès le début intimement lié à l'enseignement et à la diffusion de l'information zoologique. Il devait bientôt être partagé par les autres zoos publics qui ne tardèrent pas à essaimer dans le monde. Bien entendu, cette approche plus scientifique fut longtemps masquée par l'aspect amusant et créatif des collections d'animaux vivants.

Le caractère éducatif des parcs zoologiques s'est malgré tout développé peu à peu. Aux États-Unis, en 1950, seulement 4 % des jardins zoologiques et des aquariums possédaient une section éducative. Vingt-sept ans plus tard, la proportion était passée à 77 %.

Devant l'augmentation alarmante du taux d'extinction des espèces vivantes, qui est rapidement passé d'environ une par année vers 1900, à plus d'une par

jour, ces dernières années, les jardins zoologiques ont abordé le problème de la conservation des espèces rares ou menacées.

Depuis le début du siècle, plusieurs espèces ont ainsi été sauvées de l'extinction pour avoir été reproduites en captivité. Mentionnons entre autres, le cerf du Père David, du nom du Jésuite qui ramena cet animal asiatique en Europe, le cheval de Przewalski, dernière espèce de cheval sauvage, le bison d'Europe, le bison d'Amérique, le faisane de Swinhoe et l'oiseau né d'Hawaii.

Malgré ces succès, le potentiel à long terme des zoos pour la conservation des espèces menacées est limité par plusieurs facteurs. Le manque d'espace en est un. Etant donné la nécessité pour les zoos de présenter au public une grande diversité d'espèces, le nombre d'animaux d'une même espèce qui peuvent être maintenus en captivité est sérieusement limité.

On estime ainsi qu'une population de 250 animaux adéquatement gérée peut en théorie préserver 95 % de la diversité génétique d'une espèce après 50 générations.



C'est par l'éducation des jeunes et des moins jeunes que les parcs zoologiques contribuent le plus à la sauvegarde des espèces.

Si l'on prend le cas des félins comme exemple, les zoos actuels ne pourraient probablement pas en garder plus de 2000 en tout et pour tout, ce qui ne laisse de la place que pour 8 espèces.

Pour résoudre en partie ce problème d'espace, certains grands jardins zoologiques ont créé de vastes centres d'élevage spécialisés. C'est le cas notamment des parcs zoologiques de San Diego, de

Londres, de Paris et de Washington.

Les frais de gardiennage sont un autre facteur à considérer. Le directeur de la Société zoologique de New York, William Conway, a récemment évalué que le maintien en captivité des quelque 750 tigres de Sibérie qu'on retrouve actuellement dans les divers zoos du monde pourrait coûter \$ 50 millions d'ici l'an 2000.

Tous les organismes ne s'adaptent pas aussi bien à la captivité et une grande proportion des animaux de zoo ne réussissent pas à se reproduire. C'est le cas en particulier des fameux pandas géants, dont la reproduction en captivité est fort difficile malgré tous les soins dont on les entoure. A l'heure actuelle, on parvient malgré tout à faire reproduire environ 2000 espèces différentes en captivité, soit à peu près 762 espèces de mammifères, 871 d'oiseaux, 280 d'amphibiens et reptiles et 150 de poissons.

Difficulté appréciable : lorsqu'on travaille sur des populations captives relativement petites, on s'expose finalement à la possibilité de modifier la biologie de ces espèces. On a constaté, par exemple, chez les chevaux de Przewalski du Parc zoologique de Prague, qu'après 5 à 8 générations, les poulains naissent souvent en dehors de la saison normale de mise bas. Situation qui pourrait causer de sérieux problèmes si on envisageait de réintroduire ces animaux dans leur milieu naturel.

Les parcs zoologiques peuvent, malgré ces difficultés, contribuer à assurer la préservation de plusieurs espèces animales. La stratégie adoptée à cette fin consiste à augmenter le taux de reproduction des animaux en captivité et à constituer et gérer des populations plus importantes pour parer aux problèmes causés par la consanguinité et augmenter les efforts d'éducation du public en matière de conservation de la diversité génétique.

La reproduction des animaux en captivité vise d'abord à diminuer, voire éliminer complètement le prélèvement d'individus dans le milieu naturel. Alors que la popula-

tion sauvage totale de léopards des neiges s'établit autour de 500 individus, on compte en captivité 190 animaux, dont 145 qui y sont nés.

Au jardin zoologique de Philadelphie, le plus vieux zoo des États-Unis, 88 % des 365 mammifères qu'on y trouve sont nés en captivité. Cette proportion descend toutefois à 55 % pour les oiseaux, 34 % pour les reptiles et 36 % pour les amphibiens.

Ces chiffres impliquent bien entendu que les zoos continueront encore pendant plusieurs années à se procurer des animaux directement en milieu naturel. Mais à quel point cela peut-il vraiment affecter les populations sauvages ?



n compte actuellement environ 650 000 animaux dans les 900 zoos et aquariums du monde. En 1978, les États-Unis ont importé à eux seuls plus de 100 000 mammifères (surtout des primates destinés aux laboratoires de recherche), 368 000 oiseaux vivants, 2,5 millions de reptiles et d'amphibiens et 260 millions de poissons tropicaux. Moins de 2 % de tous ces animaux étaient destinés à des zoos ou aquarium. Au cours de la même année, les États-Unis ont également importé plus de 13 millions de fourrures et de peaux d'animaux et 187 millions de produits manufacturés à partir d'animaux sauvages. On estime que 5 % de ces importations comprenaient des espèces rares ou menacées d'extinction.

Les importations d'animaux pour ce seul pays représentent plus en une année que le total de tous les animaux présentés dans les parcs zoologiques depuis l'antiquité.

Un second objectif des programmes de reproduction des parcs zoologiques consiste à reconstituer certaines populations d'animaux gravement amoindries par diverses menaces tels l'okapi, l'oryx, le panda géant, ou la tortue des Galapagos, et assurer la survie d'espèces qu'on ne retrouve plus à l'état sauvage comme le cheval de Przewalski ou le cerf du Père David, déjà cités.

On peut réussir à augmenter les populations d'animaux captifs par divers programmes de coopération. Le plus commun est sans doute le "breeding loan" ou prêt de reproduction, qui consiste en une entente entre deux institutions par laquelle un animal est prêté à des fins de reproduction. Si la reproduction réussit, la progéniture est distribuée entre les deux institutions suivant un protocole préétabli.

Les espèces les plus rares sont également recensées dans des registres appelés "studbooks". Généralement, le "studbook" d'une espèce est mis à jour par une institution spécialisée dans la reproduction de celle-ci. C'est ainsi que le registre du léopard des neiges est tenu par le Jardin zoologique de Helsinki, celui du cheval de Przewalski par le zoo de Prague, celui du tamarin doré par le zoo national de Washington, tandis que le Parc de Whipsnade, en banlieue de Londres, est responsable du registre du cerf du Père David. Le Jardin zoologique de Paris joue un rôle important dans des programmes de conservation tels que ceux de l'okapi ou du cerf d'Eld. Ces registres recensent tous les animaux d'une espèce gardés en captivité à travers le monde et indiquent la généalogie de chacun d'entre eux. Ils permettent aux gestionnaires d'examiner la provenance et les liens de parenté des animaux reproducteurs. L'association américaine des parcs zoologiques et des aquariums commande également le système ISIS (*International Species Inventory System*), un programme informatisé qui donne accès aux inventaires des animaux gardés en captivité dans les 200 zones d'Amérique du Nord.

Les programmes de gestion et de reproduction des parcs zoologiques sont appuyés par un effort de recherche appréciable. En fait, les jardins et les sociétés zoologiques sont à l'origine de plusieurs centres et laboratoires de recherche fort connus aujourd'hui. A Berlin, le zoo est à l'origine de l'Académie des sciences; à Amsterdam, l'Institut zoologique de l'Université s'est installé à l'inté-

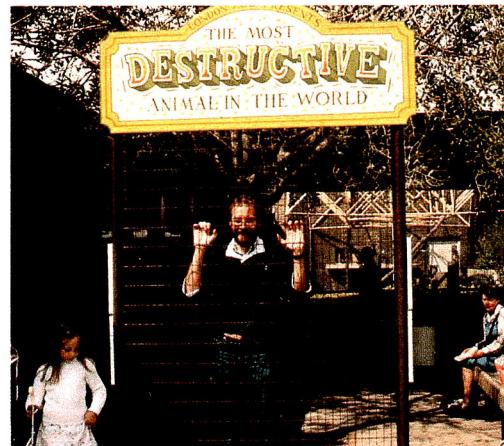
rieur du parc zoologique en 1928, et à Londres, la prestigieuse Société zoologique a fondé au début des années soixante le Nuffield Institute of Comparative Medicine et le Wellcome Institute of Comparative Physiology and Reproduction.

Aux Etats-Unis, on retrouve au zoo de Philadelphie le laboratoire de recherche Penrose, qui étudie la nutrition animale et les problèmes liés au stress. A New York, l'Institut pour la recherche en comportement animal, associé au zoo du Bronx, s'intéresse à l'influence de l'environnement sur le comportement des animaux. Le Centre de recherche zoologique du zoo national de Washington exécute divers travaux sur l'éthologie et la physiologie de la reproduction animale. Mais c'est à l'Institut de recherche biologique du zoo de San Diego qu'on retrouve la plus importante équipe scientifique. On y fait d'intéressantes études sur le cancer, la physiologie de la reproduction et la psychobiologie comparée.

De multiples autres parcs et aquariums de moindre envergure réalisent également des études non moins intéressantes. En fait, le volume des travaux réalisés dans les zoos à travers le monde suffit à alimenter plusieurs revues spécialisées dont l'*International Zoo Yearbook*, publié en Angleterre, la revue allemande *Der Zoologische Garten* et le magazine américain *Zoo Biology*. Ce dernier porte à juste titre le nom proposé par le zoologiste Heini Hediger pour désigner la science qui étudie tous les aspects biologiques des zoos et des aquariums, de la zoologie à la psychologie humaine et de l'écologie à la pathologie.

C'est par leurs programmes de sensibilisation et d'éducation que les jardins zoologiques contribuent le plus à la sauvegarde des espèces animales. L'auteur d'une importante enquête menée aux États-Unis auprès des visiteurs de zoos, le Dr Neil H. Cheek Jr, écrivait : « Pour la plupart des gens, une visite au zoo signifie davantage que de simplement voir des animaux. Une journée au zoo semble renforcer les liens entre les humains et la

nature. Les deux tiers des visiteurs interrogés ont, en effet, déclaré avoir appris quelque chose de neuf à propos du monde vivant au cours de leur visite. Près de la moitié d'entre eux se sont sentis plus près de la nature pendant leur séjour au zoo et 40 % des gens interrogés soulignent même que le zoo les a aidés à mieux apprécier la beauté de la vie. » En 1975, plus de 130 millions de personnes ont visité 146 parcs zoologiques aux États-Unis, ce qui dépasse de loin la fréquentation annuelle aux parties de football et de baseball. Au Québec,



en 1979, les zoos et les aquariums ont accueilli 2,6 millions de visiteurs, dont près de la moitié étaient des adultes. Cette fréquentation est plus de six fois supérieure à celle qui fut enregistrée pour la chasse et la pêche dans l'ensemble des parcs et réserves du Québec au cours de la même année.

Bien sûr, tous les zoos ne sont pas des centres éducatifs ou scientifiques de première classe et bien des efforts restent à faire pour que soit exploité pleinement leur potentiel.

Mais l'œil de plus en plus critique de la population à leur égard et la montée d'une nouvelle éthique envers les animaux sauvages veillent à fouetter les quelques institutions récalcitrantes qui hésitent encore à développer des programmes pédagogiques et scientifiques adéquats. Désormais, ce sont avant tout des centres de conservation des espèces. ●

La plus grande menace pour le monde animal, c'est l'homme lui-même sur ce panneau (du zoo de Québec), sous lequel est photographié l'auteur, dans le cadre d'une animation pour la sensibilisation du public.

LE MONSTRE TRAQUÉ PAR L'ÉLECTRONIQUE

AVEC UN ARSENAL DE 144 SONARS, 9 FUSILS A HARPONS

SPECIAUX et un circuit vidéo, deux Américains partis à la recherche du monstre du loch Ness ont ramené dans leur filets une série de réponses qui éclairent d'un jour nouveau la genèse de cette légende.

Que peut faire un jeune chercheur britannique ou américain désireux de s'offrir, sans bourse délier, un agréable séjour en Ecosse ? Réponse : organiser une expédition dotée d'un équipement adéquat pour explorer les eaux sombres du loch Ness, avec l'espoir d'y débusquer enfin le célèbre monstre que des centaines de témoins jurent avoir de leurs yeux vu. Il se trouve toujours un organisme universitaire, un grand journal ou quelque autre mécène pour commanditer l'opération.

Au cours de ces trente dernières années, des millions de dollars ou de livres sterling ont été dépensés sans autre résultat que quelques photographies troublantes mais imprécises. Et bien entendu de nouvelles hypothèses sur l'identité de "Nessie", comme l'ont baptisé familièrement nos confrères d'outre-Manche, ont proliféré.

La dernière campagne en date, dont le bilan vient de paraître, a tranché sur les précédentes. D'abord par la mise en œuvre d'un matériel bien plus important et d'un haut degré de technicité.

Ensuite par la personnalité de ses deux protagonistes. Rikki Razdan et Alan Kielar ne sont ni



Peut-être la plus connue des photos de Nessie : petite tête de monstre emmanchée d'un long cou ? Ou bien, éléphant immergé sortant sa trompe de l'eau ?

des journalistes ni des enseignants en congé d'université. Encore moins des amateurs de fantastique ou des farfelus en quête de notoriété, comme Nessie en a souvent attiré sur les bords du loch. Ils président ensemble aux destinées d'une société nommée ISCAN, sise à Cambridge (Massachusetts), et dont l'objet est de développer des systèmes électroniques de poursuite des navires en mer. L'un et l'autre sont ingénieurs électriques, spécialistes du sonar et du traitement informatique des images.

Enfin le récit qu'ils publient se présente moins comme un reportage que comme une communication rédigée selon des normes scientifiques et appuyée sur des références sérieuses.

Les deux ingénieurs américains se sont lancés dans leur entreprise sans préjuger du résultat. Certes,

la thèse ordinairement soutenue par les partisans de l'existence du (ou des) monstre(s) — pour qui il s'agirait de la descendance de grands dinosauriens du Secondaire —, si séduisante qu'elle soit pour l'imagination, apparaît bien peu probable au regard de la science.

Mais en matière de fossiles vivants la science a appris la prudence, depuis que des pêcheurs ont ramené dans leurs filets plusieurs spécimens tout frétilants de coelacanthes, cette espèce qu'on pensait disparue depuis des millions d'années. Bref, il ne fallait rien croire avant de voir, et pour cela Razdan et Kielar étaient les hommes qu'il fallait, avec le matériel qu'il fallait.

Un matériel dont le poids atteignait quinze tonnes. La pièce maîtresse, spécialement conçue et construite pour ce projet dans un

laboratoire de l'ISCAN à Rochester, consistait en une grille flottante de 12 rangées de 12 transducteurs d'ondes sonar de 200 kHz, l'ensemble couvrant une surface de 25 m de côté. Traduisant les vibrations acoustiques en signaux électriques, chacun des 144 transducteurs mesurait jusqu'à 33 m de profondeur d'eau libre au-dessous de lui. Tout objet mobile d'une longueur dépassant 3 m pénétrant dans l'espace contrôlé déclencherait un signal d'alarme et serait automatiquement suivi dans son déplacement.

Le système électronique commandant l'alarme et la poursuite était programmé de façon à reconnaître et à éliminer les échos éventuellement renvoyés par le passage d'un banc de poissons. Toutes les informations reçues étaient visualisées sur un écran de télévision et enregistrées sur bande vidéo. Enfin, pour la première fois dans l'histoire déjà longue de la chasse au monstre, neuf fusils à harpons seraient automatiquement braqués sur toute cible poursuivie. Il s'agit de harpons spéciaux qui prélevaient, s'ils touchaient un animal vivant, quelques fragments de ses tissus, qui seraient confiés à un laboratoire de biologie de l'université de Glasgow. L'étude au microscope et l'établissement du caryotype (ensemble des chromosomes d'une cellule) permettraient d'assigner à Nessie (dont on aurait par ailleurs des images en vidéo) sa juste place dans la classification zoologique.

Mais il ne faut pas vendre la peau du monstre avant de l'avoir attrapé. Testé (sauf le système de harpons) durant l'été 1982 sur le lac de Conesus (État de New York), le piège à monstres fut transporté par voie d'eau jusqu'à Drumndrochit, sur le loch Ness, et mis en place quelque temps plus tard dans la baie d'Urquhart. Le 25 juillet le dispositif entra en action. Il fonctionna sans interruption jusqu'au 16 septembre. Durant tout ce temps le plus grand animal aquatique qui pénétra dans le champ fut un honnête poisson long d'un mètre : trop peu pour déclencher signal et harpons.

Dans leur rapport, les deux ingé-

nieurs conviennent que leur système de détection, amarré à un radeau par une expédition précédente à quelque 300 m du rivage, ne contrôlait évidemment qu'une toute petite partie du loch. Mais c'est précisément dans ce secteur que s'étaient situées la plupart des apparitions de Nessie rapportées par des témoins. On pouvait penser que si le monstre n'apparaissait que rarement en surface, c'était tout de même là que se situait son habitat en profondeur et qu'on avait le plus de chances de le surprendre dans ses évolutions. Ajoutons que, par surcroit de précaution, le dispositif recevait l'énergie électrique en courant continu, au lieu d'être alimenté par le courant alternatif du secteur, dont on pouvait craindre un effet répulsif sur la faune aquatique.

Les Ecossais passent pour jouir d'un naturel cordial et chaleureux. Ceux de Drumndrochit s'étaient déjà intéressés, parfois de manière active, aux précédentes tentatives menées en vue de débusquer "leur" monstre. Aussi suivirent-ils de près le travail des deux Américains avec leur appareillage sophistiqué. Des relations amicales s'étaient nouées. Les ingénieurs les mirent à profit pour réussir dans

ce qu'ils considéraient comme un complément indispensable à leur mission : mener une enquête rétrospective sur les expéditions qui avaient précédé la leur et dont beaucoup avaient trouvé un large écho dans les médias.

Car enfin, s'il leur fallait rentrer bredouilles avec leur belle grille à sonars, leurs harpons et leurs enregistrements vides, comment expliquer que leurs devanciers, moins bien outillés, aient pu prendre des photos de Nessie dont quelques-unes, il fallait l'avouer, étaient de nature à troubler les sceptiques ? Il était trop facile d'invoquer la chance des uns et la malchance des autres. Pour des esprits positifs, il y avait problème. **L'enquête fut conduite sur deux fronts.** D'une part, des entretiens confiants avec les riverains du loch, qui n'avaient pas raconté tout ce qu'ils savaient aux journalistes en quête d'un reportage hâtif. D'autre part, un dépouillement minutieux des archives locales à la bibliothèque d'Inverness et au Centre d'études du loch Ness à Drumndrochit.

Ce Centre, avec la station montée sur les bords même du loch, doit son existence à l'initiative de quelques scientifiques



qui firent jadis appel à la générosité publique pour financer la chasse au monstre. Les dons affluent et les chercheurs — qui croyaient plus ou moins à la réalité de leur objectif proclamé — construisirent une petite station bien équipée pour mener des études de limnologie : ainsi nomme-t-on la discipline scientifique qui s'intéresse aux lacs. Le musée miniature de la station

dira les rapports rédigés par les équipes universitaires. On y lit que, d'une façon générale, la vie animale est pauvre dans le loch et que les recherches n'y ont révélé aucun objet de nature inconnue.

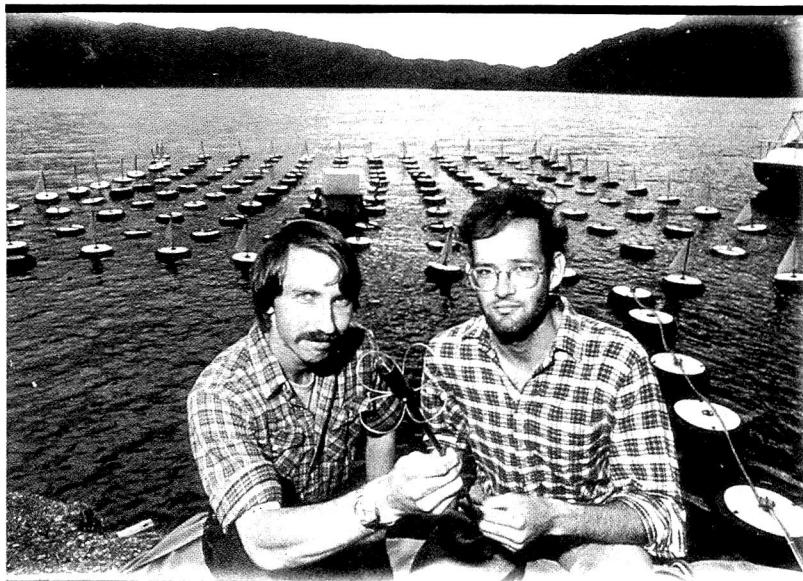
En 1968, deux chercheurs de Birmingham, Braithwaite et Tucker, déploient dans la baie d'Urquhart un sonar expérimental à données numériques qui fonctionne durant deux semaines. Une

animé d'un déplacement horizontal révélant sa nature animale. Razdan et Kielar, étudiant les enregistrements, relèvent des incohérences entre la distance parcourue par le bateau durant l'observation et la dimension attribuée à l'objet mystérieux. Le calcul montre que ce dernier était immobile. Peut-être s'agissait-il de quelque débris abandonné lors d'une précédente expédition...

La plus récente exploration au sonar, avant celle des deux Américains, avait été menée en 1982 par un chercheur du nom de Shine. Il avait enregistré les échos de plusieurs objets de grandes dimensions flottant entre deux eaux, sans pouvoir mettre en évidence un déplacement horizontal ou vertical. Il est curieux que ni Shine, ni les ingénieurs américains ne semblent avoir eu connaissance de l'idée avancée il y a quelques années par l'ingénieur écossais Craig.

Selon cette hypothèse ingénueuse, des bûcherons travaillant pour les chantiers de construction de bateaux qui existaient jadis sur les bords du loch auraient abandonné sur la rive des troncs de pins résineux. Enfouis dans la vase, ces troncs se seraient peu à peu fossilisé et minéralisés, comme les "couérons" du marais de Dol, en Bretagne. Tombés au fond du loch lors d'une montée des eaux, puis gonflés par la décomposition des couches internes du bois, non minéralisées, ils amorceraient de temps à autre un lent mouvement ascensionnel vers la surface. Leur longue masse noirâtre, se montrant à fleur d'eau, serait responsable d'au moins quelques-unes des apparitions du monstre. Rien d'étonnant à ce que ces apparitions aient été fugitives : l'émergence partielle des troncs, provoquant une brusque chute de pression, faisait sauter les bouchons de résine aux extrémités des canaux de la sève, d'où dégazage et renvoi du monstre aux profondeurs.

La théorie vaut ce qu'elle vaut et n'est sûrement pas à l'abri des objections. Craig l'appuie sur un argument de poids. L'Ecosse est riche en lochs. Quelques-unes passant pour être hantés par un



Kielar et Razdan, les deux chercheurs américains, au second plan, leur appareillage : 12 rangs de 12 sonars sur une surface de 25 m de côté. Ils n'ont rien capté d'autre qu'un poisson de moins d'un mètre...

attire les touristes. On y trouve des panneaux explicatifs sur la faune disparue de l'ère secondaire et des cartes postales humoristiques.

L'enquête rétrospective s'est finalement avérée plus intéressante pour la science que la longue veille auprès de la grille de 144 transducteurs. Elle éclaire d'un jour nouveau la façon dont furent naguère présentées certaines observations.

Les premières expéditions à faire un large emploi du sonar — en même temps que d'un matériel de dragage — avaient été organisées entre 1960 et 1962 par les universités de Cambridge et de Birmingham. Dans plusieurs ouvrages publiés depuis lors on présente leurs résultats comme ayant prouvé l'existence du monstre. Mais Kielar et Razdan ont consulté les documents originaux, c'est-à-

séquence de 13 minutes révèle la présence d'objets s'élevant verticalement dans l'eau à une vitesse supérieure à celle de tout poisson connu. Est-ce Nessie avec sa famille ? Certains ne perdent pas de temps pour l'annoncer. Or Razdan et Kielar ont découvert qu'en 1970 Tucker, ayant repris ses expériences, avait lui-même attribué les échos sonar qu'il avait précédemment enregistrés à des bulles de gaz ou à des effets thermiques. Mise au point qui eut droit à beaucoup moins de publicité que les premières interprétations.

En 1969, le Centre d'études du loch Ness charge un certain Robert Love de sonder au sonar les parois et le fond du loch. Il reconnaît une pente tombant à 45° jusqu'à un fond uniformément plat à une profondeur de 200 à 300 m. Au cours d'un balayage au sonar entre deux eaux, il détecte un objet de grandes dimensions qu'il croit

animal étrange qui, sans avoir accédé à la notoriété de Nessie, n'en a pas moins été vu par des promeneurs. Or il se trouve que les "lochs à monstres" sont bordés — ou le furent dans le passé — de futaines de *Pinus silvestris*, tout comme le loch Ness. Alors que les lochs dépourvus de monstres le sont aussi de ce conifère. Il est bien vrai que l'étude des mythes folkloriques — bêtes fabuleuses ou soucoupes volantes — conduit parfois à des phénomènes réels qui, dans certains cas, ont servi de support aux fantaisies de la perception.

L'affaire la plus étonnante rapportée par Kielar et Razdan s'est déroulée de 1970 à 1978. Durant toute cette période, une équipe de chercheurs américains de l'Académie des sciences appliquées de Belmont (Massachusetts) mena une série de campagnes au sonar dans les eaux du loch Ness. En 1971, le chef de l'équipe, Rines, annonça qu'il avait enregistré des images faisant apparaître au fond de la baie d'Urquhart une topographie insolite : des monticules coupés de chenaux profonds où de gros animaux pouvaient se cacher et s'ébattre à leur aise, ce qui expliquait à la fois la rareté de leurs apparitions en surface et le fait qu'elles se produisaient, de préférence, dans ce secteur du loch.

Or Kielar et Razdan ont retrouvé les images enregistrées au même endroit par d'autres chercheurs, avant comme après la communication de Rines : Elles ne montrent qu'une paroi plutôt abrupte tombant sur un fond plat.

Dans un article publié en 1972, Rines rapportait que, durant l'été 1971, en compagnie de deux riverains du loch, un ancien commandant de la Royal Air Force, Basil Carey, et sa femme Winnifred, il avait vu et réussi à photographier une sorte de bosse noire longue de 20 pieds (environ 7 mètres) émergeant durant cinq minutes à plus de cinq pieds au-dessus de la surface du loch, avant de disparaître.

Razdan et Kielar n'ont pas eu de peine à retrouver Mrs Carey, dont le récit est légèrement différent. Dans la soirée du 23 juin, raconte-

t-elle, en présence de Rines, elle avait détecté sur une carte du loch l'endroit où devait séjouner le monstre, en s'aidant d'une baguette et d'un pendule de sourcier. Par la suite, c'est exactement à cet endroit que Rines avait aperçu la bosse de l'animal.

Mrs Carey est une fervente du monstre du loch Ness et de la radiesthésie. Elle a montré aux ingénieurs américains une carte sur

la subite disparition d'une caméra stroboscopique avec laquelle il prenait des photographies en eau peu profonde. L'appareil ayant été retrouvé par la suite et le film développé, une des images qu'il contenait montra quelque chose comme un amas de cordages et des formes difficiles à identifier. Rines interpréta l'une d'elles comme une partie du corps du Nessie, photographiée alors que le

En haut, la photo de la nageoire de Nessie telle qu'elle est passée dans les journaux en 1976 ; en bas, la photo vraie, beaucoup moins suggestive !



laquelle elle assure avoir marqué à l'avance, depuis 1917, les apparitions de Nessie. Apparemment Rines n'avait pas jugé utile, dans sa communication, de mentionner les talents de sa collaboratrice bénévole.

Toujours en 1971, Rines signale

monstre traînait l'appareil dans son sillage. La vérité plus simple, telle qu'elle a été racontée aux ingénieurs américains par les habitants du lieu, est que l'un des accessoires de la caméra s'étant pris dans l'hélice d'un petit bateau de pêche, tout le dispositif avait

été entraîné au large de la baie et récupéré ensuite par un membre du Centre d'études du loch Ness.

On aimerait penser qu'à la limite Rines, obsédé par l'objet de ses recherches, avait poussé la *self-deception*, l'art de se duper soi-même, jusqu'à confondre une embarcation de pêcheur avec un monstre. Malheureusement, une autre histoire de photographie tend à prouver que son art de la duperie pouvait aller au-delà de lui-même.

En 1972, l'Académie des sciences appliquées de Belmont rend public un rapport sensationnel. Le 9 août, à une heure du matin, le sonar amarré par Rines au fond de la baie d'Urquhart a signalé la présence de deux gros objets mobiles. Les expérimentateurs (Rines et ses collaborateurs du Centre de Drumnadrochit) se trouvaient alors à bord de deux bateaux, l'un surveillant le sonar, l'autre une caméra sous-marine qui fut aussitôt déclenchée et prit plusieurs photos. L'une d'elles, présentée comme montrant la nageoire du monstre, a été abondamment reproduite dans les magazines du monde entier.

L'enquête menée par les ingénieurs américains leur a d'abord fait retrouver Mrs Carey. Son récit a été confirmé par un des participants aux événements de la nuit du 8 et 9 août 1972, nommé Holly Arnold. Donc, cette nuit-là, tandis que Rines était dans son bateau, Mrs Carey, avec ses instruments de radiesthésiste, avait détecté deux monstres à proximité de la rive. Aussitôt, usant d'un code convenu à l'avance, elle avait manœuvré les phares d'une automobile de manière à communiquer aux équipes les coordonnées de l'endroit où ils devaient immédiatement opérer.

Deuxième révélation de l'enquête: contrairement à ce qu'on lit dans le rapport de Rines, le sonar n'était pas amarré, mais flottait librement dans les eaux du loch. Les enregistrements au sonar, qui ont été conservés, ne portent d'ailleurs aucune trace de

l'appareil photo ni du câble qui devait le relier à l'un des bateaux. Les ingénieurs concluent que Rines a inventé, après coup, le synchronisme des enregistrements par le sonar et par l'appareil photo. On peut aussi remarquer qu'une fois de plus il a gommé l'intervention de la radiesthésiste.

Mais il y a beaucoup mieux. A leur retour aux États-Unis en octobre 1983, les deux jeunes ingénieurs ont reconstitué les avatars de la fameuse photo où l'on voit une nageoire (page précédente). Le film, qui avait été développé aux États-Unis, ne montrait que des formes vagues, d'apparence un peu granuleuse. On confia donc la photo, avec quelques autres, à un spécialiste du traitement des images par ordinateur du California Institute on Technology, Allan Gillespie.

Après traitement, le cliché laissa voir une sorte de bande centrale effilée, entre deux nébulosités. Allan Gillespie en a envoyé des épreuves aux deux ingénieurs. Surprise! Elles sont très différentes de l'image qui a été reproduite dans la presse mondiale, notamment dans la *Technical Review*. Sur celle-ci on voit très nettement un objet qui peut être la nageoire ou l'aileron d'un gros animal marin.

La conclusion qui s'impose avec évidence est que la photo prise le 9 août 1972, une première fois traitée par ordinateur, a subi un second traitement, plus "inspiré" celui-là, avant d'être remise à la presse. Dès lors, l'origine exacte de l'image primitive n'offre qu'un intérêt relatif. Razdan et Kielar pensent cependant l'avoir établi. Ils ont appris que, dans la nuit du 9 août, les deux bateaux de l'équipe Rines n'étaient pas seuls dans la baie. Ils étaient entourés de plusieurs embarcations marchant à la rame, où avaient pris place des curieux. Les images confuses des photos initiales correspondraient simplement au sillage de l'un de ces esquifs.

La saga du monstre du loch Ness est illustrée de plusieurs affaires de photos astucieusement sollicitées. On ne résiste pas au plaisir

de rapporter la plus belle, justement parce qu'elle n'eut besoin d'aucun trucage. En 1934, un médecin nommé Wilson avait publié la photo de Nessie : une petite tête sur un long coup émergeant à la surface du loch.

L'original fut, plus tard, retrouvé par hasard. La photo avait été prise aux Indes par un amiral de Sa Majesté qui avait vu un éléphant nageant dans un lac, la trompe se sortant de l'eau.

L'Académie de Belmont dépecha encore plusieurs missions, dont les comptes rendus offrent peu d'intérêt à côté de ce que nous venons de rapporter.

Quant à Razdan et Kielar, ils concluent la leur avec sérénité: « Une surveillance continue au sonar, jusqu'à une profondeur de 33 m, dans un secteur où plusieurs contacts avec le monstre avaient été signalés, ne nous a rien montré d'autre qu'un poisson long d'un mètre. »

» Les circonstances dans lesquelles les expéditions précédentes ont obtenu des preuves de l'existence d'un monstre dans le loch ne résistent pas à un examen détaillé. C'est particulièrement vrai pour les photographies de la nageoire, dont les versions qui ont été publiées diffèrent complètement des images traitées par ordinateur. Un emploi sans souci de rigueur de l'équipement scientifique et une interprétation hyper-volontariste des données recueillies comptent pour beaucoup dans ce qu'on a présenté comme des "preuves".

» Bien qu'il ne soit pas possible de démontrer qu'un monstre n'existe pas, l'évidence suggère fortement que celui du loch Ness n'est qu'une légende qui a la vie dure et qui est extrêmement divertissante. »

Divertissons-nous donc en gardant pour la fin la conséquence la plus inattendue des photos de Rines. Les ayant étudiées, un biologiste britannique, Sir Peter Scott, a assigné sans plus attendre une place au monstre dans la nomenclature linnaïenne: *Nessiteras rhombopteryx*, c'est-à-dire « le monstre du loch Ness à la nageoire en losange ». ●

APPRENEZ A PARLER POLAROID.

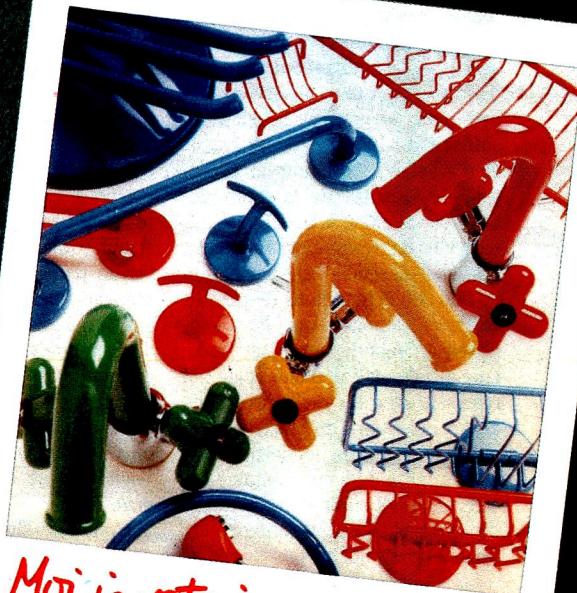
QUAND LES MOTS NE SUFFISENT
PAS A COMMUNIQUER, PARLEZ
POLAROID.

AVEC POLAROID, VOUS DÉCRIVEZ UN OBJET AVEC PRÉCISION,
VOUS ENVOYEZ UNE INVITATION AVEC PLUS D'ORIGINALITÉ,
VOUS PRENEZ UNE DÉCISION
PLUS RAPIDEMENT, VOUS
DONNEZ DES INFORMATIONS
INSTANTANÉMENT.

UN NOUVEAU LANGAGE EST
NÉ, UTE A TOUT MOMENT, EN
TOUTES OCCASIONS. EN PAR-
LANT AVEC L'IMAGE POLAROID,
VOUS ÊTES COMPRIS PARTOUT
ET PAR TOUT LE MONDE.

POUR PARLER DES CHOSES DE LA
VIE, PARLEZ POLAROID : C'EST
LA LANGUE UNIVERSELLE.

Polaroid est une marque déposée de Polaroid Corporation,
Cambridge, Mass., U.S.A.
Tous droits réservés Polaroid Corporation 1985.



*Moi je vote jaune. Et toi?
(le plombier vient demain)*

 **Polaroid. La langue universelle.**



L'AFFAIRE VAVILOV : COMMENT FUT LIQUIDÉE LA GÉNÉTIQUE

EN 1941, LE "MITCHOURNIEN" TROFIME LYSSENKO.

AYANT GAGNÉ LA FAVEUR DE STALINE, fait condamner à mort l'académicien Nikolai Vavilov, chef de file de la génétique moderne en Union soviétique. Une enquête qui a duré dix ans apporte aujourd'hui des détails inédits à cette page sinistre de l'histoire des sciences en URSS.

La séance à huis clos du Collégium militaire de la Cour suprême de l'Union soviétique, le 9 juillet 1941, ne dura que quelques minutes. Y participaient, en tout et pour tout, trois juristes militaires ayant le grade de général. Aucun témoin ne fut entendu; l'accusé n'était pas représenté par un avocat. Le jugement, rédigé d'avance, était dans la serviette du président, le général Sosuline; il suffisait de le lire. Nikolai Ivanovich Vavilov, fondateur et directeur de l'Institut de la reproduction des plantes, à Léningrad, généticien de réputation mondiale, qui avait assemblé une collection de 360 000 échantillons de plantes cultivées, admirée par les biologistes du monde entier, et participé à la fondation d'une école qui rivalisait avec les meilleures dans ce premier tiers du siècle où naquit la génétique moderne, était condamné à la peine capitale: « A être fusillé et subir la confiscation de tous ses biens. La sentence est finale et sans appel. »

La sentence fut finale, et également sans appel, pour la science génétique en URSS. Des dizaines de généticiens de niveau international furent emprisonnés, exécutés, exilés ou — quand ils avaient de la chance — simplement privés de leur emploi. La merveilleuse collection du Pr Vavilov servit à nourrir les rats pendant le siège de Léningrad. Son institut fut démantelé.

Dans le domaine de la science génétique, l'obscurantisme en URSS allait triompher pendant trente ans sous la férule de l'agronome Trofime Lyssenko, ennemi acharné de la génétique moderne. Ce même Lyssenko avait été naguère un protégé de l'homme dont il devait causer la perte. Il est vrai que Vavilov ne fut pas fusillé: il devait mourir d'inanition le 26 janvier 1943, un an et demi après sa condamnation.

Cette terrible histoire, dont on connaissait certes de nombreux épisodes (mais non tous), a été reconstituée par le journaliste scientifique Mark Popovsky, à l'issue d'une enquête qui a duré plus de dix ans, au cours de laquelle il a interviewé une centaine de personnes — y compris les signataires du constat de décès du savant russe — et réussi à mettre la main sur un dossier secret relatant les interrogatoires auxquels Vavilov avait été soumis durant onze mois.

L'ouvrage de Popovsky a été écrit à Moscou il y a plus de dix ans. Il vient de paraître aux Etats-Unis (1). Il va sans dire que l'auteur ne réside plus dans son pays natal.

Il est utile, avant d'aborder l'"affaire Vavilov", de rappeler l'état de la génétique en ce premier tiers du siècle, qui a marqué la naissance de la génétique moderne.

Le moine Mendel, qui avait mené ses expériences d'hybridation de petits pois durant les années 1840, est resté totalement

ignoré jusqu'au tournant du siècle. La génétique demeurait largement lamarckienne: on admettait que les caractères acquis pendant la vie d'un animal peuvent être transmis à sa descendance, selon l'exemple, aujourd'hui anecdotique, de la girafe qui, pour atteindre les feuilles des arbres, aurait étiré son cou, léguant cet allongement à son girafon et ainsi de suite de génération en génération jusqu'à l'espèce actuelle de la girafe à long cou.

Vinrent enfin les expériences désormais célèbres de l'Américain Thomas Hunt Morgan sur la mouche du vinaigre (drosophile), démontrant le rôle des chromosomes et introduisant la notion de mutation génétique comme moteur de l'évolution. Les gènes, ces éléments particulaires de l'hérédité pressentis par Mendel, s'affirment comme une réalité.

Dans de nombreux pays, dont la France, le lamarckisme livre encore un combat d'arrière-garde tandis que l'essor de la génétique moderne est mené tambour battant aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne. Le trio anglo-américain Fisher, Haldane et Wright établit les bases mathématiques de la génétique des populations, mais c'est l'école russe — notamment Sergueï Chetverikov, exilé en 1929 — qui donne à cette branche de la génétique sa forme expérimentale, grâce à l'analyse de populations naturelles de mouches drosophiles et au dépistage des mutations au

QUE RUSSE

sein de ces populations. Les travaux menés par l'équipe de Chetverikov entre 1922 et 1926 ont été à la pointe de la synthèse entre le darwinisme et les découvertes de Mendel.

I.I. Schmalhausen, directeur à Moscou de l'Institut de l'évolution morphologique, étudiait le rôle de la variabilité comme facteur de la sélection naturelle. Entré en conflit avec les lyssenkistes, il devait être chassé de son institut, mais put échapper à l'arrestation. Vers la fin de sa vie, il s'intéresse à la cybernétique et à ses applications à la biologie de l'évolution. N.W. Timofeiev-Ressovsky fut le premier à réaliser des analyses génétiques systématiques de populations naturelles de drosophiles. Quand les lyssenkistes eurent pris le pouvoir, il poursuivit sa carrière à l'étranger. Theodosius Dobzhansky, profitant d'une bourse qui lui était accordée aux Etats-Unis, y resta et y connut une brillante carrière. A.S. Serebrovsky fut le premier à formuler la notion de "pool génétique", c'est-à-dire la totalité des gènes d'une population donnée à un moment donné, qu'il appelait "genofond". N.P. Dobbinine fut le premier à analyser la fréquence des mutations létales dans les populations naturelles. Yuri Filipchenko, enseignant à l'université de Léningrad, rédigea un important traité de génétique, qui fut retiré de la circulation à l'époque lyssenkiste.

En Grande-Bretagne, dans les années 1920, peu de chercheurs, à part Bateson, Fisher, Haldane, Huxley et Ford, s'intéressaient à la génétique de l'évolution. En Allemagne, il n'y eut quasiment personne jusqu'à l'arrivée de Timofeiev-Ressovsky.

Mais en Russie, trois écoles s'épanouissaient, chacune comp-



tant de nombreux chercheurs. Dans son histoire de la génétique moderne, l'Américain Mark B. Adams écrit : « En 1939 il eut été difficile de trouver un pays au monde où la théorie de l'évolution était plus moderne et plus largement diffusée qu'en Union soviétique. »

De ces trois équipes, celle de Vavilov était la plus nombreuse. Lui-même jouissait non seulement d'une grande popularité dans son pays, mais encore d'une renommée mondiale.

Nikolaï Vavilov est né à Moscou en 1889. Son grand-père et son arrière-grand-père étaient des serfs dans un petit village non loin de la capitale, mais son père, envoyé à Moscou pour y faire son apprentissage d'enfant de chœur, devint coursier dans un magasin de tissus, puis assistant, et finalement directeur d'un grand ma-

gasin. Il fit fortune et devint même conseiller principal de la ville de Moscou. Il inscrivit ses enfants dans une école commerciale, mais tous choisirent par la suite des carrières scientifiques. Une des sœurs de Nikolaï, Alexandra, devint médecin ; une autre, Lidia, bactériologiste, et son frère, Sergueï, physicien.

Après avoir terminé ses études à l'Institut d'agriculture Petrovsky, dans les faubourgs de la capitale, passionné par les problèmes de la sélection des végétaux, il enseigna pendant quelque temps l'agriculture et, en 1912, il fut envoyé en mission d'étude dans les principaux laboratoires européens de biologie. C'est en Grande-Bretagne qu'il connut William Bateson, un des grands généticiens du début du siècle ; il travailla pendant quelques mois dans son institut.

En 1917, l'université de Saratov,

Nikolai Vavilov (1889-1943), l'un des plus brillants représentants de la théorie de l'évolution en Union soviétique au début du siècle, assassiné "par Staline et Lyssenko.

sur la Volga, lui offrit une chaire. En pleine guerre civile, il y continua ses recherches et en 1920 il formula la "loi des lignées homologues", qui permet de classer les plantes selon des caractères communs à des espèces voisines. Cette loi devait permettre une recherche systématique de plantes utiles pour l'homme : « Au lieu de chercher de nouvelles variétés simplement au hasard, il faut maintenant déterminer les similitudes entre espèces ou des genres proches et reconstituer les lignées manquantes », concluait-il dans la première présentation de ses travaux, qu'il allait continuer pour montrer que la sélection naturelle aussi bien qu'artificielle « choisit parmi les gènes disponibles dans diverses lignées ceux qui sont les mieux adaptés à la survie ou à l'exploitation ».

En 1921, on lui confia la direction de l'Institut de la botanique appliquée et des nouvelles cultures. Il fut le plus jeune membre de l'Académie des sciences. Il fit de nombreux voyages d'étude en Afghanistan, Afrique du Nord, Europe, Chine, Corée, au Japon, aux Etats-Unis et au Canada et publia, en 1926, en russe et en anglais, *L'Origine géographique des plantes cultivées*.

En 1920 Vavilov avait rencontré Ivan Mitchourine, un horticulteur habile qui avait sélectionné des lignées d'arbres fruitiers résistants aux rudes hivers russes. Par la suite Vavilov réussit à obtenir un soutien financier pour cet autodidacte de talent, bien qu'il ne fût pas d'accord avec les théories de Mitchourine selon lesquelles on pouvait modifier les caractères transmissibles d'une plante en "ébranlant" ou "affolant" ses caractères héréditaires. Mark Popovsky raconte que, lors d'une exposition agricole en 1923, le généticien Timofeiev-Ressovsky tenta, à la demande de Vavilov, d'inculquer à Mitchourine quelques notions de génétique moderne; mais ce dernier, semble-t-il, ne comprit rien aux travaux de Mendel et de Morgan.

Vavilov, généticien moderne, pouvait admirer le "coup de main" de Mitchourine sans pour autant admettre, comme ce dernier, que des modifications apportées au phénotype d'une plante (ses caractères apparents) puissent s'inscrire dans son génotype (les caractères transmissibles aux descendants). Dans les années 1920 un tel retour au lamarckisme n'était pas encore devenu un dogme auquel il était dangereux de s'opposer.

La toute-puissance néfaste de ce dogme ne devait se manifester qu'avec l'ascension vertigineuse de Trofim Denissovitch Lyssenko, le véritable responsable de la mort de Vavilov et de nombreux autres généticiens et biologistes russes, responsable aussi de la destruction de tout un réseau scientifique qui, dans le domaine de la génétique, pouvait rivaliser avec n'importe quel pays au monde.

Né en 1898, Lyssenko avait fait ses études d'horticulture à l'Institut agricole de Kiev. En 1925, il fut envoyé en Azerbaïdjan pour s'occuper des plantes légumineuses dans un institut principalement consacré à la recherche sur le coton. Lyssenko, comme Mitchourine, avait les "doigts verts". « Il passait tout son temps avec ses plantes. Il les connaissait et les comprenait parfaitement et semblait même capable de leur parler », écrit un généticien qui l'avait vu à l'œuvre. « Ses plantes "voulaient" des choses, en "exigeaient" d'autres, "aimaient" ceci, étaient "perturbées" par cela. En même temps il considérait tout ce que l'on enseignait en génétique comme des sottises nuisibles, qu'il faudrait oublier au plus vite. »

Quelques années plus tard, Lyssenko s'acharna à promouvoir une technique qu'il appelait la "vernali-sation", que le même généticien, élève de Vavilov, décrit comme suit : « Il (Lyssenko) a établi — et il n'y a plus aucun doute là-dessus — que les plantes d'hiver, dont on croit généralement qu'elles doivent se reposer en hiver afin de fleurir l'année suivante et donner des graines, n'ont en fait aucun besoin de "repos". Elles n'ont besoin que de froid — un abaisse-

ment assez léger de la température (mais pas en dessous de zéro). Une fois qu'elles ont été soumises à ce froid elles peuvent continuer à se développer sans interruption et produire des graines. Mais le froid peut jouer un rôle lorsque la plante est encore à l'état de graine qui vient à peine de germer. Si l'on humidifie légèrement des grains de blé d'hiver, et si on les conserve au froid pendant un certain temps, on peut les semer au printemps. Le blé croîtra normalement et donnera une moisson l'été, comme des blés de printemps. »

En 1929, Lyssenko fut invité à parler de ses travaux à un congrès de généticiens à Léningrad, mais il n'eut guère de succès. On fit remarquer que des chercheurs russes et américains avaient déjà parlé de la germination à froid, et que la technique avait été essayée sans succès. Deux ans plus tard Vavilov, qui s'intéressait néanmoins aux travaux de Lyssenko, l'invita à en parler au présidium de l'Académie d'agriculture, où il fit assez bonne impression.

Vavilov lui-même encouragea l'expérimentation de la vernalisation dans de nombreuses stations agricoles, même dans les régions polaires. En 1934 il attira l'attention de l'Académie des sciences sur ce phénomène « dont la nature précise demande à être étudiée, mais qui pourrait être néanmoins une découverte majeure ». Il alla jusqu'à soutenir la candidature de Lyssenko comme membre correspondant de l'Académie.

C'est vraisemblablement en 1932 que Lyssenko fit la connaissance d'Isaïe Izraïlevich Prezent, qui allait devenir son éminence grise. Prezent n'était ni agronome ni biologiste, mais il avait étudié les "sciences sociales"; il avait cherché pendant plusieurs années un scientifique qui l'emploierait pour expliquer ses travaux en termes "philosophiques". Il avait même offert ses services à Vavilov, qui n'en avait pas voulu.

La rencontre avec Lyssenko était une aubaine inespérée. Prezent concocta un mélange habile de lamarckisme, de darwinisme et de marxisme, pour élaborer une théorie dépourvue de fondement

scientifique mais d'un grand intérêt politique, qu'il baptisa "darwinisme mitchourinien". Par la suite il parvint même à donner à l'université de Léningrad des cours de "darwinisme" dans lesquels il insistait sur le fait qu'il n'y avait aucun véritable généticien en Union soviétique à part Lyssenko et Mitchourine. Les véritables généticiens, qui avaient bien ri, commencèrent à s'inquiéter. Lyssenko lui-même dévoila ses batteries à un congrès de "travailleurs de choc" des fermes collectives, réuni au palais du Kremlin en 1935. Il dénonça les scientifiques qui contestaient ses méthodes de vernalisation en concluant : « L'ennemi de classe reste toujours un ennemi, qu'il soit un scientifique ou non. » Son discours fut interrompu par les applaudissements d'un auditeur moustachu qui s'exclama : « Bravo, camarade Lyssenko, bravo ! » L'enthousiaste supporter n'était autre que Joseph Staline. La carrière de Lyssenko était faite. Il ne lui restait plus qu'à abattre ses ennemis — les généticiens, tous les généticiens de l'Union soviétique.

Vavilov était une victime toute désignée, d'autant plus qu'il n'avait jamais manifesté d'intérêt pour la politique, ce qui était une faute grave, qu'il avait ouvertement rencontré des Russes exilés — notamment à l'Institut Pasteur à Paris — et que deux d'entre eux, les Prs Metalnikov et Bezredkaya, l'avaient même accompagné à la gare, où ils l'avaient embrassé en le quittant. En 1933, Vavilov fut convoqué au comité central du parti, où il fut vertement réprimandé. La *Pravda* publia un article venimeux sur l'Institut de la reproduction des plantes, et l'année suivante la célébration du dixième anniversaire de l'institut fut annulée par ordre du Kremlin.

Lyssenko, lui, ne négligeait pas ses "devoirs" politiques. Il avait des arguments simples, que Prezent lui avait appris à étayer de citations de Marx, d'Engels et de Mitchourine. En outre, ils convenaient parfaitement à Staline. Lyssenko soutenait qu'il suffisait de changer l'environnement dans lequel vivait un organisme pour que celui-ci soit

transformé et transmette ses transformations à sa descendance. Staline, de son côté, déclarait que si les relations économiques entre les hommes changeaient, toute l'espèce humaine serait transformée. Le monde futur serait peuplé d'hommes modèles, à l'image de l'idéal marxiste.

La comparaison peut sembler simpliste, mais il n'est guère doux que Staline ait rêvé de "vernalisier" l'espèce humaine,

sciences de Moscou) n'y font rien. Les arguments prennent une tournure différente : Lyssenko et Prezent accusent les généticiens modernes de soutenir les opinions d'un moine — Gregor Mendel, membre d'un ordre religieux — et de partager celles de Thomas Morgan, représentant du capitalisme occidental, et détenteur d'un prix Nobel, fondation créée par l'inventeur de la dynamite.

Les arrestations commencèrent



méthode rapide mais incompatible avec les données de la biologie moderne. Qu'à cela ne tienne, la "nouvelle biologie" de Lyssenko, le "darwinisme mitchourinien" de Prezent, se chargerait de remettre les choses en ordre dans la pagaille engendrée par la génétique "bourgeoise".

Malgré les avatars de la vernalisation du blé — échecs ou résultats ambiguës rapportés par 53 stations agronomiques — Lyssenko était devenu inattaquable. Il est bombardé de décos, "élu" député au Soviet suprême. Même les critiques formulées par le grand généticien américain Herman Muller (un sympathisant communiste qui avait son laboratoire à l'Institut de génétique de l'académie des

en 1934, après l'assassinat (peut-être à l'instigation de Staline) de Sergueï Kirov, un meneur révolutionnaire de Léningrad, dont la popularité était devenue gênante. Entre cette date et 1940, 18 chercheurs de l'Institut de la reproduction des plantes, dirigé par Vavilov, furent arrêtés pour être exilés ou disparaître sans laisser de traces. Tous les efforts de Vavilov pour introduire en Union soviétique des maïs hybrides, qui avaient multiplié les récoltes aux Etats-Unis, restèrent vains. Vavilov ne pouvait plus assister aux conférences auxquelles l'invitaient ses collègues étrangers. Ses budgets étaient sabrés.

Enfin, le 12 août 1940, il fut arrêté. Son premier interrogatoire à la prison du Commissariat du peuple pour les affaires internes (NKVD) commença par ces mots : « Vous êtes accusé de participer

Trofim Lysenko, non seulement responsable de la mort de Vavilov, mais aussi de la disparition de tout un ensemble de travaux de pointe, en URSS, dans le domaine de la génétique.

activement à une organisation subversive anti-soviétique et de travailler pour les services de renseignements étrangers. Vous reconnaissiez-vous coupable ? »

Les interrogatoires se prolongèrent durant onze mois. Ils étaient menés par Aleksei Grigorievich Khvat, lieutenant de la Sécurité de l'Etat. Popovsky, qui a réussi à examiner et à recopier en partie le dossier Vavilov (le dossier n° 1500), rapporte les accusations les plus diverses et les plus invraisemblables que Vavilov eut à affronter, parfois lors d'interrogatoires d'une dizaine d'heures d'affilée.

On y trouve, bien sûr, l'espionnage en faveur de puissances étrangères, la destruction de l'économie agricole du pays, le gaspillage de fonds publics, la propagation de théories bourgeois et racistes, et aussi des allégations ridicules comme d'avoir endommagé les terrains d'atterrissement de la région militaire de Léningrad en y semant de mauvaises herbes.

Le Pr Govorov, un des plus anciens collaborateurs de Vavilov, fut un des premiers à tenter d'intervenir auprès de Staline pour sauver Vavilov. Sans succès. De retour à Léningrad, il fut arrêté comme complice.

A peu près en même temps, le jeune et brillant généticien Georgi Karpechenko, dont la réputation était mondiale, était lui aussi arrêté à Léningrad. Avec humour — et en espérant que l'absurdité de son propos prouverait son innocence — il confessa que ses expériences de dédoublement de chromosomes avaient un caractère anti-soviétique. Il disparut. Selon Popovsky, un total de quelque 3 000 personnes — des scientifiques, des membres d'instituts de recherche ou d'expérimentation, et d'autres plus ou moins rattachés à la biologie moderne — furent ainsi "purgées" en quelques années.

Dans toutes les républiques de l'Union, on entreprit de démanteler le réseau de stations expérimentales que Vavilov avait établi depuis dix ans. Toutes les recherches entreprises par son institut furent interrompues, les membres de son équipe qui

n'avaient pas été arrêtés furent dispersés entre diverses fermes collectives ou d'Etat. L'Institut de génétique de l'Académie des sciences de Moscou fut vidé de sa substance et Lyssenko nommé directeur.

Au début de l'année 1940, Lyssenko fit interdire l'enseignement de la biologie moderne dans le secondaire et les universités, imposant le mitchourinisme. Les termes mendélisme et morganisme furent supprimés des études sur Darwin. Les publications étrangères furent interdites, et les éditeurs d'ouvrages scientifiques s'acharnèrent à les expurger des références aux travaux étrangers.

Le préme avait commué sa condamnation à mort en 20 ans de détention dans les camps de correction de la NKVD. Il avait été signalé que l'académicien Vavilov, ainsi que l'académicien Ivan Luppov (fondateur et directeur de l'Institut de littérature mondiale) pourraient encore être utilisés à des travaux importants pour la défense de la patrie.

Mais Vavilov ne survécut pas assez pour connaître les *charachki*. Il mourut à l'hôpital de la prison de Saratov le 26 janvier 1943. Le diagnostic officiel imputa le décès à un accident cardiovasculaire. Les recherches de Popovsky (qui a retrouvé les signataires de l'acte de décès) le mènent à une conclusion toute différente : le généticien est mort de faim, ou tout au moins des séquelles d'une malnutrition prolongée et de mauvais traitements.

Un quart de siècle plus tard, Vavilov fut "réhabilité", sans toutefois que le rôle criminel joué par Lyssenko soit jamais reconnu devant la communauté scientifique. En 1967, quelques admirateurs du généticien décidèrent d'ériger à Saratov une statue à sa mémoire. Ils trouvèrent dans cette ville un sculpteur qui réalisa en terre cuite une excellente représentation du savant. Elle servit de modèle à la statue de granit, qui fut dévoilée en présence de plusieurs centaines de personnes, dont quelques survivants de l'Institut de reproduction des plantes. Quelle ne fut pas leur surprise en constatant que la statue de granit « n'avait aucune ressemblance avec Vavilov ».

Les "experts artistiques" de Saratov, ayant examiné la statue, ne l'avaient pas trouvée satisfaisante. Ils ordonnèrent au sculpteur de faire disparaître du visage de Vavilov les rides profondes pouvant suggérer la malnutrition, et de retoucher les yeux, dont l'expression pouvait faire penser qu'il avait subi des sévices durant sa captivité. Et, ajoute Popovsky, « pour en finir une fois pour toutes avec le malheureux passé de Vavilov, les censeurs demandèrent au sculpteur de graver un sourire heureux sur son visage de granit ». ●

Vavilov ne fut pas fusillé. Il semble qu'on ait songé à l'envoyer dans une de ces nouvelles institutions pénales connues sous le nom de *charachki*, où des dizaines, puis des centaines de scientifiques, ingénieurs et techniciens, condamnés pour des raisons diverses, devaient travailler sous la férule des gardiens de la police secrète. Des spécialistes tels que le célèbre physicien Piotr Kapitza et l'ingénieur d'aéronautique Tupolev y poursuivaient dans le secret leurs travaux de recherche et développement dans l'intérêt du pays. Pour quelles raisons renonça-t-on à y employer Vavilov ? Nul ne le sait.

En octobre 1941, il partit pour son dernier voyage, jusqu'à la prison de Saratov, ville où il avait enseigné une vingtaine d'années auparavant. Petrovsky a retrouvé une femme qui avait été arrêtée à l'époque de l'arrivée de Vavilov (elle avait alors 16 ans) sous l'accusation d'avoir comploté contre la vie de Staline. Elle avait vu Vavilov, et lui avait longuement parlé, en janvier 1942. Quelque temps plus tard, Vavilov eut pour compagnon de cellule un certain Nesvitsky, professeur d'histoire, condamné « pour avoir décrit les pharaons d'une façon non marxiste ».

En juillet 1942, Vavilov apprit que le présidium du Soviet su-

Choisissez le métier INFORMATIQUE qui va transformer votre avenir.



Avec Educotel, vous apprenez l'informatique, chez vous, et vous pouvez commencer à tout moment, sans interrompre votre travail actuel.

Choisir un métier de l'informatique aujourd'hui, c'est assurer votre avenir: dans tous les secteurs, on embauche des milliers d'informaticiens, à des niveaux de salaires élevés (avec des perspectives de progression très intéressantes). Avec Educotel — qui transforme chaque année en professionnels de l'informatique des milliers d'hommes et de femmes sans expérience — vous êtes sûr d'apprendre l'informatique en quelques mois, sans interrompre vos activités actuelles: vous étudiez

chez vous, à votre rythme et aux heures qui vous conviennent, tout en maintenant des relations constantes avec les professeurs qui corrigent vos devoirs, vous conseillent et vous orientent (ils vous connaissent bien et savent faire preuve d'une attentive fermeté).

Pour recevoir gratuitement, sans aucune obligation de votre part, une documentation complète sur le métier de votre choix, complétez et renvoyez vite le Bon ci-dessous.

BON GRATUIT

Demandez une documentation détaillée sur le métier informatique de votre choix.

COCHEZ LE MÉTIER CHOISI

PROGRAMMEUR DE GESTION

Vous travaillez en collaboration avec l'analyste, testez et mettez au point les programmes.

DUREE:
17 mois

NIVEAU:
2^e / 1^{er}

OPÉRATEUR(TRICE) SUR ORDINATEUR

Vous assurez principalement les différentes manipulations nécessaires au fonctionnement de l'ordinateur.

DUREE:
8 mois

NIVEAU:
3^e

PUPITREUR

Vous avez un rôle de dialogue avec la machine. Le pupitreur effectue la mise en route, la conduite et la surveillance des installations de traitement informatique.

DUREE:
13 mois

NIVEAU:
3^e / 2^e

ANALYSTE PROGRAMMEUR

Vous êtes la charnière entre la conception du projet et sa réalisation, vous adaptez chaque programme en fonction de la demande de l'utilisateur.

DUREE:
30 mois

NIVEAU:
Termin./Bac

PROGRAMMEUR SUR MICRO-ORDINATEUR

Avec le développement des petits équipements, on assiste à une extension de l'informatique. Apprenez à choisir, à installer et à programmer les micro-systèmes.

DUREE:
9 mois

NIVEAU:
3^e

B.T.S. INFORMATIQUE

Même débutant, vous pourrez réaliser votre projet d'avenir grâce à ce diplôme officiel qui vous garantit une situation stable.

DUREE:
2 x 16 mois

NIVEAU:
Bac

OUI, je souhaite recevoir rapidement et sans aucun engagement une documentation gratuite sur le métier informatique d'avenir que je coche ci-contre.

J'ai bien noté que je recevrai en cadeau le dossier spécial «La Vérité sur les carrières et salaires en informatique.»

M. Mme Mlle

NOM.....

Prénom Adresse: N°.....

Rue

Code postal Localité

(Facultatif)

Tél. Age

Niveau d'études

Profession exercée



EN CADEAU

**ce dossier spécial :
«LA VERITE
SUR LES SALAIRES
EN INFORMATIQUE»**

Combien gagne un programmeur: 100.000 F? 135.000 F? 160.000 F?...

Un analyste: 110.000 F? 150.000 F? 200.000 F?

Davantage? ... Grâce à ce dossier spécial vous connaîtrez enfin le niveau exact des salaires annuels dans l'informatique.

«Si vous êtes salarié(e), possibilité de suivre votre étude dans le cadre de la Formation Professionnelle Continue.»



Educatel

01 E. Unesco Formation
Groupe de 12 écoles spécialisées

Etablissement privé d'enseignement

par correspondance, ou au contrôle

éloigné par l'Etat

Educatel
3000 X - 76025
ROUEN CEDEX

ou téléphoner au

(1) 208.50.02

Pour Canada, Suisse, Belgique: 49, rue des Augustins - 4000 Liège • Pour DOM-TOM et Afrique: documentation spéciale par avion.

RETROUVÉE

GRÂCE AUX GÈNES DES GRANDS-PARENTS



Paula.
Enlevée à 23 mois,
retrouvée à 7 ans et demi.

APPELEE AU SECOURS PAR DES GRANDS-MÈRES TENACES, la génétique établit les liens biologiques à travers deux générations. Pour la première fois aussi, la justice admet ces résultats.

Où la génétique répare les dégâts de la politique : elle vient d'aider à établir le lien héréditaire entre les enfants disparus et leurs grands-parents. La probabilité du lien est supérieure à 99,9 % : autant dire que les onze enfants retrouvés sont bien les petits-enfants de leurs grands-parents. Cette réussite a eu l'Argentine pour théâtre.

Le détail de cette recherche en descendance a été présenté par le Dr Mary Claire King, professeur d'épidémiologie de l'université de

Berkeley, à la réunion de l'AAAS (Association américaine pour l'avancement de la science) qui s'est tenue à Los Angeles du 25 au 31 mai et à laquelle nous assistions.

Après les élections de 1983 et la fin des heures sombres commençées en 1975, le nouveau gouvernement argentin créa une Commission nationale sur les personnes disparues pour tenter de retrouver les milliers — officiellement 8 800 — de gens qui « se volatilisèrent » durant le régime précédent. Très vite, cette Commission s'adressa à l'AAAS afin

d'étudier les différentes façons dont les chercheurs américains pouvaient aider les Argentins, d'une part à identifier les corps que l'on découvrit dans différents charniers et d'autre part à retrouver les personnes encore survivantes et en particulier les enfants.

Un groupe de femmes, baptisé les « Grands-Mères de la place de Mai », s'était donné pour but de retrouver leurs petits-enfants, soit nés dans les prisons de l'Etat, soit enlevés en même temps qu'une partie de la famille et dont on avait totalement perdu la trace. Tâche ardue. « Ces enfants, déclara le Pr King, ont été soit vendus au marché noir, puis adoptés par des personnes ignorant tout de leur origine, soit gardés par le personnel des centres militaires, soit encore tout simplement abandonnés et laissés à eux-mêmes. »

A force d'enquêtes, de recherches, de questions à ceux qui avaient travaillé dans les prisons et les hôpitaux, les « Grands-Mères de la place de Mai » réussirent à localiser 25 enfants sur les 145 manquants ; ils étaient dotés de faux certificats de naissance, et leur âge correspondait à celui des disparus. Restait à savoir s'il était possible de retrouver leur véritable famille alors que plusieurs années s'étaient écoulées, et alors que les parents étaient décédés et que les enfants ignoraient, bien sûr, tout de leur passé.

C'est là que la science entre en scène. Car si la couleur des cheveux, le nom, voire même la morphologie d'un enfant peuvent être changés, il est une chose qui reste immuable : son patrimoine génétique. En étudiant certains gènes, demandèrent les « Grands-Mères de la place de Mai », avec quelle probabilité peut-on établir un lien de parenté entre ces enfants et les grands-parents qui les recherchent, alors qu'un chaînon, celui des parents, manque ?

Chez un individu, chacun des gènes qui constituent son patrimoine génétique est en fait la résultante d'une paire d'allèles, l'un hérité du père, l'autre de la mère, qui, eux-mêmes, les ont hérités de leurs parents (**dessin ci-dessous**).

Chaque gène code pour une fonction donnée, et une même fonction peut varier d'un individu à l'autre, selon la variété de ces allèles. Le gène codant pour la fonction "couleur des yeux", par exemple, donnera, selon les allèles dont il est formé, des yeux bleus, ouverts, ou gris, ou noirs, ou marron, etc.

Du noir le plus foncé au bleu le plus pâle, les variétés d'allèles (équivalant dans ce cas aux variétés de couleurs d'yeux) sont relativement limitées ; et un allèle donné se trouvera donc trop fréquemment dans une population donnée pour que l'on puisse s'en servir comme base de recherche de lien de parenté entre deux individus. Qui irait, en effet, affirmer que tel enfant est le fils de tel adulte parce que tous deux ont les yeux marron ?

Par contre, chaque individu a un système immunitaire (dit système HLA) qui lui est propre et qui n'est identique à celui d'aucun autre (sauf pour les vrais jumeaux). Pourquoi ? Parce que le nombre de variétés d'allèles dans lequel peuvent puiser les trentaine de gènes qui codent pour ce système est beaucoup plus important que dans le cas de la couleur des yeux, d'où une fréquence considérablement plus réduite de tel allèle ou tel autre dans une population donnée.

Et d'où une probabilité incomparablement plus grande qu'un enfant soit effectivement le petit-fils ou la petite-fille du couple de

grands-parents qui le réclament (en l'absence des parents, "disparus" en Argentine), si deux allèles d'une même paire chez l'enfant (**A** et **H** dans notre dessin) se retrouvent l'un chez le grand-père l'autre chez la grand-mère.

Autre intérêt du système HLA dans ce contexte : l'essor qu'ont connu les greffes d'organes a eu pour corollaire la connaissance de la distribution des variétés d'allèles chez la plupart des populations du globe, y compris chez les Argentins. Ce qui permet de concentrer les recherches, en sachant quels allèles chercher dans une population donnée.

posés de l'enfant.

Forte de l'ensemble des calculs de Pierre Darlu, le Pr Mary-Claire King se rendit à Buenos-Aires en juin 1984 pour effectuer les premiers examens génétiques d'enfants récemment retrouvés et les comparer avec ceux des grands-parents postulants.

C'est ainsi que la petite Paula, 7 ans et demi, l'une des 25 enfants localisés par les Grands-Mères de la place de Mai, fut la première à inaugurer la méthode. En moins de 24 heures, le temps de faire les examens génétiques et les calculs de probabilité, l'équipe de Mary Claire King retrouva les grands-parents réels de la petite fille.

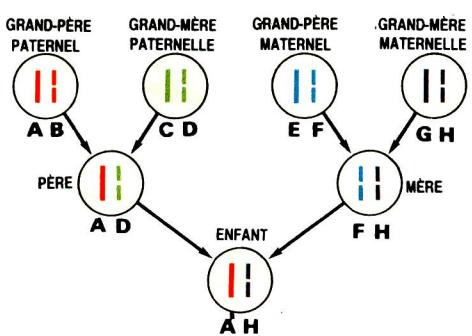
Le lien héréditaire fut établi avec plus de 99,9 % de chances. Le 26 décembre 1984, à la suite des travaux du Pr King, la justice argentine décida de rendre la petite Paula à ses grands-parents biologiques.

C'était la première fois au monde qu'une analyse génétique démontrait l'existence d'un lien héréditaire entre petits-enfants et grands-parents, la première fois aussi que la justice d'un pays acceptait de reconnaître la validité de cette preuve. L'affaire fait encore grand bruit en Argentine. Depuis cette époque, la méthode a permis de retrouver les familles de onze enfants.

Dans un seul cas seulement, il fut prouvé qu'un enfant n'était pas le petit-fils de la famille que l'on croyait.

Aujourd'hui, les analyses au coup par coup continuent ; parallèlement, une banque de données renfermant les informations génétiques de tous les grands-parents, des oncles, des tantes supposés des enfants disparus est en cours de constitution.

« Si l'un des grands-parents meurt, explique le Pr King, il nous restera toujours sa carte génétique en mémoire d'ordinateur ; d'ici quelques années d'autres enfants devenus alors adultes découvriront peut-être qu'ils sont nés en prison ou ont été enlevés durant leur enfance. En consultant notre banque de données, il leur sera alors possible de retrouver leur vraie famille. »



VIEILLIR SANS VIEUX OS

**QUAND ON VIEILLIT, ON FAIT
AUSSI DES VIEUX OS,** fragiles, sujets à la rupture et aux déformations. Un traitement français, qui s'est imposé dans le monde entier, met fin à ce genre de "petites misères".



Grâce à un traitement à base d'hormone de porc, mis au point en France et d'efficacité reconnue partout, États-Unis inclus, nous ne croulerons plus, l'heure venue, sous le poids des ans. Le temps tombera enfin sur... un os ! Car ce traitement devrait empêcher nos os de vieillir en arrêtant le processus de déperdition osseuse qui, normalement survient à l'âge mûr. Mieux : chez les personnes âgées, le traitement sera capable de déclencher des synthèses osseuses arrêtées depuis longtemps. C'est la machine à remonter le temps du squelette...

Cette découverte devrait aussi mener à la fin des douleurs d'origine osseuse, des fractures du col du fémur, des dos voûtés, voire en équerre, des jambes arquées, des mains nouées, en somme de tous les accidents liés au troisième âge et, pour une bonne part, à l'héritérité. Car il faut l'admettre, le patrimoine génétique a une influence sur la manière de vieillir. Il existe des vieillards sur lesquels les années ne laissent guère une forte empreinte, et d'autres qu'elles accablent.

L'hormone capable de régénérer le squelette est la calcitonine, normalement sécrétée par la glande thyroïde de tous les êtres vivants et dont le rôle a été mis en évi-

dence par le Pr Gérard Milhaud, chef de service à l'hôpital Saint-Antoine et professeur de médecine nucléaire à la Faculté de médecine de Paris. Il vient de recevoir pour ses travaux le grand prix Claude Bernard de la Ville de Paris. « Il aura fallu attendre près de seize ans, mais cela fait plaisir », nous dit le professeur. En effet, les travaux sont anciens et le traitement n'a été mis en pratique que récemment. A cela, une raison : les tests nécessaires pour vérifier son efficacité ont exigé du temps : le rajeunissement d'un os ne se mesure pas en heures, mais en années.

Le traitement est en application dans les pays européens et, signe éloquent, aux États-Unis la puissante Food and Drugs Administration l'a autorisé : une consécration.

Le traitement présente accessoirement l'intérêt de mettre fin à la confusion ancienne dans le traitement de l'ostéoporose ou vieillissement osseux. Jusqu'ici, cette dégénérescence se traitait par les anabolisants, les œstrogènes, le calcium à haute dose, la séquence calcium-phosphate, le fluorure de sodium, le diphosphate, les dérivés hydroxylés de la vitamine D₃... et on en passe.

« Cette situation, nous dit le Pr Milhaud, est d'autant plus regrettable que l'ostéoporose commune

est l'affection la plus répandue dans le monde occidental et que son coût humain et social est considérable ». En France, 4,6 millions de femmes et 1,4 million d'hommes en sont atteints.

L'ostéoporose est la diminution de la masse de l'os et l'augmentation de sa porosité, sans altération du tissu restant. La fragilisation qui s'ensuit expose aux fractures du poignet, des vertèbres et du col du fémur ; cette dernière articulation est sujette à fracture chez près de 50 000 personnes en France. L'ostéoporose atteint surtout la femme, nettement plus vulnérable que l'homme aux fractures : fracture du poignet à partir de 45 ans, des vertèbres et du col du fémur, à partir de 55. L'homme qui pourtant vit 8 ans de moins en moyenne, n'est atteint que beaucoup plus tard.

La calcitonine s'est d'emblée révélée efficace non seulement contre l'ostéoporose commune, mais aussi contre la maladie de Paget, une affection qui atteint 2 à 5 % des personnes de plus de 50 ans et qui se définit par une hypertrophie anarchique des os du crâne notamment, avec apparition de "plages" contiguës hyperdenses et hyperclaires, s'accompagnant de douleurs lancinantes et conduisant à une grande fragilité des os. La calcitonine est aussi un remède

précieux contre l'hypercalcémie (ou augmentation du taux de calcium dans le sang) qui se manifeste par des nausées, asthénie, troubles digestifs et psychiques.

Tout le long de la vie, de l'os se forme et de l'os se détruit. Mais ce bilan passe par trois stades allant du positif au négatif. Il est positif pendant toute la période de croissance au cours de laquelle le capital osseux de l'organisme se constitue ; la formation de l'os prédomine alors sur la destruction. Il est nul, c'est-à-dire en équilibre à l'âge adulte, les processus de formation et de destruction étant égaux. Puis vers quarante ans, chez la femme, et soixante chez l'homme, avec bien évidemment des variations importantes d'un individu à l'autre, l'équilibre se rompt. Dès lors, le processus de destruction prend le pas sur le processus de formation avec l'ostéoporose pour conséquence, et cela jusqu'à la mort.

Ces processus de formation et de destruction dépendent de plusieurs variétés de cellules osseuses. Ainsi la formation de l'os qui est constitué, pour partie, d'une trame protéique et, pour autre partie, de calcium et de phosphate, est le fait des ostéocytes et des ostéoblastes. La destruction, elle, est effectuée par les ostéoclastes, cellules qui seraient le résultat de la fusion d'un macrophage et d'une cellule du thymus. Les macrophages qui sont des cellules du système immunitaire ont pour rôle de débarrasser l'organisme des cadavres microbien. Les ostéoclastes remplissent aussi cette fonction d'éboueurs en débarrassant l'organisme des cellules osseuses usagées.

L'idée géniale du Pr Milhaud est d'avoir émis le premier, l'idée que l'ostéoporose n'était pas une affection liée à une carence en hormones œstrogènes d'une part, ou en calcium de l'autre, mais à un déficit de calcitonine, hormone que le professeur isola en 1965.

C'est dans les années vingt que fut émise l'hypothèse que chez la femme, après la ménopause, l'ostéoporose était liée à une carence en hormones œstrogènes. En fait, ce n'était là que coïnci-

dence : la diminution de la sécrétion d'hormones œstrogènes n'a pas de lien avec l'ostéoporose. A preuve : l'injection d'œstrogènes ne modifie en rien le métabolisme osseux. Plus troublant encore : les cellules de l'os sont dépourvues de récepteurs pour les œstrogènes. Enfin, les femmes ménopausées ne sont pas toutes ostéoporotiques, alors que chez toutes il y a diminution de la sécrétion des œstrogènes.

L'autre hypothèse : une carence calcique résultant soit d'un déséquilibre du régime alimentaire — les personnes âgées ont peu d'attirance pour les laitages et les produits laitiers —, soit d'une perte d'efficacité du transfert du calcium alimentaire à travers le tube digestif eut la faveur des médecins, après la dernière guerre. D'où la thérapeutique consistant à administrer des doses élevées de calcium par voie orale. Cette thérapeutique, employée surtout en France, n'aurait eu de sens que si l'ostéoporose se résumait uniquement à une carence en calcium. Or ce n'est pas le cas. Le traitement était décevant ; ses tenants ont alors préconisé un complément phosphaté : ingestion de calcium pendant vingt jours suivie de celle de phosphate pendant dix jours. Là encore, nouvel échec. Les risques d'un tel traitement n'étaient pas non plus négligeables : l'entrée massive de calcium dans l'organisme favorise la calcification des artères et la formation de calculs rénaux, tandis que l'entrée massive de phosphate peut provoquer des dépôts nocifs de phosphate de calcium.

En vérité, la disponibilité du calcium mais aussi du phosphate et des acides aminés, est une condition nécessaire à la formation de l'os, mais la condition suffisante est la présence de calcitonine.

Calcitonine et hormone parathyroïdienne sont les deux principales hormones qui assurent la régulation du métabolisme du calcium et de l'os. 99 % du calcium de l'organisme, soit 1 000 à 1 300 g, se trou-

vent dans le squelette de l'adulte, 10 g se trouvent dans les tissus mous, 700 mg se trouvent dans les liquides extracellulaires et surtout 95 à 105 mg par litre se trouvent dans le plasma.

Ce taux plasmatique doit être impérativement fixe sinon c'est la mort. La régulation en est assurée par la calcitonine et l'hormone parathyroïdienne. Lorsque ce taux plasmatique (ou calcémie) baisse, de l'hormone parathyroïdienne est sécrétée. Elle rétablit la calcémie, d'une part en augmentant l'ostéolyse (ou destruction de l'os), qui libère de ce fait du calcium dans le sang, et en favorisant la rétention du calcium provenant de l'alimentation, d'autre part en diminuant la fuite du calcium dans les urines.

Inversement, lorsque la calcémie augmente, la calcitonine est sécrétée. Elle abaisse la calcémie en freinant l'ostéolyse d'une part, et en régénérant de l'os nouveau d'autre part. Les dosages radioimmunologiques montrent que l'âge s'accompagne d'une diminution significative de la sécrétion de la calcitonine. L'ostéolyse n'ayant alors plus de frein, elle est accélérée. Pour preuve : à âge égal, la femme sécrète quatre fois moins de calcitonine que l'homme.

Le traitement : des injections musculaires (3 par semaines) pendant trois à six mois, avec arrêt ensuite pendant un mois, puis reprise du traitement indéfiniment. Ce traitement, qui a pour but de pallier un défaut permanent de production d'hormone, est nécessairement long. L'hormone est extraite de la thyroïde de porc, animal qui en contient le plus (30 000 unités biologiques⁽¹⁾ contre 200 chez l'homme). Il existe également des calcitonines de synthèse, mais elles sont moins bien tolérées. On songe aussi à en produire par génie génétique mais toutes les difficultés ne sont pas encore résolues. Au Japon, où les porcs sont rares, on préfère utiliser de la calcitonine d'anguille et aux États-Unis, de la calcitonine de saumon.

Le traitement est sans danger et peut être pratiqué par un médecin généraliste.

(1) L'unité biologique est la quantité de produit nécessaire pour faire baisser la calcémie du rat de 1 mg par litre, une heure après l'injection du produit.

PEAU DE CULTURE POUR GRANDS BRÛLÉS

IL EST BIEN PLUS DIFFICILE DE

GREFFER DE LA PEAU que de greffer un rein, et pourtant l'on a bien plus besoin de greffons de peau que de reins de donneurs. Un espoir qui se matérialise : la technique de culture de peau actuellement utilisée dans deux hôpitaux et plusieurs cliniques lyonnais.

Lyon, autrefois célèbre pour vendre de la soie au mètre, débite maintenant de la peau humaine en coupons. Des coupons de toutes tailles aux couleurs des races humaines, qui seront utilisés pour soigner les grands brûlés et les patients relevant de la chirurgie réparatrice ou esthétique. Cette peau, qui est obtenue en quelques jours après culture en laboratoire de cellules cutanées prélevées sur le malade, a déjà permis de traiter plusieurs patients gravement brûlés ou porteurs de plaies de grande surface des hôpitaux Edouard Herriot et Saint-Luc à Lyon et de différentes cliniques lyonnaises.

Les chercheurs lyonnais ont perfectionné une invention américaine du Dr Howard Green, du Massachusetts Institute of Technology à Boston (1). Le Dr Michel Faure, de l'unité de recherches INSERM 209 (hôpital Edouard Herriot à Lyon), dirigée par le Pr Jean Thivolet, a appris cette technique du Pr Green lui-même, qui a gracieusement révélé ses "secrets de fabrication".

Appréciable et humanitaire cadeau ; la fréquence des accidents par brûlures étant en France, comme dans la plupart des pays industrialisés est en constante augmentation : 400 000 par an, la majorité étant des enfants au-dessus de 5 ans. Parmi ces brûlés, 40 000 devront être hospitalisés et 20 000 d'entre eux seront si grièvement atteints qu'il faudra les traiter d'urgence dans des centres spécialisés. Malheureusement, 2 000 mourront de l'état de choc, d'un stress hormonal, d'un dérèglement

métabolique ou d'infections diverses.

Sur les vingt centres spécialisés dans le traitement des brûlés, seul celui de Lyon est pour l'instant capable de cultiver la peau humaine. Le Pr Thivolet et son équipe ont donc très peur d'être victimes de leur succès. "Rien qu'à Lyon, précise-t-il, on compte chaque année 300 admissions dans les services des grands brûlés, alors que notre unité INSERM ne comporte en tout et pour tout que six chercheurs." Aussi le Pr Thivolet demande que tous les moyens soient mis en œuvre pour répondre aux innombrables demandes à venir. Il faudrait pour cela, soit multiplier les centres de production de peau humaine, soit développer les réseaux entre centres de grands brûlés et laboratoires de production, les fragments de peau cultivés pouvant, selon le Pr Thivolet, voyager sans risque durant deux ou trois heures.

Tous les types de brûlures, des plus bénignes aux plus graves, sont justiciables de cette technique révolutionnaire. Précision : les brûlures bénignes atteignent moins de 15 % de la surface du corps, les brûlures graves 15 à 60 % et enfin les brûlures considérées comme mortelles touchent plus de 60 % de la surface corporelle. A cette mesure d'étendue, il faut en associer une autre, celle de profondeur ou degré de brûlure. Dans les brûlures dites du premier degré, seul l'épiderme superficiel est détruit et la brûlure guérit seule et très rapidement. Dans les brûlures du deuxième degré, il y a destruction de l'épiderme, mais conservation de la couche basale de Malpighi, couche qui sépare le derme de l'épiderme et

à partir de laquelle l'épiderme est élaboré. Là encore, la brûlure guérit toute seule, mais la cicatrisation exige une dizaine de jours. Enfin dans les brûlures du troisième degré, l'épiderme et le derme sont détruits et il peut y avoir atteinte des tissus sous-jacents. La marque clinique est une escarre de couleur brunâtre qui se cicatrise par rapprochement progressif des bords. Mais ce processus est très lent et on doit faire appel, lorsque la plaie est trop étendue, à des greffes de peau. Opération aléatoire, du moins jusqu'ici.

La peau, en effet, comme tous les organes, est soumise aux règles de la compatibilité tissulaire, compatibilité qui n'existe qu'entre vrais jumeaux, alors que chez les autres individus, sans lien de parenté, cette éventuelle compatibilité doit être établie. Dans ce domaine, la France occupe une position de pionnier grâce à la création, il y a une quinzaine d'années, de France-Transplant, qui a pour but de déterminer — grâce à un ensemble de laboratoires d'histocompatibilité répartis sur tout le territoire français — les groupes tissulaires des malades et des donneurs d'organes ou de tissus. Les résultats de ces groupages sont rassemblés en un fichier ordinateur central et, lorsqu'un organe ou un tissu sont disponibles, le receveur le plus compatible peut en bénéficier. A ce jour, les reins, le cœur, le foie, la cornée et bientôt la moelle, qui permettra de traiter les sujets leucémiques ou sans défenses immunitaires (les fameux enfants-bulle), font ou feront l'objet de tels groupages.

Pour la peau, une telle sélection n'existe pas, pour la simple raison que les probabilités de trouver un greffon de peau compatible avec un receveur sont extrêmement faibles, beaucoup plus faibles en tout cas que de trouver une compatibilité entre deux organes quelconques (rein, cœur, etc.). En effet, la compatibilité tissulaire met en jeu des protéines spéciales, présentes à la surface des cellules et codées par la machinerie cellulaire. Ces protéines, identiques dans toutes les cellules d'un même

(1) Voir *Science & Vie*, n° 807, décembre 1984.

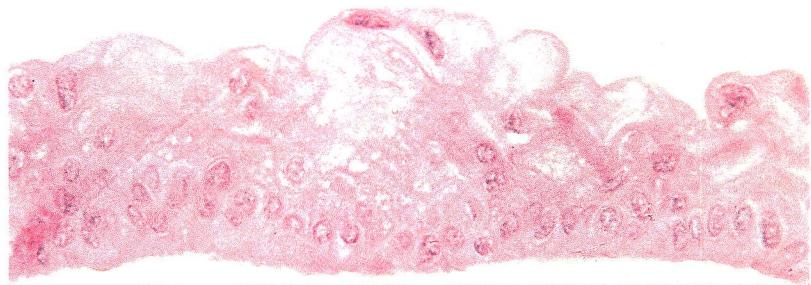
individu, font office de marqueurs et définissent en quelque sorte la carte d'identité génétique de l'individu. Cette identité des marqueurs n'empêche cependant pas une certaine variation dans leur nombre selon les organes ou les tissus. Par exemple, le rein en contient peu et par conséquent il est relativement facile de trouver un rein de donneur compatible avec un receveur. Par contre, les cellules de la peau en contiennent davantage, d'où une carte d'identité plus précise.

La solution la plus sûre consiste à greffer sur les brûlures la propre peau du sujet, le greffon est alors appelé autogreffe. Si la brûlure est légère, le greffon est prélevé directement sur une partie saine du corps, puis il est greffé sur la partie malade. Mais si la brûlure est étendue, les parties de peau saine sont insuffisantes pour couvrir la plaie d'un seul tenant. D'où l'idée de cultiver la peau en laboratoire. Pour ce faire, le Pr Green préleve un fragment d'épiderme dans une région non atteinte par les brûlures, en général la plante des pieds ou les aisselles. Ce fragment de 1 et 2 cm² est détaché du derme sous-jacent avec un enzyme, la trypsine. Puis les cellules du greffon d'épiderme sont séparées les unes des autres également avec la trypsine et une autre substance, l'EDTA (éthylène-diamine-tétracétique), qui par son action sur les ions calcium favorise la séparation des cellules les unes des autres. Les cellules ainsi isolées sont ensuite placées sur un tapis de cellules du tissu conjonctif (les fibroblastes) de souris qui font office d'engrais. Ces fibroblastes, dits 3T3, doivent au préalable être irradiés sinon, à cause de leur multiplication rapide, et du fait qu'ils fabriquent du collagène de soutien, ils envahissent la culture de cellules épidermiques qui se trouvent rapidement étouffées.

Au bout de deux semaines environ, les 1 à 2 cm² de peau initiales produisent en culture une couche simple d'épiderme de 300 cm². On refait alors les mêmes opérations — séparation des cellules épidermiques et culture de ces cellules sur des fibroblastes irradiés 3T3 de souris — et on obtient cette fois, en dix jours et non plus en quinze, une couche pluristratifiée de cellules épidermiques. Bref, à un prélevement initial de 1 cm² correspond en 3 ou 4 semaines un épiderme greffable de 1 m² environ.

Le fragment d'épiderme est décollé de la boîte de Pétri à l'aide d'un enzyme, la dispase, puis il est agrafé sur une compresse enduite de vaseline, et cette compresse est posée directement sur la peau du malade. Six à sept jours après, la compresse est enlevée. L'épiderme greffé com-

Pr Eugene Bell, lui aussi du Massachusetts Institute of Technology, consiste à produire une peau artificielle complète, associant derme et épiderme. Cette technique vient d'être perfectionnée par une équipe parisienne (Pr René Louis Touraine et Louis Dubertret, service de derma-



mence alors à reconstituer un derme sous-jacent.

Les avantages de cette nouvelle technique sur celles classiques employées dans les centres pour brûlés sont immenses. Le procédé le plus couramment utilisé est celui mis au point en 1954 par deux chercheurs anglais, Mowlem et Jackson. Il consiste à découper dans la peau restée saine de petites bandes dites d'autogreffes de 1,25 cm de largeur, que l'on place sur la blessure en alternance avec des bandes dites d'homogreffes provenant de la peau d'un cadavre. La guérison se fait par élargissement progressif des bandes d'autogreffes tandis que les homogreffes désquamant et disparaissent. Finalement, les cellules de l'épiderme remplacent progressivement les cellules de la peau de cadavre.

Cette technique permet de traiter des brûlures qui ne dépassent pas en étendue 50 % de la surface du corps. Pour les brûlures plus graves, il y a risques de septicémies mortelles.

Pour remplacer les techniques classiques trois voies de recherche sont actuellement explorées. La première consiste à empêcher le rejet du greffon par le receveur, ce qui implique l'utilisation, délicate, de médicaments immunodépresseurs capables d'enrayer le rejet. La deuxième, limitée par le problème des marqueurs, consiste à trouver une peau de donneur compatible avec celle du receveur. La troisième voie, enfin, consiste à cultiver de la peau humaine en laboratoire.

Deux techniques sont possibles. La première est celle du Pr Green, exposée plus haut. La seconde, celle du

tologie de l'hôpital Henri Mondor). Les résultats de l'équipe française ont été annoncés le 15 mai dernier lors du quatorzième meeting de la Société européenne de recherche en dermatologie qui s'est tenu à Amsterdam.

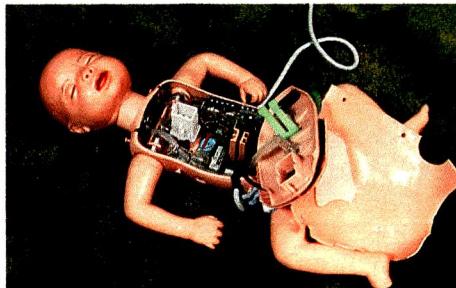
Le derme qui n'est (curieusement) pas sujet aux phénomènes immunologiques de rejet, est préparé à partir de la culture de fibroblastes prélevés sur la peau du malade ou d'un animal. Puis ces fibroblastes sont mélangés à du collagène de veau, tissu de soutien du derme. Ensuite les cellules épidermiques prélevées sur le malade sont "repiquées" sur le derme où elles se développent comme des feuilles de lotus.

Selon le Dr Michel Faure ce procédé semble pour l'instant plus long et de réalisation plus complexe que celui du Pr Green. D'autre part, parce la technique de fabrication d'épiderme du Pr Green donne toute satisfaction. Certes, à cet épiderme il manque le derme sous-jacent qui confère à la peau la qualité mécanique. « Mais, selon le Dr Faure, cela n'a aucune importance, car le derme se reconstitue rapidement sans que l'on observe de rétraction des plaies recouvertes. »

Le seul ennui est que la nouvelle peau ne contient ni glandes sudoripares, ni terminaisons nerveuses. Elle ne respire donc pas, et reste insensible. Cette "peau de laboratoire" ne servira pas qu'au traitement des brûlés. On pense aussi l'utiliser pour recouvrir des plaies consécutives à l'excision de grands noeuds, de tatouages ou encore pour cacher une cicatrice.

En boîte de Pétri, l'épiderme se reconstitue et peut être rapidement greffé.

ANNIE, LA POUPEE CARDIAQUE



La poupée électronique, Annie (1), aide son sauveteur à la sauver.

Voici (2), donné par l'ordinateur, l'endroit exact où le sauveteur doit appuyer.

Annie est une malade qui ne mourra jamais. Mannequin bourré de capteurs, c'est le dernier-né de la firme Actronics, et sa plus récente contribution au système d'apprentissage de la réanimation cardio-pulmonaire de l'American Heart Association. Ce système, qui n'existe pas en France, utilise, pour un enseignement interactif, vidéo-disque et micro-ordinateur.

Devant un arrêt cardiaque ou respiratoire il y a peu de temps à perdre ! La réanimation doit être entreprise avant que le cerveau, privé d'oxygène et de glucides (comburant et carburant) ne subisse des lésions irréversibles. L'idéal serait que chacun sache pratiquer les gestes essentiels.

Ces gestes sont simples : ventilation et massage cardiaque doivent apporter l'oxygène et assurer une circulation sanguine minimum. La rapidité de mise en œuvre n'est pas tout, il faut aussi que ces manœuvres soient correctement exécutées pour être efficaces. Mais comment enseigner ces techniques, de façon valable, à une masse d'étudiants, voire à toute une population, au cours d'un brevet de secourisme par exemple ?

Pour répondre à ce besoin,

LES AMERICAINS UTILISENT

DES MANNEQUINS

pour enseigner la réanimation d'urgence d'une personne victime d'un arrêt du cœur. Idée astucieuse, dit un médecin français, mais on peut apprendre aussi à sauver les cardiaques sans jouer à la poupée.

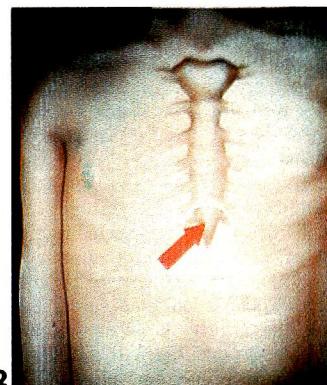
Actronics commercialise donc aux Etats-Unis le système décrit plus haut. En plus du modèle fillette, il existe un modèle adulte.

Les capteurs informent l'ordinateur de la qualité des gestes pratiqués par l'apprenti sauveteur. Ces données sont transmises au micro-ordinateur qui, à son tour, exploite les vastes capacités de stockage de l'information du vidéo-disque laser, auxquelles s'ajoute la possibilité d'un accès rapide à ces informations. En réalité, "la victime" enseigne à son sauveteur.

L'appareillage comporte deux écrans, l'un visualisant les informations délivrées par le vidéo-disque, l'autre, celles provenant du micro-ordinateur ; le mannequin est relié à ce dernier. L'étudiant choisit, grâce à un crayon à lumière qu'il suffit de placer sur l'écran, un des programmes enregistrés sur le vidéo-disque.

Les manœuvres de réanimation de l'étudiant sur le mannequin sont analysées par le micro-ordinateur, qui commande ensuite le déroulement du programme choisi sur le vidéo-disque.

Il existe des programmes beaucoup plus complexes permettant l'étude des troubles du



2

rythme cardiaque et destinés à des étudiants en médecine. Contrairement à un enseignement traditionnel, qui consiste à apprendre des tracés d'electrocardiogrammes, l'étudiant doit construire lui-même le tracé d'un trouble du rythme cardiaque grâce au crayon à lumière. Il ne s'agit donc plus d'un enseignement passif, puisque le système oblige l'étudiant à mobiliser activement ses connaissances.

Le Dr Saurat, anesthésiste réanimateur, instructeur national de la Croix rouge, qui s'occupe de l'enseignement de la réanimation cardio-pulmonaire d'urgence en France et à l'étranger a bien voulu commenter ce système.

Tout d'abord, il faut savoir ce que l'on doit attendre d'un enseignement de la réanimation cardio-pulmonaire d'urgence : il doit permettre à une personne isolée, ne disposant d'aucun moyen technique, de maintenir le sujet en vie en attendant des secours. Cela suppose un diagnostic rapide de l'arrêt cardio-respiratoire et l'exécution immédiate d'une technique correcte. Massage cardiaque et ventilation doivent assurer l'arrivée au cerveau d'un flot aussi continu que possible de sang oxygéné. (Un massage cardiaque bien fait assure l'éjection d'un volume de sang qui n'est que de 40 % du volume éjecté par un cœur normal.)

Cette réanimation demande un effort physique important. Le réanimateur doit avoir une position correcte et savoir doser ses efforts pour pouvoir tenir assez longtemps : le Dr Saurat demande aux élèves de tenir une demi-heure ! Lui-même et son équipe sont entraînés à tenir deux heures.

Selon lui, ce système présente des avantages : il permet l'analyse du rythme, des pressions, de la fréquence de cette réanimation et la visualisation de ces données pour l'enseigné et l'enseignant. Le programme d'étude des troubles du rythme cardiaque, lui, semble d'un grand intérêt.

Mais il y a des inconvénients. Le premier est la dispersion de l'attention de l'étudiant. Celui-ci aura les yeux fixés sur l'écran et la mémorisation "manuelle" de ses gestes sera moins bonne. C'est la raison qui fait que le Dr Saurat a abandonné, pour son enseignement, les mannequins reliés à des témoins lumineux qui signalent un geste réussi. Les étudiants ne regardent qu'une chose : l'allumage éventuel du signal ; ils sont plus tentés de rechercher la performance que de rester attentifs à une position correcte. D'ailleurs, aucun système ne prend en compte cette donnée essentielle (puisque elle conditionne la qualité et la durée de la réanimation) sauf

la présence d'un instructeur ! Ce système offre par contre une aide pour l'enseignant.

Autre critique, le prix et la sophistication. La réanimation d'urgence doit en effet être enseignée à un grand nombre de gens et il paraît difficile de disposer d'un nombre important de ces appareils, qui supposent en outre un minimum de connaissances pour leur manipulation. Cet enseignement perd donc de son intérêt s'il reste confiné dans un service hospitalier ou une faculté alors qu'il devrait être dispensé au plus grand nombre possible. Pour le Dr Saurat, il vaut mieux utiliser des moyens simples, utilisables en tous lieux et sans souci de maintenance sur le "terrain".

Dernier point : aucun enseignement ne permet d'affirmer que, en situation réelle, le secouriste pourra surmonter son angoisse et son dégoût de devoir faire un bouche-à-bouche ! Aussi enseigne-t-on toujours une méthode de ventilation manuelle (Sylvester) pour tenter de parer à ce problème difficilement prévisible. Le programmeur des petits robots y a-t-il pensé ? ●

OOPS!! YOU ONLY DID
5 COMPRESSIONS!

WE NEED A SERIES OF 15 COMPRESSIONS
IN ORDER TO EVALUATE YOUR WORK.

PLEASE TRY AGAIN!

4



Si l'étudiant oublie une phase du processus de réanimation (3), il sera corrigé par l'ordinateur (4). « Holà ! Vous n'avez fait que 5 compressions, il nous en faut 15 pour évaluer votre travail. Re-commencez S.V.P.! »

HEURE D'ÉTÉ : 75 % DE MÉCONTENTS

PLUS DE 2 500 LECTEURS ONT REPONDU JUSQU'ICI

AU QUESTIONNAIRE sur l'heure d'été que nous avions inséré dans notre numéro de juin. Beaucoup d'entre eux ont joint à leur réponse une lettre qui soulève des questions intéressantes et parfois inattendues.



La méthode du questionnaire a été critiquée. Mais les critiques ne sont pas toujours bonnes. Ainsi, certains lecteurs estiment que les questions posées étaient "orientées" contre l'heure d'été. Ce point de vue n'est pas défendable. En effet, la première question était : « Etes-vous plutôt satisfait, plutôt mécontent du système de l'heure d'été ? Aux questions suivantes : « Pensez-vous que l'heure d'été a un retentissement négatif sur... », les lecteurs qui désiraient cocher la case

"non" ne s'en sont pas privés. Si les questions à connotation négative étaient plus nombreuses que les questions à connotation neutre ou positive, c'est tout simplement que les arguments présentés contre l'heure d'été sont beaucoup plus nombreux que les arguments pour. Il n'existe en effet que deux arguments en faveur de l'heure d'été : celui des économies d'énergie et celui des soirées plus longues.

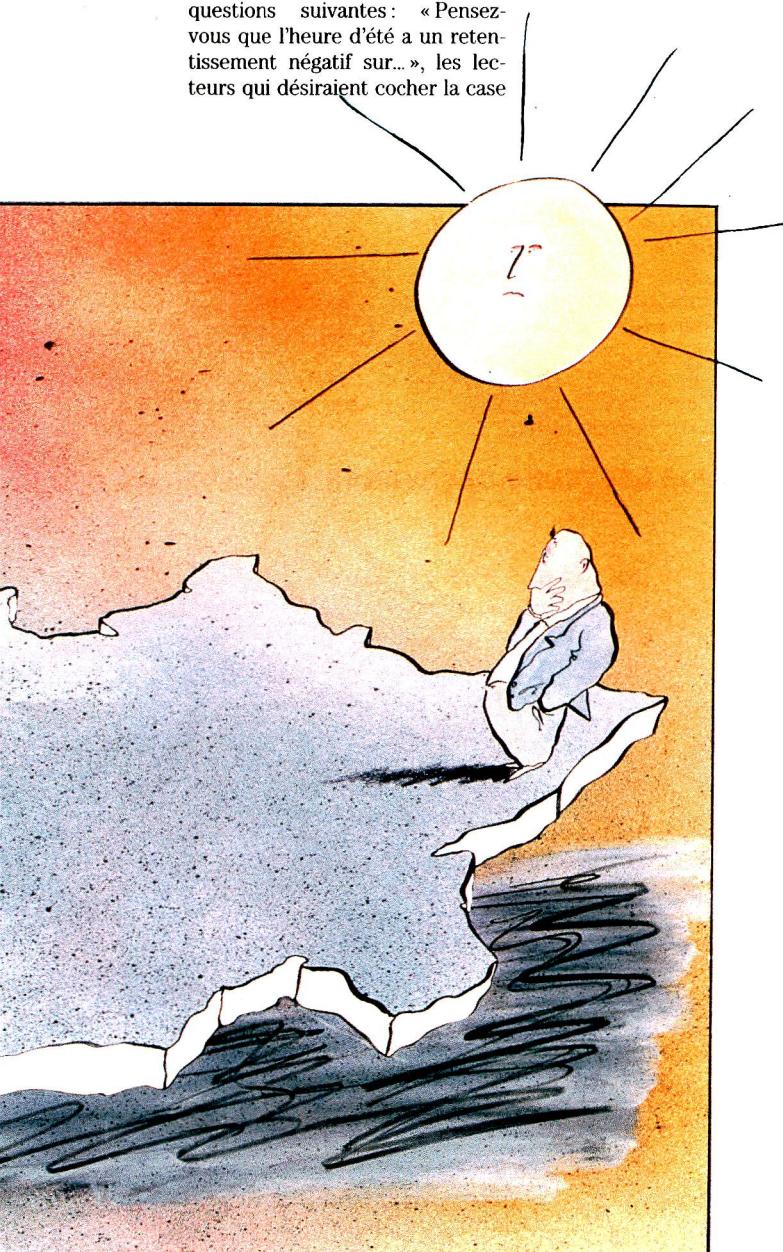
De même, le fait que le sondage

ait été inséré à la fin d'un article sceptique sur l'intérêt de l'heure d'été n'en fausse pas nécessairement les résultats. Il n'est pas rare qu'un sondage ou même un vote sous influence se solde par un résultat contraire au sens de l'influence. Qu'on se rappelle l'échec du référendum engagé en 1969 par de Gaulle ! Dans le cas de notre questionnaire, les plus jeunes de nos lecteurs ont clairement pris le contre-pied de la thèse défendue dans l'article.

Les vraies critiques qu'appelle ce sondage sont d'un autre ordre. C'est d'abord qu'il ne s'agit pas d'un véritable sondage, mais d'un questionnaire. Dans un sondage, on interroge systématiquement un échantillon représentatif de la population (en général un millier de personnes), et l'on note toutes les réponses, même celles de gens qui ne se sentent nullement concernés et n'auraient jamais répondu à un questionnaire qu'il faut découper dans une revue et envoyer par la poste. Or, seuls ceux de nos lecteurs qui avaient envie de répondre ont répondu. A supposer même qu'un sondage en bonne et due forme eût été réalisé auprès de nos lecteurs, ceux-ci ne forment pas un échantillon représentatif de la population : on compte par exemple une plus forte proportion de cadres et une moins forte proportion d'ouvriers ou de paysans que dans la réalité. Enfin, le fait que la réponse soit fonction de l'envie de répondre, donc de la motivation, permet de supposer que le questionnaire a eu pour effet de sur-représenter les adversaires de l'heure d'été.

Il faut garder à l'esprit ces réserves pour interpréter les résultats. Est-ce à dire que ceux-ci sont dénués de sens ? Non. D'abord parce qu'ils reposent sur un plus grand nombre de réponses que la plupart des sondages (plus du double). Nous n'avions pas prévu un tel afflux, qui montre au moins une chose : le problème est réel. Ensuite l'analyse statistique des réponses, menée grâce à un micro-ordinateur, donne des résultats significatifs, et non pas absurdes ou incohérents.

En l'absence de tout sondage



sérieux sur la question depuis 1976, ce questionnaire comble un vide. Sa suite logique devrait être l'organisation, par les pouvoirs publics ou un organisme quelconque, d'un vrai sondage en bonne et due forme.

L'ANALYSE

DES

RÉSULTATS (1)

Les femmes sont plus mécontents que les hommes (82 % contre 72 %). Elles sont 86 % à juger l'heure d'été défavorable aux enfants, 82 % défavorable aux agriculteurs, 65 % aux personnes âgées. Les hommes, eux, font passer les agriculteurs légèrement avant les enfants (80-76 %). Compte tenu du plus grand nombre d'hommes qui ont répondu, le pourcentage total de mécontents est de 74,6 %.

L'exception : les 15-19 ans sont pour l'heure d'été (42 % de réponses positives contre 40 % des réponses négatives). Pour des raisons évoquées plus haut, il est possible que ces 42 % eussent été majorés dans le cadre d'un sondage en bonne et due forme. Bien que favorables à l'heure d'été, les 15-19 ans sont cependant convaincus que celle-ci défavorise les agriculteurs (70 %) et les enfants (68 %). Pourquoi les adolescents sont-ils en majorité favorables à l'heure d'été ? Nous proposons une interprétation : ils cumulent le minimum de contraintes familiales et professionnelles et peuvent donc profiter au maximum des soirées plus longues.

Le pourcentage de mécontents croît à mesure que l'on va vers l'ouest. Il passe en effet de 68 % pour nos lecteurs de l'est à 83 % pour nos lecteurs de l'ouest. Les lecteurs de la France centrale sont mécontents à 75 %. C'est normal, puisque le décalage entre l'heure légale et l'heure solaire est d'autant plus grand qu'on habite plus à l'ouest.

Les agriculteurs sont les plus mécontents : 90 % (sur un total de 280 réponses). 85 % jugent que l'heure d'été est préjudiciable aux enfants.

Les artisans, les inactifs et les ouvriers (2) comptent parmi les plus mécontents (79-77 %).

Les vraies victimes de l'heure d'été sont les agriculteurs et les enfants (80 % de réponses positives à la question : « Pensez-vous que l'heure d'été défavorise... »).

Viennent ensuite les ouvriers (64 %) et les personnes âgées (59 %).

Habiter une maison individuelle ne réconcilie pas avec l'heure d'été : 77 % de mécontents. La proportion est voisine pour ceux qui habitent un immeuble avec volets (73 %). Curieusement, les habitants d'immeubles sans volets sont moins mécontents (62 %).

Ce n'est pas une bonne affaire pour l'économie française. C'est ce que pensent 73 % de nos lecteurs. La catégorie chez laquelle l'avis contraire est le plus répandu est celle des 15-19 ans (32 %). Peut-être par esprit de contradiction...

Les cadres supérieurs sont les moins défavorisés.

C'est l'opinion à la fois des autres catégories socio-professionnelles et des cadres supérieurs eux-mêmes. Ceux-ci sont les seuls à répondre, en majorité, ne pas être défavorisés par l'heure d'été. Cela ne les empêche pas de se dire mécontents à 70 % : ils pensent essentiellement aux enfants (79 %) et aux agriculteurs (74 %).

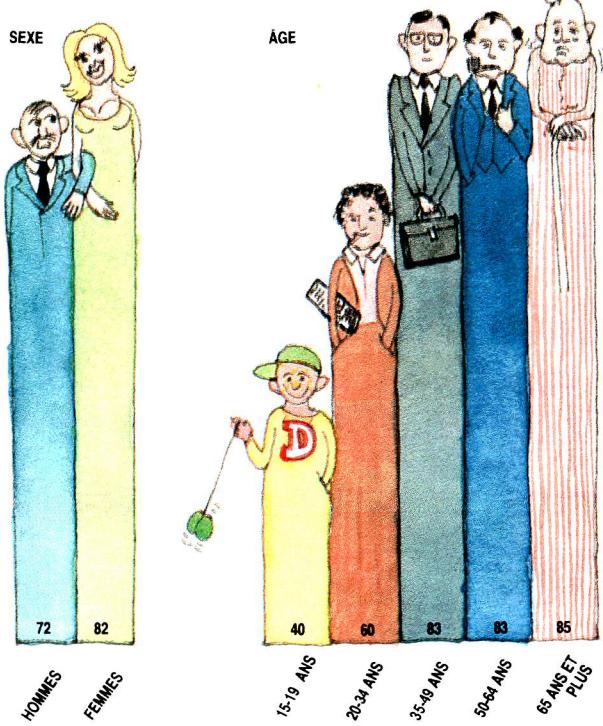
LES LETTRES

FAVORABLES A

L'HEURE D'ÉTÉ.

« Le Français est un révolutionnaire pour les autres mais se rebiffe quand on touche à ses ha-

NOS LECTEURS DÉFAVORABLES À L'HEURE D'ÉTÉ



(1) A l'heure où nous mettions sous presse, des lettres continuaient de nous arriver. Nous avons dû arrêter le traitement à la 2 250^e lettre...

(2) Nous avions demandé d'indiquer la profession du chef de famille, et non pas nécessairement celle de la personne répondant au questionnaire, car ce sont les conditions de vie

de la cellule familiale qui nous intéressent.

bitudes » écrit M. Tricaud, de Gironde. Pour lui, l'heure d'été « ne perturbe pas du tout les enfants, qui profitent ainsi d'un tiers-temps naturel ». Cela permet aux parents et aux enfants d'être plus longtemps ensemble. Les personnes âgées se lèvent tard et profitent des longues après-midi. Quant aux agriculteurs (il dit connaître ceux des Pyrénées), il ne les a jamais entendus se plaindre.

Comme la plupart des partisans de l'heure d'été, M. Tricaud insiste sur l'intérêt de ce « troisième mi-temps » qui semble rendu possible par l'allongement apparent des soirées. C'est le cas d'un agriculteur du Morbihan, M. J. André. Celui-ci est convaincu que l'agriculteur moderne n'a que faire de journées de travail dépassant 8 ou 9 heures. Il souligne que le ramassage du lait se fait de plus en plus dans le courant de la journée, le lait étant réfrigéré. Il se dit pour sa part enchanté de son sort.

Son de cloche franchement hédoniste de la part d'un jeune homme de 25 ans, M. Pultrone,

habitant les Bouches-du-Rhône : « Quand je rentre du travail (17 h 30) j'ai l'impression de commencer une nouvelle journée. J'ai le temps de passer une sorte d'après-midi entière sur la plage... Oui, sincèrement, cette petite heure en plus les soirs d'été me semble durer une éternité... »

Un fonctionnaire sévère des Eaux et Forêts de Moselle, M. Kiefer, s'insurge cependant contre l'assimilation entre heure d'été et loisirs. Quand il rentre chez lui après une dure journée de travail, il travaille encore : « L'heure d'été me permet d'assurer l'entretien des abords de mon domicile... » Ses enfants aussi travaillent : « L'heure d'été ne les gêne en rien puisqu'ils apprennent leurs leçons de 20 h 30 à quelque 22 h. »

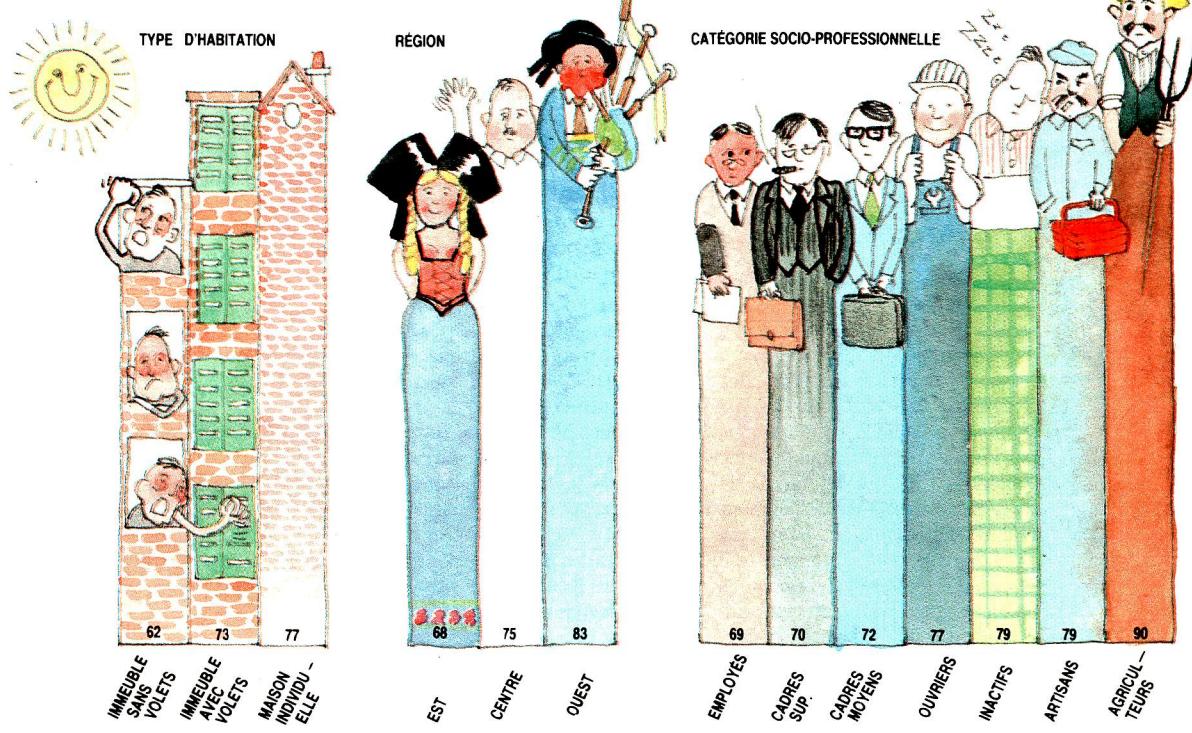
Aucun de nos lecteurs ne se hasarde à invoquer l'argument des économies d'énergie. L'un d'eux fait cependant remarquer que le changement d'heure contribue à sensibiliser l'opinion au problème.

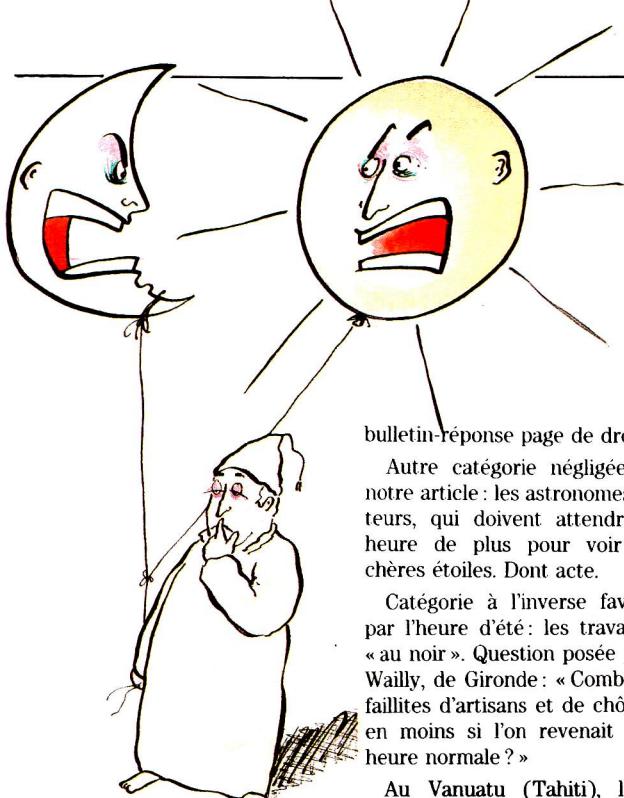
Plusieurs lecteurs favorables à l'heure d'été souhaiteraient que

l'on songe à supprimer... l'heure d'hiver. Il n'y aurait donc plus de changement d'heure : celle-ci serait toute l'année en décalage de deux heures par rapport à l'heure solaire. On nous permettra de faire observer que la suppression de l'effet psychologique dû au brusque passage à l'heure d'été au printemps risque d'ôter aux « fans » de l'heure d'été une bonne partie de leurs joies vespérales. Cette mesure aurait d'autre part pour résultat certain de nous rendre les matinées d'hiver encore plus désagréables. Et elle entraînerait une surconsommation d'énergie.

Un petit futé du Var, lecteur de *Science & Vie* depuis 1937, M. Jean Coudert, formule une autre proposition : mettre l'heure d'été du 15 février à la fin mai, puis de nouveau du 15 août au 15 novembre. C'est faire très justement remarquer que l'heure d'été n'apporte pas d'avantage substantiel entre la fin mai et le 15 août, période pendant laquelle les longues soirées d'été sont là de toute manière, avec ou sans heure d'été. Dans la

QUI SONT-ILS, OÙ VIVENT-ILS, QUE FONT-ILS ?





bulletin-réponse page de droite).

Autre catégorie négligée dans notre article : les astronomes amateurs, qui doivent attendre une heure de plus pour voir leurs chères étoiles. Dont acte.

Catégorie à l'inverse favorisée par l'heure d'été : les travailleurs « au noir ». Question posée par M. Wailly, de Gironde : « Combien de faillites d'artisans et de chômeurs en moins si l'on revenait à une heure normale ? »

Au Vanuatu (Tahiti), l'heure d'été fut instituée par les autorités françaises en 1983 : il fallait s'aligner ! Le principal d'un collège, M. Sabac, fait observer que, ce territoire n'étant pas éloigné de l'équateur, les jours et les nuits sont de longueur comparable. La décision de 1983 eut pour effet d'obliger à se lever la nuit une population habituée depuis des millénaires à se lever avec le soleil. En fait, beaucoup refusent d'obtempérer et arrivent en retard à leur travail. Les élèves sont fatigués et dorment en classe. La consommation locale d'énergie est augmentée.

Elles sont beaucoup plus nombreuses et les lecteurs soucieux de symétrie nous pardonneront de leur accorder plus de place.

Nous devons d'abord des excuses à une catégorie professionnelle à laquelle nous n'avions pas songé : les cambrioleurs. Comme l'écrit un détenu de la maison d'arrêt de Chaumont (Haute-Marne), l'heure d'été est « la mort d'une profession qui pourtant remplit régulièrement les colonnes des journaux : la cambriole. En effet les gens se couchent de plus en plus tard et se lèvent de plus en plus tôt : alors quand travailler ? » (voir lettre et

que le soleil brille et ont du mal à les réveiller le matin.

Faisant écho à d'autres lettres, Mme Lardet, enseignante dans l'Ain, souligne aussi le problème du froid matinal, aggravé par le décalage de deux heures. Les enfants doivent s'habiller trop chaudement pour la saison et attrapent des toux et des bronchites « qui viennent, s'ajouter aux dépenses de sécurité sociale ».

Plusieurs agriculteurs ont tenu à faire remplir le bulletin-réponse au questionnaire par toute la famille, voire l'entourage. Les arguments déjà évoqués dans l'article sont repris en choeur. « Les vaches mettent une semaine à s'adapter à la nouvelle heure, mais le producteur doit respecter l'heure de ramassage du lait » ; écrit M. Faucheux, du Loir-et-Cher. Il ajoute : « Beaucoup de travaux ne peuvent s'effectuer lorsque la rosée du matin n'est pas ressuyée. Cela se traduit par des heures supplémentaires le soir. »

Éleveur de brebis près de Roquefort, M. Romiguier écrit : « Le lait est ramassé à 8 h 00. Nous sommes debout à 5 h 30 légales, soit 3 h 30 solaires. Pour la fenaison, la rosée n'est pas levée avant 11 h 00. Si je veux dormir 8 h 00, il me faut être au lit avant 22 h 00. En période de fenaison, c'est l'heure à laquelle je rentre après la traite du soir. Le soir, qui est le moment privilégié de la famille, n'existe plus, puisque les enfants d'âge scolaire doivent aller au lit avant le soleil. Nous ne prenons presque plus de repas en communauté. Ce système nous pousse à la

LES LETTRES
DÉFAVORABLES À
L'HEURE D'ÉTÉ.

Dans l'Hexagone, « nos petits élèves bâillent comme des carpes et sont amorphes jusque vers 9 h 30-10 h », écrit typiquement une institutrice d'école maternelle. « Chez les 2-4 ans, on retrouve après Pâques les hurlements de la rentrée de septembre. Les 4-6 ans se montrent à la fois passifs et agressifs. » Même genre de remarques chez les professeurs de collège et de lycée, qui se plaignent de voir les élèves dormir le matin en classe et rendre des devoirs bâclés. Les parents ne parviennent pas à faire comprendre à leurs enfants qu'il faut se coucher alors



Dessins N. Guilleret

fatigue, à l'énerver, et je crois aussi à la baisse du rendement et de la qualité du travail.»

Mêmes remarques chez les ouvriers. Le dirigeant d'une PME des Hautes-Pyrénées, M. Lassalle, constate que depuis l'instauration d'heure d'été, « ses employés n'ont pas la même efficacité. Le matin à l'embauche, il est aisé de constater qu'ils n'ont pas suffisamment dormi ». Et de conclure : « L'heure d'été s'ajoute aux nombreux éléments qui font obstacle à la compétitivité des entreprises françaises. »

Un chef d'équipe en 3 × 8 chez Michelin, M. Molet, estime que le sommeil et le rendement des ouvriers qui commencent à 5 h sont profondément perturbés : « lever à 3 h pour ceux qui font de 30 à 50 km par car, donc coucher à 21 h (19 h solaires) au moment où en été c'est le meilleur. Endormissement difficile, sommeil intermittent. »

Beaucoup de lettres soulignent le recours accru aux somnifères. Un infirmier de l'hôpital psychiatrique de Brest suggère qu'une enquête soit menée sur la consommation d'hypnotiques pendant l'heure d'été. Il confirme d'autre part que les malades apprécient très peu de prendre leur dîner en plein jour. M. Brungs, de Poitiers, indique que le repas du soir dans les maisons de retraite de la région sont servis cinq heures avant la tombée de la nuit. Lui-même, diabétique, éprouve « énormément de difficulté à adapter son régime au changement d'heure ». ■

La question des économies d'énergie fait l'objet d'un courrier abondant. Plusieurs lecteurs notent que nous avons omis de tenir compte de la surconsommation de fuel et de gaz due à la nécessité de chauffer les bureaux, les écoles ou les domiciles plus tôt le jour (alors qu'il fait plus froid) ou encore d'ouvrir le chauffage pendant deux heures le matin alors que le démarrage des activités, une heure plus tard, permettrait de ne pas l'ouvrir du tout.

D'autres estiment que l'argument de la surconsommation d'essence le soir, bien que non

mesurable, ne doit pas être négligé. Un lecteur pose le problème du coût de la remise à l'heure, deux fois par an, de toutes les horloges publiques et professionnelles... Certains suggèrent une mesure « plus économie et plus saine que l'heure d'été » : arrêter les émissions de télévision vers 22 h.

Pour conclure, et en nous excusant de ne pas avoir cité de nombreuses lettres intéressantes, citons ce mot d'un conseiller à la Cour des comptes, pour qui l'instauration de l'heure d'été est l'exemple type d'une mesure « à coefficient de frottement exagéré ». Euphémisme d'un haut fonctionnaire habitué à ce genre d'errement !

La réponse inattendue d'un de nos lecteurs

11
[REDACTED]

Maison d'Améy
57 rue du Val Cambrion
52012 - Chaumont

lundi 6 Mai 1985

**SONDAGE "SCIENCE & VIE"
SUR L'HEURE D'ÉTÉ**

SEXE

Homme

Femme

ÂGE

15-19 ans

20-34 ans

35-49 ans

50-64 ans

65 ans et plus

OU HABITEZ-VOUS ?

A l'est d'une ligne imaginaire Le Havre-Angoulême-Tarbes

A l'ouest d'une ligne imaginaire Reims-Roanne-Montpellier

Entre les deux

TYPE D'HABITAT

Maison individuelle

Immeuble avec volets

Immeuble sans volets

PROFESSION DU CHEF DE FAMILLE

Agriculteur

Ouvrier

Employé

Artisan, commerçant

Cadre moyen

Cadre supérieur

Scout combadoile

Cochez les cases correspondant aux questions, puis déroulez toutes les pages et envoyez à : SONDEURS DE LA SCIENCE & VIE SONDEAGE SUR L'HEURE D'ÉTÉ 21, CHEMIN DE LA TOUSSAINT 75000 PARIS

QUESTIONS

1. Êtes-vous plutôt satisfait, plus tôt mécontent du système de l'heure d'été ?

Plutôt satisfait

Plutôt mécontent

Different

2. Pensez-vous que l'heure d'été a un retentissement négatif

sur les enfants d'âge scolaire ?

Oui

Non

3. Ne savez pas

4. Pensez-vous que l'heure d'été a un retentissement négatif

sur les personnes âgées ?

Oui

Non

5. Ne savez pas

6. Pensez-vous que l'heure d'été a un retentissement négatif

sur une bonne affaire pour l'économie française ?

Oui

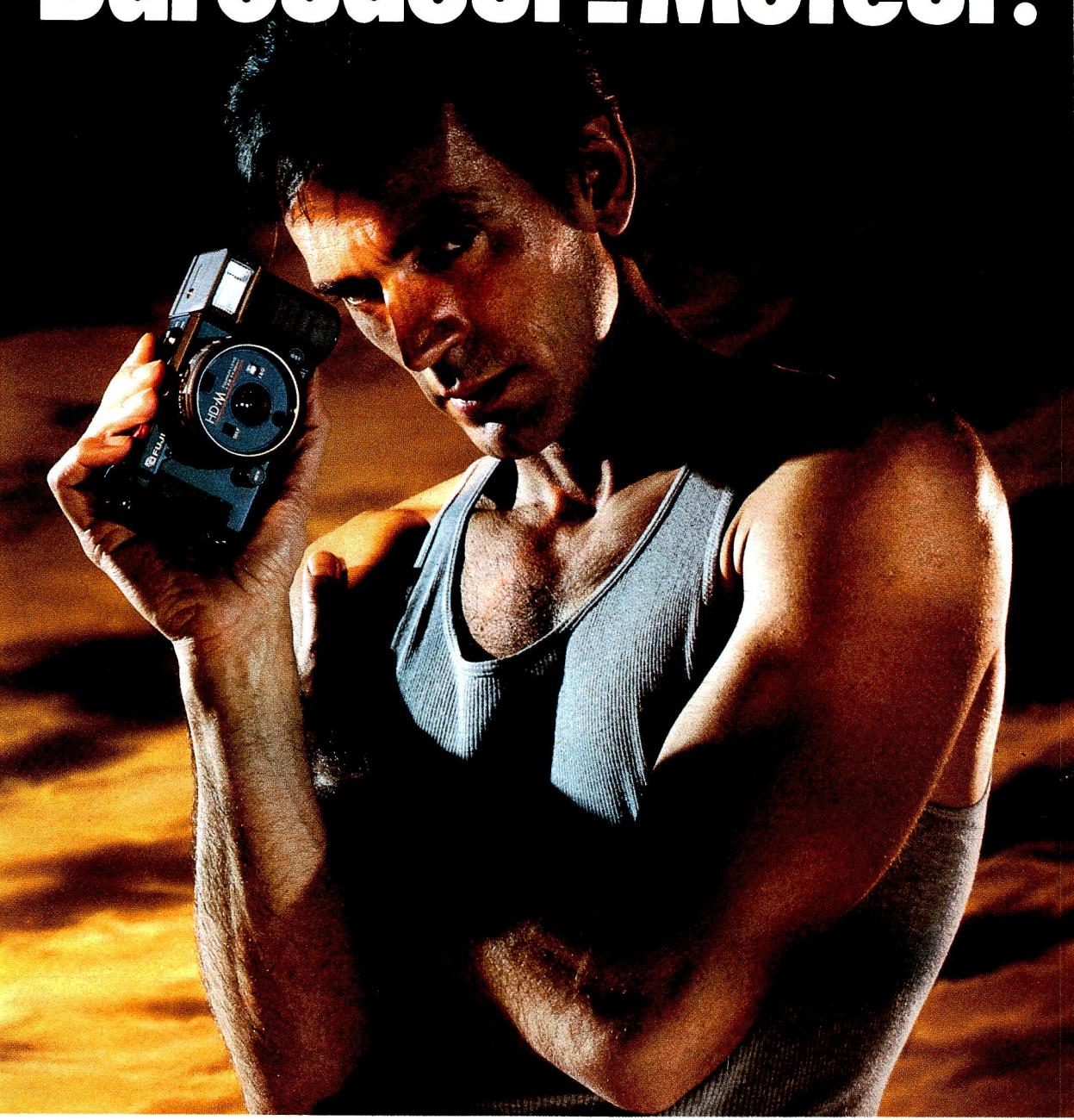
Non

Ne savez pas

N. B. : Pour répondre à un vœu souvent exprimé, voici l'adresse de l'Association contre l'heure d'été : 21 chemin de la Toussaint 33500 Libourne.

FUJI HD-M

Baroudeur...Moteur.



Amateurs de sensations fortes, déclenchez-vous ! Voici le FUJI HD-M, le BAROUDEUR à **moteur**. Encore plus "Pro" que le célèbre BAROUDEUR HD-S, qui a su conquérir **amateurs et professionnels**. Compact 24x36, **étanche et anti-chocs**, le FUJI HD-M est équipé d'un objectif 2,8 de 38 mm, d'une qualité suprenante.

Carrossé pour l'aventure, il assure toutes les photos impossibles.

- Photos sous-marines jusqu'à 2 mètres, **il assure** - Mer agitée et planche à voile, **il assure** - Vent de sable et tempête de neige, **il assure** - Sueurs froides et sports violents, **il assure** - Fous rires ou moments tendres, **moteur**...

Exposition **automatique**, flash incorporé, **avance motorisée** du film, sensibilité jusqu'à 1600 ISO, retardateur **électronique**. Sur le FUJI HD-M, tout est prévu pour déclencher des photos parfaites.

Une gamme d'accessoires très "BAROUDEUR": ceinture de poitrine, boîte à film, sac flottant, flotteur, parasoleil.

Tout est prévu pour photographier en pleine action, BAROUDEUR au poing.

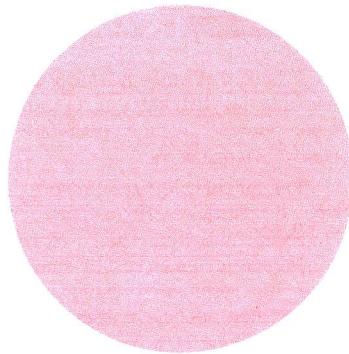


Ministère de l'Industrie

Baroudeur FUJI HD-M. Demandez-lui tout, même l'impossible.



Demande de documentation à Fuji Film France: 2, avenue Franklin - 78186 St-Quentin-en-Yvelines Cedex



POLLUTION

LA PLUIE ACIDE PEUT AUSSI RENDRE SÉNILE

L'aluminium est un métal très répandu ; il forme 5 % de la croûte terrestre. Il est insoluble dans l'eau, à moins qu'elle soit très acide. Les pluies acides le dissolvent donc et le charrient des sources et des rivières jusque vers nos robinets. L'Américain Perl, de l'université du Vermont, estime que les populations mondiales consomment bien plus d'aluminium qu'autrefois. C'est risqué, parce que l'aluminium altère les tissus cérébraux et certains le soupçonnent même d'être responsable de la Maladie d'Alzheimer, ou démence sénile, l'un des grands tueurs du 3^e âge (100 000 morts par an aux États-Unis). Les soupçons semblent fondés, car dans les pays où le sol est riche en bauxite ou mineraux d'aluminium, les taux d'Alzheimer sont anormalement élevés.

HOMÉOPATHIE : UN FABRICANT NOUS RÉPOND

A la suite de notre deuxième article sur l'homéopathie, nous avons reçu la lettre suivante de l'un des principaux fabricants des produits incrémentés, les laboratoires Boiron :

« Un article du numéro du mois de mai 1985 de *Science & Vie* sous la signature de Monsieur Pierre Rossion met en cause les Laboratoires Boiron dans des termes qui exigent l'exercice d'un droit de réponse en raison des inexactitudes qu'il contient.

» L'auteur de l'article fait état d'une lettre que les Laboratoires Boiron ont adressée à des médecins et qui mentionne la procédure de diffamation introduite à l'encontre de ce magazine, du fait de la publication dans son numéro de décembre 1984 d'un article intitulé "Pour ou contre l'homéopathie".

» *Science & Vie* prétend n'avoir « aucune nouvelle d'une plainte » et se demande s'il « faudra sommer les Laboratoires Boiron d'engager effectivement » des poursuites.

» La vérité est qu'une assignation en diffamation devant le Tribunal de Grande Instance de Paris a été délivrée à la Société Excelsior Publications, éditrice de *Science & Vie*, le 27 février 1985.

» Contrairement à ce qu'il indique, le magazine ne pouvait ignorer ce fait au moment de mettre sous presse son numéro de mai, puisque son défenseur, Maître Jaudel, s'est constitué devant le tribunal, le 12 mars 1985. Il est

donc faux d'affirmer au mois de mai que les Laboratoires Boiron n'ont engagé aucune poursuite contre *Science & Vie*.

» Par ailleurs, le titre provocateur de l'article, "Homéopathie : l'expérimentation dit non", et la condamnation qui en résulte sur la base de résultats préliminaires d'essais non publiés, réalisés dans des conditions et protocoles non précisés, témoigne d'emblée d'une volonté de discréder une thérapeutique, l'homéopathie, prescrite quotidiennement par plus de 6 000 médecins diplômés que des millions de patients viennent consulter et qui s'en trouvent particulièrement satisfaits.

» Il paraît donc inutile de relever les inexactitudes scientifiques que contient l'article. Les Laboratoires Boiron attendent avec sérénité le débat et le jugement des experts scientifiques qualifiés, tant français qu'internationaux, qui travaillent actuellement sur le sujet.

» Ils se borneront simplement à préciser que les travaux réalisés pour les Laboratoires Boiron par l'Unité 200 de l'INSERM ne sont que la confirmation de travaux effectués depuis plusieurs années par d'autres équipes et qui ont fait l'objet de communications dans des congrès internationaux (Congrès international d'allergologie et d'immunologie clinique - Londres, octobre 1982 ; European Histamin Research Society - Florence, mai 1984). Ils attendent que

les travaux dont *Science & Vie* fait état soient publiés en détail pour juger de leur validité.

» D'autre part, nous formulons les plus expresses réserves quant au préjudice que nous subissons du fait de la publication de votre série d'articles dont le manque d'objectivité sera aisément démontré devant le tribunal.

» Enfin, nous pensons qu'il est utile de vous rappeler l'article 13 de la loi du 29 juillet 1881, modifié par la loi du 29 septembre 1919 qui prévoit et organise l'exercice du droit de réponse (4^e alinéa in fine) : "Les dispositions ci-dessus s'appliquent aux répliques lorsque le journaliste aura accompagné la réponse de nouveaux commentaires."

» Veuillez croire, Monsieur, à l'expression de nos sentiments distingués.

Pour la S.A. Laboratoires Boiron
J. ABECASSIS
Directeur Général Adjoint

SCIENCE & VIE PERSISTE ET SIGNE

Les services administratifs du groupe de presse (Excelsior Publications) qui édite *Science & Vie* avaient effectivement reçu, fin février, l'assignation mentionnée ci-dessus. Par suite d'une erreur d'aiguillage que nous sommes les premiers à regretter, la réduction de la revue mensuelle n'en a pas été avisée en temps utile. Dont acte, avec nos

MAGNÉTISME

UN NAVIRE SANS VOILES NI MOTEUR

Une des curiosités d'Expo 85, la grande manifestation de Tsukuba, au Japon, est une maquette de bateau de 4 m de long, sans moteur, voile, ni gouvernail, et qui pourtant avance sur l'eau de son bassin. C'est un bateau magnétique.

Dire qu'il n'a pas de moteur n'est pas faux au sens traditionnel que l'on donne au terme moteur : il est cepen-

dant muni d'un système de propulsion original : des aimants supraconducteurs disposés tout le long de la coque et produisant un champ magnétique puissant dans l'eau, et un générateur qui envoie, toujours dans l'eau, entre deux électrodes placées sous la coque, un courant électrique puissant.

L'eau de mer, puisque c'est à elle qu'a songé l'inventeur, est, en effet, un

bon conducteur de l'électricité : le courant créé est alors perpendiculaire au champ magnétique et la force électromagnétique résultante pousse le navire. Pour faire reculer le bateau, il suffit d'inverser les charges des électrodes.

Le réalisateur : Yoshiro Saji, physicien de 60 ans qui travaille à son projet depuis une quinzaine d'années. Pour le moment, sa maquette ne va pas plus vite qu'un noeud et demi à l'heure, mais c'est déjà un début. Après tout Blériot n'a pas volé très haut.

En ce qui concerne l'application du

excuses à nos lecteurs et aux Laboratoires Boiron.

Cela dit, il ne s'agit pas d'en profiter pour tenter de déplacer le vrai débat. Contrairement à ce qu'on peut lire dans la "lettre ci-dessus", les résultats des essais pratiqués à l'hôpital Rothschild sur deux produits homéopathiques — Apis Mellifica et Histaminum — ont été communiqués à l'Académie de médecine et sont désormais publics.

Il s'agit de deux "médicaments" n'ont aucune action inhibitrice sur la dégranulation des basophiles, action qui constitue le test d'efficacité d'un produit anti-allergique.

Tout en s'affirmant diffamés, les Laboratoires Boiron se sont bien gardés de nous assigner en correctionnelle, juridiction devant laquelle nous aurions pu citer des témoins, ce qui n'est pas le cas devant un tribunal de grande instance. Nous regrettons que ce débat public ne puisse avoir lieu.

Solidement documentés et chaleureusement approuvés par de nombreuses sommités médicales, nos études conduisaient à conclure que l'homéopathie est dépourvue aussi bien de base scientifique que (comme l'expérience vient de le confirmer) d'efficacité spécifique réelle, et non à nuire à un quelconque fabricant. Nous ne sommes pour rien dans le fait que tel laboratoire ou tel autre diffuse ce genre de produits, leur consacre un énorme budget de publicité et exerce une telle pression pour étouffer la liberté d'expression dans un débat scientifique.

De nombreux lecteurs nous écrivent, les uns pour approuver nos articles sur l'homéopathie, les autres pour les regretter. A tous,

nous voudrions dire qu'ils sont également nos amis et que nous n'avons voulu heurter aucune conviction. Mais l'un des devoirs de l'amitié n'est-il pas de dire ce qu'on pense être vrai, comme ils l'ont fait eux-mêmes ?

Au surplus, nous n'avons jamais demandé l'interdiction des produits homéopathiques, mais seulement qu'ils soient soumis aux mêmes règles que les autres médicaments, tant pour l'AMM (autorisation de mise sur le marché) que pour le droit au remboursement de la Sécurité sociale. Etant inoffensifs — ce qui est pratiquement le cas, et pour cause, de presque tous — libre à chacun d'en user.

Nous avons dit ce qui leur vaut des partisans sincères : une formidable pression publicitaire, l'attraction d'un "look" magique, les guérisons spontanées dont on les crédite, et surtout l'effet placebo. Mais la croyance à une action pharmacodynamique réelle n'est pas fondée scientifiquement et elle vient de s'effondrer dans des essais objectifs.

Enfin, des malades graves qui mettent leur confiance dans des thérapeutiques illusoires, retardent le moment où ils seront soignés véritablement. Un éminent chercheur du CNRS nous signalait dernièrement les « dégâts » causés par l'homéopathie dans des affections qui exigent, parfois de façon urgente, les thérapeutiques efficaces dont dispose aujourd'hui la médecine scientifique. En une semaine, nous disait-il, il avait ainsi vu — trop tard — un cancéreux et un urémique, tous deux dans un état grave au moment où il les avait vus : l'un et l'autre se soignaient depuis deux ans « par l'homéopathie ».

M.R.

principe à la marine, c'est une autre affaire. Dans les années soixante, l'Américain Stewart Way avait aussi travaillé à ce projet, puis l'avait abandonné en raison du poids excessif des électroaimants nécessaires. Saji n'a pu reprendre l'idée que grâce aux électroaimants supraconducteurs à hélium liquide, beaucoup plus puissants et plus petits. Saji rend d'ailleurs hommage au précurseur Way. Sans doute ignore-t-il qu'un ingénieur français, Jean-Pierre Petit, ancien collaborateur de *Science & Vie*, travaillait aussi au même projet dans les années 70.

Ce seront le plus probablement les sous-marins qui bénéficieront les premiers de la mise au point de la propulsion magnétique (déjà étudiée en Allemagne et au Japon pour la propulsion de trains). Une telle propulsion élimine d'emblée, en effet, les vibrations et le bruit qui permettent actuellement la détection des sous-marins.

Plus tard, il sera possible d'envisager l'application du principe à la marine marchande et, pourquoi pas, à la marine de plaisance. Imaginez donc un Vaurien dérivant sans voiles dans un parfait silence...

G.M.

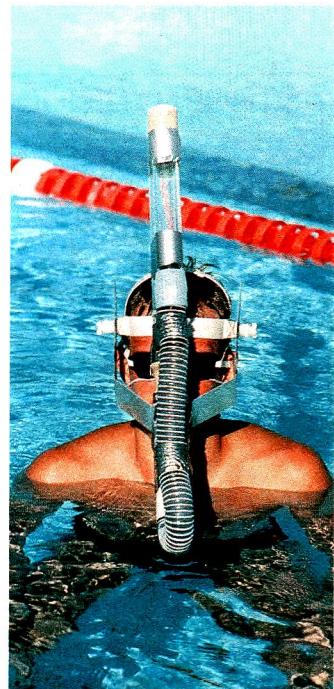
SPORT

DIS-MOI TON TAUX D'ACIDE LACTIQUE

... **E**t comment enfreiner la production ? Telle est la question qui se pose aux sportifs de tous ordres. Sous-produit de l'effort musculaire anaérobie, cet acide produit en continu pendant tout l'effort, est bien résorbé quand l'exercice est moyen, mais s'accumule quand il est intense et provoque fatigue et douleur.

Afin de contrôler les taux qui se forment chez les nageurs, la Commission médicale américaine de natation a mis au point un masque qui bloque la respiration par le nez et mesure exactement la quantité d'air aspiré et celle de gaz carbonique expiré ; le taux de consommation d'oxygène est alors mis en relation avec celui d'acide lactique recueilli sur le champ par prélèvement sanguin.

Le rapport indique si, pour un effort donné, le nageur consomme suffisamment ou trop d'oxygène ; s'il en consomme trop, il y a des risques que son taux d'acide lactique s'élève, et il deviendra incapable de soutenir normalement son effort.

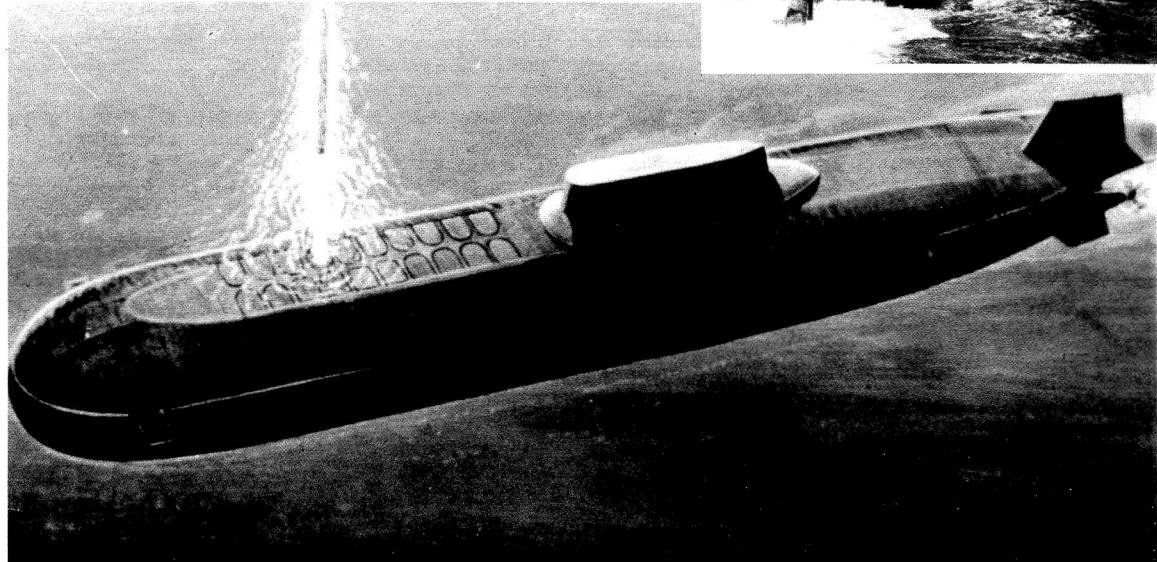


UN TYPHON SOUS LA MER

Avec ses 30 000 tonnes, il égale nos porte-avions. C'est le plus gigantesque sous-marin jamais construit. Lancé en septembre 80 à Severodvinsk, les premières photos (prises en 82) n'ont été divulguées que depuis quelques semaines par l'édition du Pentagone

Soviet Military Power. Outre sa démesure, ce sous-marin de la classe "Typhon" présente la particularité d'avoir ses silos de missiles (SLBM) à l'avant : 20 SSN-20 de portée supérieure à 8 000 km peuvent être tirés, chacun emportant jusqu'à 9 têtes nucléaires.

S.O.



ASTROPHYSIQUE

NOTRE GALAXIE AUSSI EST PERCÉE

In cherche depuis quinze ans un trou noir au centre de notre Galaxie. Six astronomes américains, dirigés par K.Y. Lo, de l'Observatoire radioastronomique d'Owens Valley, et dépendant de l'Institut de Technologie de Californie, ont publié dans *Nature* (9 mai 85) un article déjà qualifié d'historique, qui présente les résultats de l'observation radiotélescopique de l'objet Sagittarius A, le "monstre" qui occupe le centre de la Galaxie, plusieurs dizaines de millions de fois plus lumineux que le Soleil, mais dont seule l'émission radio, détectée dès 1932, traverse les nuages de poussière qui l'entourent.

L'observation, qui a mobilisé 10 radiotélescopes en mai-juin 1983, montre que Sagittarius A est un objet

allongé d'un diamètre moyen d'environ 15 à 20 fois la distance de la Terre au Soleil, c'est-à-dire moins grand que l'orbite de Saturne, animé d'une vitesse d'expansion de l'ordre de 6 km/s, et dont le grand axe est décalé de 8° par rapport au plan de la Galaxie.

Sa température serait supérieure à 700 millions de degrés. Les auteurs concluent prudemment que rien de connu ne peut concentrer une telle puissance dans un si petit volume, sauf « un objet effondré massif dans un état somnolent d'accrétion », c'est-à-dire un trou noir, une masse de quelques centaines à plusieurs dizaines de milliards de fois celle du Soleil, écroulée sur elle-même et aspirant lentement la matière environnante.

Ils rappellent que, dans un rayon de 0,6 à 1,5 année-lumière autour de Sagittarius A, on a déjà décelé une masse de 3 millions de masses solaires animée de vitesses de 750 km/s ainsi que des indices de collisions matière-antimatière. Sagittarius A est également très proche de IRS 16, la source d'un flux de rayonnement ionisant d'une dizaine de millions de fois la luminosité du Soleil. Au début de l'année, une équipe de l'université du Minnesota avait identifié, autour de Sagittarius A, un flux de particules à haute énergie et un anneau d'hydrogène froid : celui-ci pourrait spiraler vers le trou noir central, et, en s'échauffant sous l'effet de la compression avant d'être aspiré, illuminer tout le centre de la Galaxie.

S.C.

GEMMOLOGIE

PAS DE "VRAIES-FAUSSES" ÉMERAUDES

In fait de très belles gemmes synthétiques et, dans notre numéro d'août 1984, dans un article sur la synthèse des pierres précieuses, nous notions que les techniques étaient maintenant si affinées qu'il devenait difficile de savoir si un rubis, par exemple, avait été trouvé dans le sol ou produit au fond d'un creuset de laboratoire. Difficile ne veut pas dire impossible, et pourtant certains confrères ont allégrement sauté le pas en annonçant récemment dans un hebdomadaire que les émeraudes synthétiques Lennix mystifiaient les experts. Or c'est autre au point d'en être faux.

Fabriquées à Cannes par M. Lens, ces émeraudes sont en réalité les plus médiocres synthèses qui aient été commercialisées; sous le nom d'émeraude Lennix (seule appellation autorisée) elles constituent des pierres de très basse qualité que parfois les bijoutiers ne suspectent pas leur authenticité, la nature offrant elle aussi en grande quantité des cailloux de peu de valeur. Autrement dit, il ne faut pas en vouloir au joaillier local de prêter peu d'attention à une émeraude de dernière qualité. Toutefois, un gemmologue professionnel armé d'une simple loupe identifierait tout de suite une émeraude Lennix et ne la confondrait jamais avec une pierre naturelle.

Il faut dire aussi que les honoraires perçus en France pour une évaluation sont généralement calculés en pourcentage de la valeur indiquée sur le certificat; dans le cas des Lennix, il se produirait la chose suivante, prévisible: ces valeurs sont tellement faibles que le prix demandé par l'expert ne couvrirait pas toujours les frais engagés (laboratoire + transport).

D'autre part, le but premier de la synthèse des pierres précieuses (diamant, rubis, saphir, émeraude) était de s'identifier le plus possible avec le haut de gamme; de ce fait, le bijoutier était sur ses gardes lorsqu'une belle pièce se présentait, ce qui n'était justement pas le cas avec les synthèses de M. Lens.

Les gemmologues disposent de nombreux tests scientifiques pour

déterminer l'origine (nature ou synthèse) d'une pierre taillée, et s'il est vrai que certains tests sont parfois très techniques, il est bien inutile de les mettre en œuvre pour une émeraude synthétique de type Lennix.

M. Entremont, spécialiste des pierres rares, ajoute aussi que le prix de 600 F le carat (prix minimum annoncé par M. Lens) permet l'achat d'une émeraude naturelle bresilienne de qualité au moins égale, voire supérieure.

En conclusion, l'émeraude Lennix ne pose aucun problème d'identification; il s'agit au contraire de la pierre synthétique la plus facile à reconnaître se trouvant actuellement sur le marché. Les "experts" soi-disant dupés, cités par certains confrères, n'ont pas les compétences qu'ils prétendent avoir et seraient probablement bien en mal de les justifier. La détermination des pierres précieuses est une science, et la gemmologie est un métier qui s'apprend.

Pour les techniciens, précisons encore que l'indice de réfraction, la birefringence et la densité des émeraudes Lennix sont trop faibles pour suggérer une pierre naturelle; les ultraviolets longs et courts sont déterminatifs (rouge) et le filtre Chelsea est aussi utilisable. L'émeraude synthétique Lennix fait "tilt" à tous les tests.

R.D.L.T.

PSYCHIATRIE

LA DÉPRESSION EST PARFOIS UNE MALADIE INFECTIEUSE

Des prélèvements de sérum effectués sur 979 malades mentaux ont été soumis à un test de laboratoire destiné à rechercher la présence d'anticorps assez rares, contre le virus de la Maladie de Brona. Jusqu'ici, la Maladie de Brona relevait de la médecine vétérinaire, puisqu'elle était censée n'affecter que les moutons et les chevaux, chez lesquels elle déclenche des troubles du comportement et de la reconnaissance de leur environnement. Elle provoque aussi des troubles nerveux se manifestant par des spasmes et de la paralysie.

Mais des expériences préliminaires ont indiqué que la maladie peut atteindre également de nombreux autres animaux, parmi lesquels les singes et les poulets. Maintenant, on sait que le virus responsable peut aussi infecter l'humain: 16 des malades, soit près de 1,5%, présentaient des anticorps. C'était des malades atteints de psychose maniaque-dépressive.

Peu à peu, le nombre des affections psychiatriques "pures" se réduit donc et l'on constate que des causes organiques jusqu'ici méconnues sont à l'origine de désordres du comportement.

G.M.

HISTOIRE

LES BONNES IDÉES DE ROBERT OPPENHEIMER

Il ne faut pas se hâter de canonner les gens. On tendait ainsi, depuis plusieurs années, à faire de Robert Oppenheimer, le physicien américain qui fut mis à l'écart des recherches atomiques américaines, dans les années quarante, pour sympathies à l'égard de l'URSS, la victime innocente du méchant Edward Teller. Oppenheimer est aussi présenté comme une figure de proue de la pensée libérale, humaniste, en

lutte contre les totalitarismes inhumaux, Teller, comme un vautour agressif. On vient de retrouver une lettre du même Oppenheimer dans laquelle il propose au gouvernement américain, en 1941, d'empoisonner les populations civiles allemandes et japonaises avec de la nourriture contaminée par radioactivité. On eût pu ainsi tuer lentement 500 000 personnes, estimait Oppenheimer. Pour une idée de martyr, ce n'est pas mal !

LES CHEMINÉES D'AÉRATION, TOURS DE MALHEUR

L'épidémie de Maladie des Légionnaires, ou légionellose, qui a atteint depuis le mois d'avril plus de 160 personnes et causé une quarantaine de décès dans la région du Staffordshire, en Grande-Bretagne, a mis à jour une source de pollution jusqu'à présent méconnue : les aéroréfrigérants, ces tours et cheminées servant d'échangeurs de chaleur destinées à refroidir l'air des climatiseurs. Elles peuvent atteindre plus de 160 m de haut lorsqu'elles servent à refroidir les circuits d'eau des centrales nucléaires. Qu'un foyer bactérien s'y développe et les germes peuvent être dispersés dans les milliers de mètres cubes de vapeur d'eau qu'elles rejettent. Incorporés dans des gouttelettes d'environ cinq millimètres de millimètre, ces germes peuvent contaminer poumons et voies respiratoires.

Or, *Legionella Pneumophila*, la bactérie responsable de la Maladie des Légionnaires, hante particulièrement les milieux humides et les eaux stagnantes entre 20° et 50°C. En

1984, la tour de réfrigération d'une brasserie industrielle de Dennistown avait déjà été impliquée dans une épidémie de légionellose en Grande-Bretagne, et une usine du Wisconsin aurait dans le passé contaminé de la même façon une zone d'une dizaine de kilomètres. Cette fois-ci, ce sont la centrale thermique de Meaford B et surtout la tour refroidissant la climatisation de l'Hôpital général du district de Stafford, dont huit employés sont contaminés et par lequel sont passées la plupart des victimes, que l'on a incriminées. Ni la série d'inspections décidée par le Central Electricity Generating Board (CEGB) — l'équivalent britannique d'EDF — dans ses centrales thermiques et nucléaires, ni l'enquête du Département de la Santé n'ont donné de résultats positifs, mais ces autorités se refusent cependant à innocenter définitivement les réfrigérants atmosphériques.

Le CEGB a donc entrepris de désinfecter tous les six mois, depuis six ans, les tours de ses centrales, et

pourrait être amené à installer des systèmes de filtration du flux de vapeur. En France une chloruration épisodique n'est pratiquée que pour éliminer les algues pouvant obstruer les canalisations, et M. Jean Beaufrère, chef du département Sites-Environnement d'EDF, souligne que « la concentration en bactéries de l'air sortant des tours n'est que de quelques unités par mètre cube, contre plusieurs centaines dans l'air ambiant ».

En outre, la vitesse du courant d'air à la sortie rendrait, pense-t-on, improbable l'introduction de matières putrescibles pouvant servir de foyer aux bactéries — un oiseau mort, ou des feuilles, par exemple. Des études comparatives ont été effectuées depuis 1975 avec l'Allemagne fédérale. Mais si l'on peut se croire rassuré quant aux climatisateurs géants des centrales nucléaires (en d'autres termes accusés de modifier les climats) on l'est moins à l'égard des modestes cheminées d'hôpitaux, pompes à microbes virtuelles.

S.C.

ZOOLOGIE

LES GRENOUILLES FONT TREMBLER LA TERRE

Embusqués dans les monts Luquillo, à Porto-Rico, deux chercheurs californiens, Edwin R. Lewis, du laboratoire de recherche en électronique de l'Université de Berkeley, et Peter M. Narins, du département de biologie de l'Université de Los Angeles, ont pris *Leptodactylus albinis* en flagrant délit de manœuvres sismiques.

Dispersés sur un terrain humide, les mâles de cette variété de grenouilles "à lèvres blanches" échangent un mélange subtil de croassements et de chocs, transmis par la Terre, rapporte la revue *Science* du 11 janvier.

Les grenouilles sont astucieuses : au début de chaque cri, émis tous les quarts de seconde et durant 40 millisecondes, le petit sac qui pend sous leur gorge frappe le sol, transmettant une vibration dans la gamme des fréquences de 20 à 70 Hz. Elles possèdent un nerf vestibulo-auditif très sensible, capable de détecter ce signal dans un rayon d'un à deux mètres, le "bruit sis-

mique" — microséismes, trafic automobile, chute de pluie ou autres animaux — le rendant inaudible à partir de trois à six mètres. Les grenouilles prennent donc soin de se placer à la bonne distance.

Mais pourquoi se donner tant de mal ? Lewis et Narins ont constaté que *Leptodactylus* s'abstient de répondre à un croassement non accompagné de vibrations, émis artificiellement par un haut-parleur. Leur interprétation est que ces grenouilles utilisent la différence entre l'instant d'arrivée du cri, qui se propage à la vitesse du son, et celui de l'arrivée de la vibration, transmis à une vitesse plus faible par le sol, afin d'estimer la distance qui les sépare les unes des autres. De la même façon que le battement qui sépare l'éclair du coup de tonnerre permet de localiser un orage.

Le but de l'opération est de délimiter leur territoire. Un langage rudimentaire existerait par ailleurs, la ré-

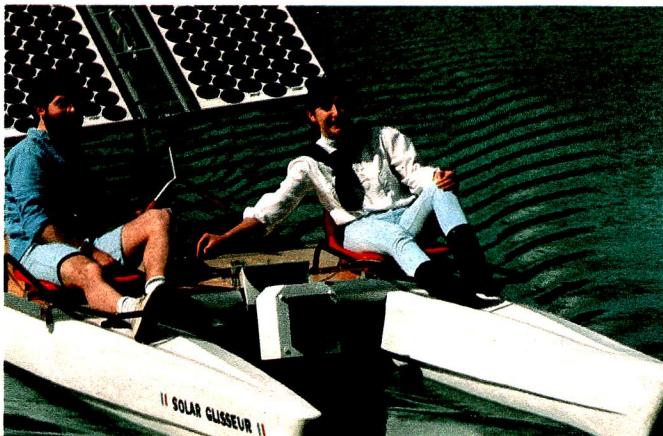
ponse vocale du destinataire semblant dépendre de ce qu'il entend de son congénère : les cris se répartissent en deux catégories selon leur fréquence (de 20 à 160 Hz et de 220 à 300 Hz) ; enfin, la *Leptodactylus*, soucieuse de sa correspondance, accompagnera une troisième catégorie de cris, d'arpèges descendant de 2,3 à 1 kHz, de successions de petits chocs. Les grenouilles perchées sur les herbes ou sur un sol trop sec ou inapproprié restent en dehors de ces raffinements, au risque d'un conflit territorial.

Leptodactylus albinis serait, avec certains arthropodes, la seule espèce connue adressant des messages sismiques à ses congénères ; les reptiles communiquent parfois ainsi, mais jamais entre eux, certains amphibiens préfèrent échanger des vibrations "à bout portant" (contact vibrotactile direct), et si certains mammifères frappent le sol pour annoncer un danger, ce signal n'est reçu que par la voie auditive.

S.C.

ÉNERGIE

TOUR DE FRANCE EN BATEAU SOLAIRE



4 000 km de canaux et rivières, avec un petit trajet en mer autour du Cotentin, tout cela en bateau solaire, le "Solar glisseur", c'est le projet de Roger Martire, l'inventeur de ce nouveau mode de propulsion.

Le circuit sera entamé le 15 sep-

tembre prochain. Le glisseur en question est un catamaran équipé d'un moteur électrique, qui est évidemment non polluant. Le trajet devant durer 100 jours, cela représente quelque 40 km par jour, ce qui n'est pas très vite, sans doute, mais il ne s'agit que d'un début.

VIROLOGIE

UN VIRUS TRÈS EN VUE

La famille Epstein-Barr est à la fois très en vue et très mal vue ; c'est celle des virus responsables de maladies telles que les herpès HVI et HVII (ce dernier désigne les herpès génitaux), la mononucléose infectieuse, une forme rare de cancer — endémique en Chine du Sud, le cancer du rhinopharynx —, et une autre forme jusqu'ici limitée à l'Afrique, le lymphome de Burkitt. Toute la Chine, selon des études citées par le Pr Blaudin de Thé, est infectée par l'EBV et le cancer du rhinopharynx est en extension.

Après des décennies de douce tolérance, les EBV, comme on appelle les virus en question, sont fortement attaqués.

Ils ont été récemment impliqués dans de très nombreuses maladies du système lymphatique désignées sous l'entité nosologique de troubles lymphoprolifératifs, sorte de leucémies plus ou moins caractérisées. Et plusieurs spécialistes ne sont plus

hostiles à l'idée que les HVI et II puissent être les co-facteurs du SIDA, puisque, ainsi que le rappelait le Pr Montagnier, il semble qu'il y ait des infections qui favorisent cette maladie également virale.

On s'avise ainsi, en divers centres de recherche médicale, que la "banale" mononucléose est souvent une maladie grave, qui peut entraîner des troubles pendant de très nombreuses années : adénopathies disséminées, fatigue chronique, fièvre, douleurs musculaires et articulaires, apathie et névrose. Deux publications récentes, l'une dans *The Lancet*, l'autre dans les *Annals of Internal Medicine* de l'université Harvard, sont consacrées à cette forme latente d'infection.

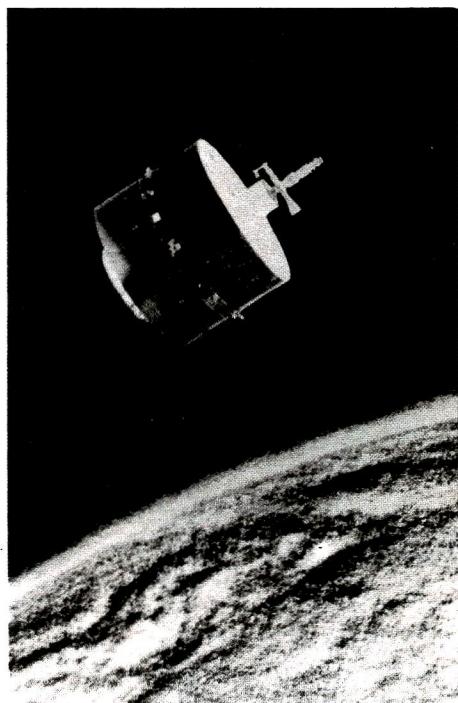
Aussi faut-il saluer avec un vif intérêt la mise au point d'un vaccin nouveau, réalisée par le découvreur même des virus Epstein-Barr, le Pr Epstein. Le vaccin devrait être prochainement essayé sur l'être humain.

ASTRONAUTIQUE

LA CHINE SE MET À L'ÉLECTRONIQUE SPATIALE

La revue touristique chinoise *China Pictorial* a révélé dans son édition de février 1985 l'aspect du premier satellite géostationnaire de Chine populaire, STW 2 ; d'une masse de 420 kg et équipé d'un moteur d'apogée de 510 kg, ce satellite de télécommunications destiné, selon l'agence Chine Nouvelle, à « couvrir toute la Chine, mais aussi les pays et territoires voisins » avait été lancé le 8 avril 1984 à 19 h 20 par le nouveau lanceur cryogénique *Longue Marche 3*, que les Chinois tentent aujourd'hui de commercialiser à l'étranger.

Fonctionnant normalement à titre expérimental, avec une durée de vie fixée à trois ans, STW 2 semble être



d'une conception différente de celle des autres satellites chinois et ressemble aux premiers Intelsat, avec un corps cylindrique et une très petite antenne en cornet. Son successeur pourrait être lancé soit vers la fin de l'année, soit en 1987, selon les responsables chinois.

S.C. ●

L'INFORMATIQUE À L'ÉCOLE (I) C'EST DANS DEUX MOIS

L'INFORMATIQUE C'EST LA CLE DU FUTUR ET

LE FUTUR SE PREPARE A L'ECOLE. De ce constat

simple, le gouvernement a tiré une leçon simple. En voici
le dossier, puis en page 82, le point de vue d'un esprit libre.

QUE MANGE-T-ON À TAHITI ?

DES NOIX DE COCO.
LE COCOTIER, QUI SE
SUR TOUTES
VIT CENT ANS ET +
SEPTIÈME ANNÉE.
SANS CESENDES NOIX DE COCO.
DE NOIX DE COCO.
EMPLOYE, SOIT PUR, SOIT DANS LA CUI
SOIT DANS LA CUI
DES PLATS. L'AMANDE DU
(COPRAH) SECHÉE, EST MOU

Maternelles mises à part, tous les établissements scolaires devraient, en principe, être dotés d'un micro-ordinateur à la prochaine rentrée. C'est-à-dire dans un peu plus de deux mois. Ainsi, après des années de tâtonnements et d'expériences fragmentaires, une décision gouvernementale, émanant du Premier ministre lui-même, et prise le 25 janvier dernier, fait entrer l'informatique dans la totalité des écoles, des collèges et des lycées.

Mieux : les appareils installés dans les locaux scolaires devront, en dehors des heures de cours, être accessibles à toutes les per-

sonnes qui en manifesteront le désir. Aux maires de prendre les dispositions adéquates (horaires, surveillance, recrutement de moniteurs) pour que chacun de leurs administrés puisse venir en toute liberté pianoter sur le clavier d'un ordinateur dans l'établissement le plus proche de son domicile.

Lancée à grand renfort de publicité, cette vaste opération baptisée "Informatique pour tous" s'inscrit dans le cadre de la modernisation du pays et de l'adaptation des citoyens aux techniques nouvelles. Sa réalisation a été confiée à la Délégation aux nouvelles formations, que dirige M. Gilbert Trigano, et à la Mission aux technologies nouvelles, organisme dépendant de l'Education nationale.

De peur d'être pris de court, et pour bien montrer que l'on avait la volonté d'aboutir, on a d'emblée mis les bouchées doubles. Deux mois à peine après l'annonce du projet, on avait déjà défini les types d'appareils qui équiperaienr les établissements scolaires. Dans la foulée, les premiers stages de formation pour les enseignants étaient mis en place. Il fallait faire vite : on avait moins de neuf mois pour faire fabriquer et installer des dizaines de milliers de machines, pour recycler des dizaines de milliers d'enseignants. Du jour au lendemain, l'Education nationale tout entière s'est mobilisée au service de l'ordinateur.

A première vue, cet ambitieux pari force l'estime. L'idée d'introduire l'informatique dans toutes les écoles semble tout à fait pertinente. Cependant, à la réflexion, et en examinant les choses de plus près, on en vient à se demander si cet excès de précipitation ne risquait pas d'être dommageable ; si, en voulant trop en faire, on ne s'expose pas à de cruelles déconvenues ; bref, si, faute de repères sérieux, on n'est pas en train de faire fausse route.

Commençons par une mise au point. L'entrée de l'informatique à l'école, souvent présentée comme une grande innovation, ne date pas d'hier. C'est en 1966 que les premières expériences ont eu lieu en France. Il s'agissait essentiellement d'expériences d'enseigne-

ment assisté par ordinateur (EOA), une technique qui permet à l'élève d'apprendre ou d'approfondir une discipline à son rythme, seul devant un clavier et un écran. La machine dispense sa leçon, pose des questions et réoriente le cours en fonction des réponses de l'élève.

Cette utilisation pédagogique de l'ordinateur ne se rencontrait, il est vrai, que dans quelques établissements isolés, où de rares enseignants avaient attrapé très tôt le virus de l'informatique. C'était le cas, par exemple, au lycée Bellevue de Toulouse, où les mathématiques étaient enseignées en classe de 6^e et de 5^e avec le concours de programmes EAO.

Mais, déjà à cette époque, l'introduction de l'ordinateur à l'école était diversement appréciée. Certains en vantaient le côté "fonctionnel", la machine pouvant constamment tester le niveau de l'élève et, par conséquent, lui proposer des exercices parfaitement adaptés. D'autres, au contraire, critiquaient l'aspect incomplet de la formation ainsi dispensée : un enseignement informatique, disaient-ils, ne peut pas donner une véritable maîtrise du savoir ni développer de réactions critiques ; au mieux, l'élève ne peut découvrir que ce qui a été mis dans l'ordinateur.

Une nouvelle étape allait être franchie à la suite du Colloque international de Sèvres, organisé par l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économique) en mars 1970 sur le thème "l'Informatique dans l'enseignement secondaire". L'Education nationale lança une expérience de sensibilisation à l'informatique dans 58 lycées pilotes (soit moins de 2,3 % du total des lycées). Des enseignants de diverses disciplines furent formés durant une année, soit directement par les constructeurs d'ordinateurs, soit dans des centres universitaires. Ils devaient, à leur retour, porter la bonne parole informatique auprès des professeurs des différents établis-



Photo Gaillard - Jerrican

sements élus. Un langage de programmation n'utilisant que le vocabulaire français, et spécialement destiné à un usage pédagogique, le LSE (langage symbolique d'enseignement), fut même mis au point par M. Jacques Hebenstreit, responsable des disciplines informatiques à l'école supérieure d'électricité.

A partir de 1972, deux types de mini-ordinateurs français (le Mitra 15 de CII et le T 1600 de la Télématique), équipés chacun de 8 consoles de visualisation et d'une imprimante, furent installés dans les 58 lycées. Durant les quatre années que dura l'expérience, les professeurs volontaires bénéficièrent de décharges d'heures de cours afin de concevoir des "didacticiels", c'est-à-dire des logiciels à vocation spécifiquement didactique (programmes de contrôle des connaissances, d'enseignement assisté par ordinateur, de jeux pédagogiques, d'illustration de cours, etc.). Aucune directive précise ne fut donnée aux enseignants ; chacun restait libre d'adapter l'outil informatique à sa discipline.

En 1976, alors que M. René Haby est ministre de l'Education nationale, l'expérience est provisoirement interrompue, et la formation des professeurs suspendue. C'est l'heure du bilan : on veut, avant de poursuivre l'opération, en tirer les premiers enseignements. Ils ne sont pas très positifs. Tout d'abord, l'introduction des micro-ordinateurs dans les salles de classe a souvent été accueillie avec scepticisme, voire méfiance. Nombre d'enseignants se sont sentis menacés par cet outil qu'ils connaissaient peu ou maîtrisaient mal. Résultat : dans les 58 lycées équipés, cinq professeurs sur six ont complètement dédaigné l'ordinateur.

Deuxième constatation : les didacticiels sont d'une affligeante médiocrité, ce qui n'incite guère à les utiliser. Dans ce domaine, il est vrai, on en est encore aux balbutiements, et tout reste à inventer. Il n'empêche que, par rapport aux Etats-Unis, par exemple, nous accusons un sérieux retard, aussi bien quantitatif que qualitatif.

L'Institut national de la recherche pédagogique (INRP), qui a géré cette première expérience d'une certaine importance, est chargé d'en tirer les conclusions. « En premier lieu, explique aujourd'hui M. Jacques Perriault, directeur de programme à l'INRP, il nous a été impossible d'affirmer que l'ordinateur contribuait à un meilleur développement intellectuel de l'adolescent. L'un des principaux arguments des partisans de l'informatique à l'école est de prétendre que l'on apprend mieux avec l'ordinateur ; ce n'est pas ce que nous avons constaté. Tout ce que l'on peut dire, c'est que l'élève apprend différemment et qu'il se familiarise avec un outil qu'il retrouvera dans le monde du travail ; mais il n'apprend pas mieux. Les résultats globaux ne sont pas meilleurs. En revanche, certaines notions sont plus directement accessibles, car, avec la machine, il est possible de simuler différents phénomènes et de voir immédiatement les conséquences de la modification d'un facteur sur le comportement d'un ensemble. »

pas possible de faire de la bonne informatique en 55 minutes, durée normale d'un cours. De la même façon, il est impossible de traiter des problèmes intéressants dans le cadre d'une seule discipline. Un programme sur l'environnement, par exemple, fait appel autant aux mathématiques qu'aux sciences naturelles, à la physique, etc. Comme vous pouvez le voir, l'introduction de l'ordinateur à l'école n'est pas sans conséquence, puisqu'elle pousse à la pluridisciplinarité et qu'elle favorise les activités parascolaires. C'est là sans doute la principale leçon à retenir de cette affaire. »

M. Jacques Arsac, responsable de la section informatique à l'Ecole normale supérieure et professeur à l'institut de programmation de l'université Paris VI, estime pour sa part que l'opération des 58 lycées pilotes a été mal engagée. « Le Colloque de Sèvres, explique-t-il, avait recommandé l'enseignement de l'informatique dans les lycées en tant que discipline à part entière, au même titre que les mathématiques, la physique ou la chimie. Les spécialistes entendaient développer ainsi chez l'élève des aptitudes organisationnelles et opératoires, qualités propres au raisonnement informatique. En France, malheureusement, ce n'est pas cette voie qui a été choisie. »

Les autorités de l'époque, en effet, avaient décidé de faire entrer l'informatique dans les lycées par le biais de l'enseignement assisté par ordinateur, c'est-à-dire comme un moyen et non comme une fin. En clair, on ne faisait pas de l'informatique, on se servait de l'ordinateur pour mieux apprendre d'autres disciplines, comme on utilise des films ou des diapositives pour visualiser certains éléments d'un cours ou rendre plus accessibles certaines notions ardues. « On croyait alors, poursuit M. Arsac, qu'une partie de ce qui fait l'essence même de la science informatique, à savoir l'analyse des problèmes et le traitement logique, parviendrait à diffuser à travers l'emploi de l'ordinateur comme outil d'enseignement. On s'est aperçu qu'il n'en était rien. »

La mise en sommeil de l'expé-



utre leçon de l'expérience, ajoute M. Perriault : les enseignants sont totalement réfractaires aux logiciels rigides, c'est-à-dire aux programmes qu'ils ne peuvent modifier à leur gré. Tout comme un professeur ne suit jamais à la lettre un livre scolaire, qu'il l'adapte en fonction de sa classe et de sa personnalité, il veut pouvoir remanier les programmes d'enseignement assisté par ordinateur, ce qui était pratiquement impossible avec les logiciels éducatifs disponibles à l'époque. »

« Troisième sujet de réflexion : dans bon nombre d'établissements participant à l'expérience, on a vu naître, en marge de la structure officielle, des "clubs informatiques". De façon convergente, des adolescents et des professeurs passionnés par le sujet se sont mis d'accord pour contourner deux des contraintes de l'institution scolaire : les tranches horaires et la monodiscipline. Pour eux, il n'est

rience "Informatique à l'école" dura environ trois ans, jusqu'en 1979. Pendant toute cette période, il n'y eut ni équipements nouveaux, ni stages de formation pour les maîtres. C'est le rapport Nora-Minc (du nom de ses auteurs : Simon Nora et Alain Minc) sur l'informatisation de la société, réalisé à la demande du Président de la République, qui relança l'affaire. La France, disait en substance cette étude, ne doit pas rater le coche de l'informatique et de la télématique. Il faut que, de toute urgence, des mesures soient prises pour favoriser l'insertion des ordinateurs dans notre société.

Du côté de l'Education nationale, l'appel sera entendu. Le ministre, M. Christian Beullac, annonce l'opération "10 000 micros". En l'espace de six ans, tous les lycées, collèges et écoles normales d'instituteurs devront être équipés de micro-ordinateurs (ils viennent de faire leur apparition). Pour les maîtres, les formations "lourdes" d'un an sont reprises ; des formations plus "légères", d'une centaine d'heures, sont créées.

Malgré ces bonnes résolutions, l'opération "10 000 micros" a bien du mal à démarrer. D'une part, les deux firmes retenues pour la four-

niture du matériel — la société Occitane et la société Logabax — connaissent l'une et l'autre de sérieuses difficultés financières. D'autre part, une bonne partie du corps enseignant se montre réticent. Pourquoi ? A cause d'un nouveau rapport...

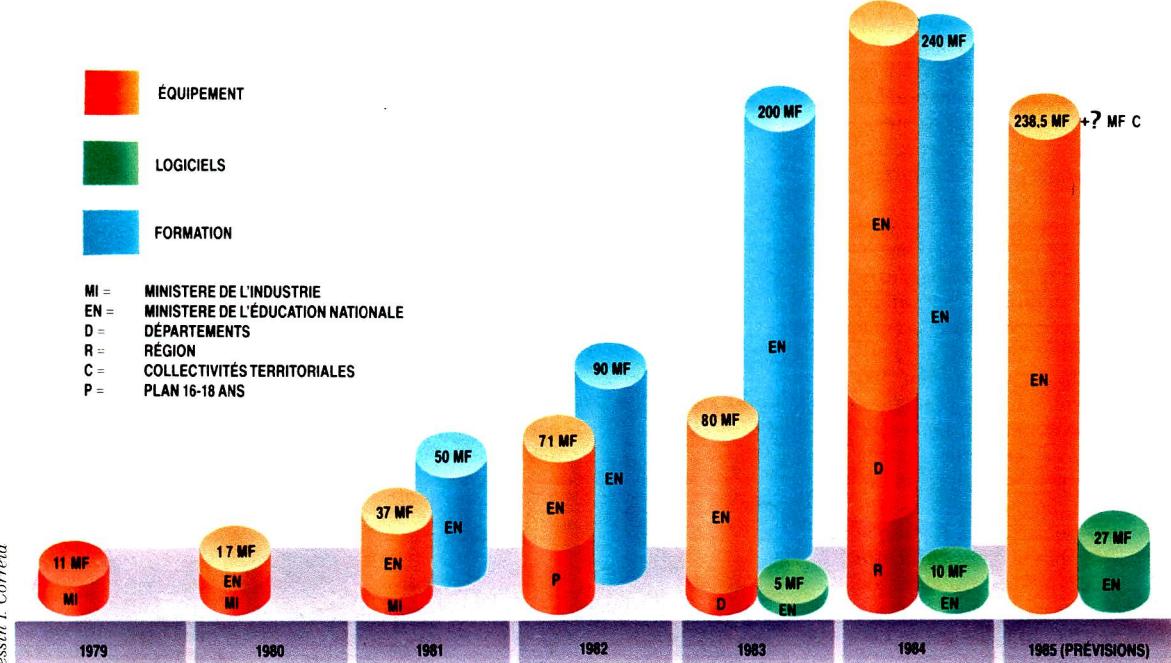
En effet, au début de l'année 1980, M. Valéry Giscard d'Estaing a demandé à M. Jean-Claude Simon, professeur d'informatique à Paris VI, un rapport complet sur l'enseignement de l'informatique⁽¹⁾. Après avoir fait le tour de la question, l'universitaire a avancé un certain nombre de conclusions. Certes, estime-t-il, il convient de poursuivre les expériences d'enseignement assisté par ordinateur dans les lycées et les collèges, et même de les étendre aux écoles primaires et aux maternelles ; mais ce n'est pas suffisant. Ce qu'il faut avant tout, c'est « introduire dans l'enseignement général une solide formation à l'informatique, et cela dès la classe de 4^e ». Car l'informatique est aujourd'hui une science véritable, qui a ses chercheurs, ses sociétés savantes, ses congrès, ses publications ; qui repose sur des théories originales, comme l'algèbre booleenne (formalisme mathématique

inventé par George Boole et s'appliquant à des systèmes où une variable ne peut prendre que deux valeurs s'excluant mutuellement) ou les ensembles flous ; qui développe ses propres concepts et possède ses propres langages. Elle doit donc être enseignée en tant que telle, et non pas être réduite au maniement d'un clavier et à l'exécution d'un programme.

En fait, le rapport Simon reprend les conclusions du Colloque de Sèvres : l'ordinateur comme outil pédagogique, c'est bien ; mais l'informatique comme discipline scolaire à part entière, c'est beau-

CE QUE DÉPENSE L'ÉDUCATION NATIONALE

En l'espace de six ans, le budget que l'Education nationale a consacré à l'équipement des écoles et lycées en matériels informatiques, a été multiplié par 4. Il est passé de 7 millions de francs en 1980 à 238,5 millions cette année. A ce budget, viennent s'ajouter des subventions en provenance soit du ministère de l'Industrie, soit des instances départementales ou régionales. En ce qui concerne la formation des enseignants, l'effort s'est également accru de façon notable chaque année pour atteindre 240 millions de francs durant l'année scolaire 84-85. Enfin, le budget consacré à la création et à la mise au point de logiciels pédagogiques a été multiplié par 5 en ans. C'est sur ces deux derniers points, formation et logiciel, que l'Education nationale devra faire un effort encore plus soutenu si elle désire que l'introduction des ordinateurs en milieu scolaire soit un succès.



(1) Ce rapport a été publié chez Fayard en 1981 sous le titre : "L'Education et l'informatisation de la société".

coup mieux !

Ces recommandations, précisément, ne seront pas toujours bien accueillies par le corps enseignant. De nombreux professeurs craignent que l'informatique, en devenant discipline autonome, ne leur échappe pour être confiée à des spécialistes. Il est vrai que le cloisonnement propre à notre système d'enseignement est de nature à inciter les maîtres peu attirés par l'informatique à s'en décharger sur des collègues spécialement commis à cette matière. Comme le dit M. Jacques Arsac : « Chez nous, un professeur de sciences naturelles ou de physique ne corrige pas les fautes d'orthographe de ses élèves, sous prétexte qu'elles relèvent, non pas d'eux, mais du professeur de français. Pourquoi, dès lors, s'encombrerait-il d'informatique s'il y a une personne prévue pour cela dans l'établissement ? »

Cela dit, le véritable problème que pose l'introduction d'une nouvelle discipline obligatoire n'est pas tant dans les réactions qu'elle peut susciter à l'intérieur du corps enseignant que dans les structures qu'elle requiert, en amont comme en aval. En amont, il faut recruter des maîtres et leur donner une formation dûment sanctionnée par un diplôme. Il faut aussi aménager les programmes et les horaires de façon que cette nouvelle matière occupe la place qu'elle mérite. En aval, il faut organiser des examens (des épreuves au baccalauréat, par exemple) afin de vérifier le niveau des connaissances acquises.

Or, tout cela ne peut pas être mis sur pied du jour au lendemain. C'est d'ailleurs pourquoi M. Jean-Claude Simon proposait une étape transitoire avec la création d'une simple "option informatique", ouverte à tous, et comprenant 100 heures de cours au collège (classes de 4^e et de 3^e) et 100 heures de cours au lycée (classe de seconde et de première). L'idée sera retenue dans son principe, mais corrigée dans son application, puisque l'option en question ne pourra être choisie qu'à partir de la classe de seconde. Des professeurs spécialement destinés à l'enseignement de l'informatique commenceront à

OPÉRATION INFORMATIQUE POUR TOUS :

DANS LES ÉCOLES PRIMAIRES
DE MOINS DE 400 ÉLÈVES



DANS LES ÉCOLES PRIMAIRES
DE PLUS DE 400 ÉLÈVES
ET DANS LES COLLÈGES



QUI RECEVRA QUOI ?

D'ici à la Toussaint, chaque établissement scolaire sera équipé d'ordinateurs. Chacune de ces photos nous montre exactement les matériels qui sont installés dans les écoles. Ainsi :

33 171 ÉCOLES PRIMAIRES DE MOINS DE 400 ÉLÈVES RECEVRONT :

- un micro-ordinateur familial de type TO 770 de Thomson ou Alice 90 de Matra ;
- une imprimante de qualité professionnelle ;
- un lecteur enregistreur de programme (magnétophone) ;
- un téléviseur couleur de 51 cm utilisé comme moniteurs vidéo ;
- un ensemble de logiciels pédagogiques et grand public.

9 040 ÉCOLES PRIMAIRES DE PLUS DE 400 ÉLÈVES

ET 2 733 COLLÈGES RECEVRONT :

- un micro-ordinateur de type professionnel possédant une mémoire de 256 K, doté de 2 lecteurs de disquettes et d'un écran de bonne qualité ;
- 6 micro-ordinateurs familiaux de type MO 05 de Thomson de capacité mémoire étendue de 96 K avec crayon optique ;
- un téléviseur couleur de 51 cm et 5 moniteurs (écrans TV sans le dispositif de réception des ondes hertziennes) ;
- une imprimante de qualité professionnelle ;
- un lecteur de disquette ;
- un lecteur enregistreur de programme (magnétophone) ;
- un ensemble de logiciels de gestion et pédagogiques. Les ordinateurs familiaux seront connectés et gérés par le micro-ordinateur professionnel. L'ensemble formera ce que les responsables de l'opération "Informatique pour tous" ont baptisé un "nanoréseau" en raison de sa petite taille.

500 LYCÉES RECEVRONT :

- un nanoréseau mais équipé de 8 ordinateurs familiaux, et de 8 moniteurs au lieu de 6. De plus, les lycées seront équipés de 3 micro-ordinateurs professionnels supplémentaires et d'une imprimante.

être formés dans cinq académies (Paris, Toulouse, Rennes, Nancy et Grenoble).

Survient mai 1981. La France change de majorité, et le ministère de l'Education nationale de mains. L'opération "10 000 micros" et l'option informatique sont remises en question. Le nouveau ministre, M. Alain Savary, veut d'abord se faire une opinion : il demande à deux professeurs d'université, MM. Claude Pair et Yves Le Corre, un nouveau rapport — un de plus — sur le sujet.

Quatre mois plus tard, en septembre 1981, les conclusions de cette énième étude sont rendues publiques, bientôt suivies de toute une série de décisions. Feu vert est donné à l'option informatique, qui démarre en catastrophe dans douze établissements du second cycle (donc seulement au niveau de la classe de seconde). Feu vert également à l'opération "10 000 micros". En outre, le plan de formation "lourde" est relancé, au rythme de 400 à 500 professeurs par an ; les formations "légères" (100 heures) sont également reprises et développées. Cette fois, l'informatique scolaire est bel et bien "sur les rails".

En novembre 1983, à la suite du Colloque "Informatique et Enseignement", on va même passer la vitesse supérieure. C'est que, maintenant, le gouvernement veut

faire de l'ordinateur à l'école une des grandes réalisations du septennat. Dans cette perspective, l'opération "10 000 micros" est transformée en opération "100 000 micros". Ce ne sont plus seulement les lycées et les collèges qui devront, dans les cinq années à venir, être équipés de micro-ordinateurs, mais aussi les écoles primaires. A la fin de 1984, 34 000 appareils sont d'ores et déjà en place...

Mais cet effort considérable a sa contrepartie : il coûte cher. Les crédits consacrés à l'informatique scolaire (achat du matériel, formation des maîtres, production de logiciels) passent de 87 millions de francs en 1981 à 469 millions en 1984. A une époque où l'Éducation nationale a déjà tant de mal à sauver du délabrement quantité d'écoles en piètre état, certains s'interrogent : toutes ces dépenses sont-elles justifiées ? Autrement dit, le jeu en vaut-il la chandelle ?

En fait, personne ne le sait. D'abord parce qu'aucun bilan n'a jamais été tiré des différentes expériences qui ont été menées. « En France, déplore M. Jacques Perrault, on ne sait pas capitaliser les résultats des recherches précédentes. Chaque fois, on repart à zéro, sans tenir compte des études antérieures. »

Ainsi, après quinze années d'informatique scolaire, il n'existe pas la moindre étude "scientifique"



sur ce que l'ordinateur apporte à l'enseignement en général et aux élèves en particulier. Dans un document récent, la Fédération de l'Education nationale, qui regroupe 60 % des enseignants et se montre favorable à l'introduction des ordinateurs en milieu scolaire, posait toujours ces questions :

- L'informatique représente-t-elle une aide supplémentaire, individualisée, pour les élèves, les enfants en difficulté, les handicapés ?
- L'informatique libérera-t-elle l'enfant ou, au contraire, le rendra-t-elle dépendant de la machine ?
- L'informatique est-elle apte ou non à faciliter l'apprentissage du raisonnement et des différentes formes de pensée ?
- L'informatique est-elle un facteur d'interdisciplinarité et de ré-

novation pédagogique ?

Certes, on a pu constater quelques effets positifs sur le comportement des élèves. « L'enfant, note le document de la FEN, est en situation active ; il contribue à s'éduquer lui-même et à prendre en charge son propre apprentissage ; il travaille à son propre rythme ; il est plus motivé devant la machine, donc plus réceptif. » Mais apprend-il mieux ? Obtient-il de meilleurs résultats ? En réalité, on n'en sait rien !

Autre point d'interrogation : que deviennent les professeurs qui ont reçu une formation "lourde", c'est-à-dire qui ont suivi des cours intensifs d'informatique durant une année ? Cet investissement intellectuel consenti par l'Education nationale est-il ensuite correctement mis en valeur ? Certes, quelques-uns sont utilisés comme moniteurs pour les stages de formation "légère" de 100 heures. Mais les autres ? Quand ils reviennent dans leur lycée ou leur collège et qu'ils ne sont pas directement affectés à l'option informatique, que font-ils de leur savoir ? Le mettent-ils en pratique ? Le transmettent-ils à leur collègues ? Ou bien reprennent-ils tout simplement leurs cours habituels sans tirer parti de l'année qu'ils ont passée à étudier les subtilités de l'ordinateur ? Là encore, aucune réponse. La première enquête sur la destination de ces enseignants et la valorisation de leurs connaissances vient tout juste de commencer. Ses conclusions ne sont pas attendues avant un an.

A ces deux inconnues — utilité de l'informatique et utilisation des professeurs formés à cette discipline — s'ajoute un problème hélas trop connu : le manque de logiciels éducatifs. Car la situation n'a guère évolué depuis l'expérience des 58 lycées pilotes. Bien que, entre-temps, plus de 2 500 "profs" aient reçu une formation "lourde" et près de 45 000 une formation "légère", le Centre national de documentation pédagogique (CNDP), qui centralise les logiciels produits par les membres du corps enseignant et les redistribue à ceux qui en font la demande, n'en possède pas plus de 200 dans ses

tiroirs, dont certains sont complètement dépassés. A supposer que ces 200 programmes aient tous été conçus par des professeurs bénéficiaires d'une formation "lourde", cela fait un logiciel pour 13 enseignants, ce qui n'est vraiment pas un modèle de "productivité".

En plus des logiciels propres à l'Education nationale, il convient de mentionner les quelque 250 didacticiels proposés par des firmes privées, telles que VIFI-Nathan (filiale de Thomson et de Nathan), Ediciel (filiale de Matra et de Hachette), Hatier, Magnard, Belin, etc. De qualité souvent médiocre, ces programmes ne peuvent guère pallier les défaillances de la production officielle. Beaucoup d'entre eux se contentent de poser des questions, laissant à l'élève le choix entre plusieurs réponses.

Notre confrère *Science & Vie Micro* (2) en a testé 160, tous actuellement disponibles sur le marché : deux seulement ont été jugés excellents (mais ils sont destinés aux tout-petits et concernent l'apprentissage de la lecture), et 26 recommandables. C'est peu ! Tout compte fait, l'informatique scolaire est tellement à court de logiciels que l'Education nationale vient de lancer un concours dans toutes les académies pour essayer de meubler son catalogue, et que le CNDP a créé sa propre équipe de production de didacticiels.

En résumé, à la veille de l'entrée en vigueur du plan "Informatique pour tous", la situation se présente de la manière suivante :

- L'Education nationale a introduit l'informatique à l'école sous le couvert de l'ÉAO et continue de privilégier cette orientation malgré le manque de résultats probants.
- En revanche, l'enseignement de l'informatique en tant que discipline scientifique autonome n'a pas connu le développement souhaité par le Colloque de Sèvres et le rapport Simon. L'option informatique vivote, malgré l'augmentation constante du nombre des lycées où elle est proposée : 12 établissements en 1982, 38 en 1983,

TOUS LES JEUNES NE SONT PAS DES "MORDUS"

Une croyance fort répandue veut que tous les adolescents soient passionnés par les ordinateurs, tandis que les adultes y seraient le plus souvent imperméables. Or, une enquête réalisée l'an dernier par l'institut "Démoscopie" montre qu'une vision aussi tranchée des choses ne correspond pas à la réalité : il y a des jeunes que l'informatique laisse de marbre.

Ce sondage, réalisé auprès de 1 000 garçons et filles de 12 à 18 ans (représentatifs de leur tranche d'âge, comme on dit), révèle que 6 % des jeunes utilisent fréquemment un ordinateur, soit à l'école, soit chez eux ; que 22 % s'en servent occasionnellement, et que les autres n'y ont jamais eu accès.

Les jeux vidéo intéressent globalement 78 % des jeunes, mais cet intérêt décroît avec l'âge, puisque l'on trouve 92 % d'amateurs d'informatique ludique chez les enfants de 12 ans et 60 % chez les adolescents de 18 ans.

Concernant l'apprentissage des techniques informatiques, 26 % des jeunes n'en éprouvent pas le besoin, 38 % disent qu'ils ne sont « pas pressés », et 34 % seulement manifestent un intérêt immédiat. Sur ce chapitre, les réponses sont fonction de l'origine sociale du "sonde" et du genre d'établissement qu'il fréquente. Les plus motivés sont issus de familles de cadres et sont élèves dans des lycées (souvent équipés d'ordinateurs). Les moins empressés viennent plutôt d'écoles professionnelles et considèrent l'informatique plus comme une contrainte que comme un plaisir.

A noter, enfin, que, dans leur ensemble, les jeunes se montrent tout de même plus attirés par l'informatique que leurs aînés, puisque 17 % seulement des adultes se déclarent vivement intéressés par la pratique de l'ordinateur.

76 en 1984. Mais, jusqu'ici, le ministère a toujours refusé de créer une épreuve d'informatique au baccalauréat, prétextant des problèmes d'organisation. « En conséquence, explique M. Jacques Arsac, l'étude de l'informatique fondamentale apparaît comme un exercice gratuit et non valorisant, puisque non sanctionné par un examen et ne permettant pas d'obtenir des points supplémentaires au bac. »

Ainsi, la matière qui aujourd'hui représente le mieux l'avenir est moins bien traitée que la gymnastique ou le dessin, qui, eux, peuvent rapporter un bonus aux candidats. Résultat : une bonne partie des élèves qui ont commencé à suivre des cours d'informatique en seconde, abandonnent l'année suivante. La chute des effectifs est encore plus sensible en terminale. Sur les 970 élèves de seconde qui avaient choisi l'option informatique dans les 12 lycées pionniers qui la proposaient en 1982, il n'en restait plus que 512 en première et 257 en terminale.

Il y a des mois qu'un arrêté visant à transformer l'option informatique, encore expérimentale, en option banalisée et accessible à tous, attend la signature du ministre. Tout se passe comme si l'on avait peur d'introduire un enseignement sérieux de l'informatique dans notre système éducatif, alors que l'on dépense des millions — et bientôt des milliards — pour apprendre aux jeunes Français à appuyer sur trois boutons, à taper sur un clavier, à glisser une disquette dans un lecteur et à écrire en LSE ou en Basic des programmes de quatre sous.

Entendons encore une fois l'opinion de M. Jacques Arsac, partisan convaincu de l'option informatique : « On ne peut pas réduire la connaissance de l'informatique à l'apprentissage sommaire d'un langage de programmation. Car, si l'on n'étudie pas les bases de cette science, à savoir ses procédés d'analyse et ses méthodes de résolution, on n'arrivera à rien, sinon à traiter quelques petits problèmes simples et sans grand intérêt, qui ne tarderont pas à lasser les élèves. »

Les exemples sont nombreux de cette désaffection après un engouement passager. « L'année où notre établissement a reçu ses ordinateurs, confie un professeur de lycée de la région parisienne, il y avait foule dans la salle où ils étaient installés ; aujourd'hui il n'y a pratiquement plus personne. » Même constatation dans les clubs où les élèves les plus "mordus" viennent assouvir leur passion en dehors des heures de cours : près de 85 % d'entre eux voient leur feu sacré s'éteindre au bout d'un an, faute de connaissances suffisantes pour faire de vrais progrès.

Ceci étant, il n'est, bien entendu, pas indispensable que tout le monde sache jongler avec les concepts de l'informatique. C'est pourquoi la formule de l'option est sans doute la meilleure, à condition qu'elle ne soit plus confidentielle, mais offerte dans un maximum d'établissements, et qu'elle débouche sur une épreuve comptant pour le baccalauréat.

Cette solution de bon sens n'est malheureusement pas celle vers laquelle on semble s'orienter, puisque l'on continue de privilégier une initiation généralisée au détriment d'une formation approfondie. En effet l'opération "Informatique pour tous" s'apparente plus à la culture extensive qu'à la culture intensive. Reprenant une idée chère à MM. Jean-Jacques Servan-Schreiber et Gaston Defferre (**voir encadré page 158**), elle a pour l'essentiel, deux objectifs :

- Initier à l'outil informatique tous les écoliers, collégiens et lycéens de France, soit 11 millions d'enfants et d'adolescents, afin, selon l'expression du Premier ministre, « d'assurer une meilleure égalité des chances ».
- Permettre à tous les adultes qui le souhaitent de se familiariser avec l'ordinateur, en leur ouvrant toutes grandes les portes des établissements scolaires équipés de machines.

Encore une fois, l'intention est louable, mais est-elle vraiment de nature à satisfaire les besoins de notre pays ? Osons une comparaison : si l'on décidait d'initier tous les Français à la natation, ce serait évidemment une bonne

AU SERVICE DES ENSEIGNANTS : L'EPI

Vous êtes enseignant ; vous êtes passionné d'informatique ; vous voulez savoir comment vos collègues s'y prennent dans leur classe ; vous voulez échanger avec eux des programmes et des idées ; alors, rejoignez l'EPI.

L'EPI (Enseignement public et informatique) est une association qui a été créée par quelques pionniers de l'ordinateur à l'école, dès 1971, c'est-à-dire au lendemain du démarrage de l'expérience des 58 lycées pilotes. Elle compte aujourd'hui 4 000 membres, dont 20 % de professeurs de mathématiques, mais aussi 10 % de professeurs de lettres et 10 % d'instituteurs.

L'EPI publie régulièrement un bulletin d'information, dans lequel on trouve des comptes rendus sur les diverses expériences en cours dans les établissements scolaires, des renseignements sur les stages de formation et des notices sur les différents matériels disponibles. L'EPI édite aussi des dossiers spéciaux sur des sujets tels que l'utilisation pédagogique des banques de données, l'ordinateur au collège, etc.

(EPI : 1 avenue Pierre-Corneille, 78170 La Celle-Saint-Cloud.)

chose, utile et salutaire ; mais cela nous donnerait-il plus de champions olympiques ? Or, la France a besoin de champions de l'informatique. Elle ne les forgera pas en faisant seulement de l'initiation, mais en créant une filière cohérente, qui prenne les enfants très tôt et les conduise très loin.

D'autre part, on peut se demander si, dans l'état actuel des choses, il était absolument nécessaire de précipiter à ce point l'opération "Informatique pour tous". Décidée en janvier, elle doit débuter en septembre ou, au plus tard, à la Toussaint. Concrètement, cela signifie que, à cette date, environ 110 000 enseignants devront être capables d'initier élèves et parents, et que quelque 120 000 micro-ordinateurs devront être installés dans les établissements scolaires. Formidable gageure si l'on songe que, pour son projet "100 000 micros", aujourd'hui absorbé par l'opération "Informatique pour tous", l'Education nationale s'était donné cinq ans !

Mais le pari sera-t-il tenu ? Les constructeurs pourront-ils fournir les appareils en temps voulu ? A la Délégation aux nouvelles formations, on en est convaincu. « Nous

(suite du texte page 158)

INFORMATIQUE À L'ÉCO

« L'IMPORTANT C'EST MO

...C'EST AUSSI RACINE, OVIDE, SCHILLER,

LE CARAVAGE, CEZANNE OU PHIDIAS. Il est plus important d'apprendre la grammaire et le latin que le langage binaire ; d'autant plus que, grâce aux "friendly computers", les ordinateurs domestiques parleront bientôt comme tout le monde et que Fortran et Basic seront relégués au magasin des accessoires. C'est l'opinion de Bruno Lussato, professeur au CNAM, éminence grise du monde industriel.

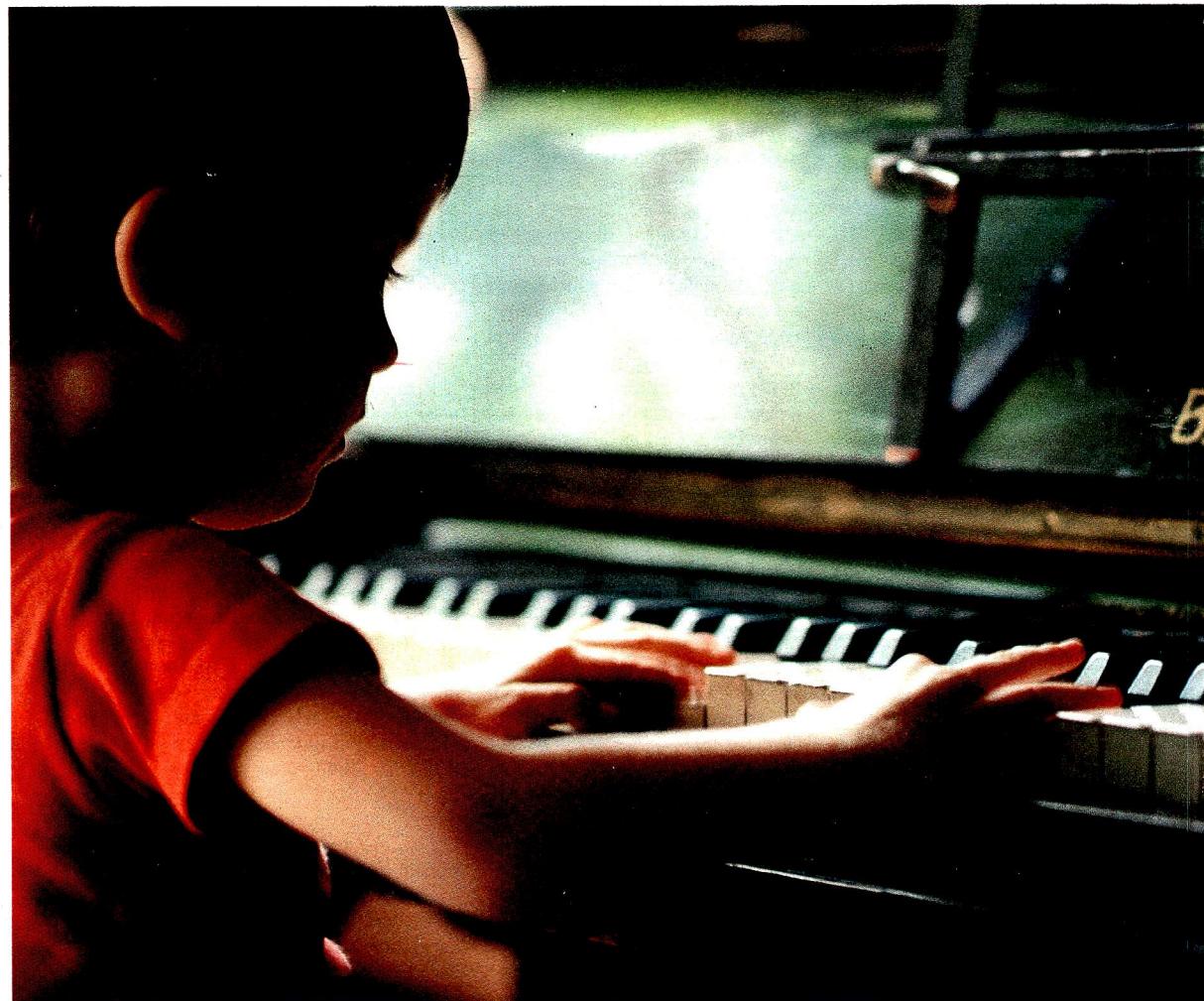


Photo M. Tiziano/DIAF

LE (II) ZART... »

Science & Vie — Vous qui, avant tout le monde en France, avez prévu, et souhaité, le règne du micro-ordinateur, que pensez-vous de l'entrée en force de l'informatique à l'école ?

Bruno Lussato — J'avais dit, en effet, que je préférais que l'on installe dans les entreprises ou les organismes de gestion plusieurs mini-ordinateurs plutôt qu'un gros. Et, par la suite, toute une ribambelle de micro-ordinateurs plutôt

qu'un grand ordinateur central. J'avais utilisé l'image du petit et du grand chaudron, disant qu'il valait mieux avoir plusieurs petits chaudrons plutôt que de tout cuire dans un grand chaudron. Ceci étant, je reconnaissais volontiers que le grand chaudron, c'est-à-dire le gros ordinateur, était quelquefois utile. Et je n'étais pas opposé à ce que les micro-ordinateurs puissent être connectés entre eux, pour le cas où, exceptionnellement, on voudrait les faire communiquer.

En général, tout ce que j'ai dit a été relativement bien compris. Sauf en France, où l'on ne m'a pas écouté ; où l'on m'a considéré comme une sorte de charlatan, de doux rêveur. Si bien que, quand la micro-informatique est apparue, ce qui était inéluctable, c'est à l'étranger qu'elle s'est développée. Et nous, nous sommes restés en rade ! Aujourd'hui, nous nous réveillons, et nous essayons de rattraper le temps perdu, mais c'est bien tard.

S. & V. — *Mieux vaut tard que jamais, D'autant que, vous l'avez dit vous-même, la micro-informatique est "quelque chose d'utile".*

B.L. — J'ai dit que la micro-informatique était quelque chose d'utile pour autant que l'on ait besoin d'informatique, c'est-à-dire pour des opérations de facturation, de comptabilité, de statistique, etc. En revanche, je n'ai jamais dit que la micro-informatique, pas plus que l'informatique d'ailleurs, était utile en elle-même. Informatique et micro-informatique ne sont rien d'autre que des outils. Or, la question qu'il faut toujours se poser, c'est : pourquoi un outil ? A quoi sert cet outil ? J'insiste sur ce point parce qu'une déplorable habitude est en train de s'installer en France : aujourd'hui, on ne part plus du besoin pour aller vers l'outil ; on part de l'outil et l'on se demande ensuite à quoi il pourra bien servir, comment on pourra le promouvoir. C'est de cette façon que l'on a procédé avec la télématique ; on refait la même chose maintenant avec la micro-informatique. Cela évite, bien sûr,

de poser les vraies questions. Bref, je dénonce avec force la fétichisation de l'outil, le fait qu'on tente de l'imposer sans se demander sérieusement à quoi il sert, s'il est vraiment utile. Et sans se demander non plus si l'argent que l'on dépense pour lui, le temps qu'on lui consacre, ne seraient pas mieux employés à autre chose. Si, par exemple, avant d'introduire la micro-informatique à l'école, on s'était posé la question "pourquoi ?", on n'en serait peut-être pas à s'interroger aujourd'hui sur l'utilité de cette expérience — utilité qui est loin d'être démontrée — et l'on aurait économisé pas mal d'argent !

S. & V. — *Ne croyez-vous pas, tout de même, qu'en introduisant l'ordinateur à l'école, on donne aux jeunes la possibilité de se familiariser, non pas avec n'importe quel outil, mais avec ce qui est peut-être considéré comme l'outil d'aujourd'hui et de demain ?*

B.L. — Ce que vous dites là est un stéréotype, c'est-à-dire une tarte à la crème. Vous ne faites que répéter ce que vous entendez autour de vous. Et c'est justement parce que, moi aussi, j'entends de toutes parts des propos de ce genre que je suis très pessimiste sur notre société technicienne. Je vais à mon tour vous poser une question : la

**« Aujourd'hui...
nous essayons
de rattraper
le temps perdu... »**

voiture, elle aussi, peut être considérée comme un outil d'aujourd'hui et de demain ; est-ce que, pour autant, il faut enseigner la conduite automobile à l'école ? De même, savoir cuisiner est une chose extrêmement utile : doit-on pour cela enseigner la cuisine dans les lycées ? Vous me répondrez sans doute que non. Eh bien, je vous dis, moi, que je préférerais presque que l'on enseigne dans les écoles la conduite automobile plutôt que le maniement des ordinateurs. Pourquoi ? Tout simplement parce que la voiture n'a pas



beaucoup bougé depuis une dizaine d'années, et qu'elle ne bougera guère davantage dans les dix années à venir. Autrement dit, si l'on apprenait aux élèves la conduite, on leur enseignerait une matière relativement stable, dont on serait à peu près assuré qu'elle pourra encore leur servir dans une dizaine d'années. Ce n'est pas du tout la même chose avec l'informatique. Lorsque vous dites que l'introduction de l'ordinateur à l'école va permettre aux jeunes de se familiariser avec l'outil de demain, vous partez du postulat que l'outil sera le même demain qu'aujourd'hui, et que l'on s'en servira de la même manière. Or, ce postulat est faux ; on sait même que c'est le contraire qui se produira. Résultat : les enfants qui vont apprendre à manipuler l'outil d'aujourd'hui, vont acquérir des habitudes et des réflexes qui seront, je ne dis pas différents, mais opposés à ceux qu'ils devront posséder lorsque, parvenus à l'âge adulte, ils auront à se servir d'un ordinateur.

S. & V. — Comment pouvez-vous être aussi catégorique ?

B.L. — Il n'y a qu'à regarder le passé. Si l'on avait enseigné aux enfants la pratique de l'informatique il y a vingt ans, ils auraient appris la mécanographie ! On leur aurait inculqué le langage binaire ou l'assembleur, c'est-à-dire des choses dont ils n'auraient que faire aujourd'hui. Non seulement on aurait encombré inutilement leur cerveau, mais on aurait détourné leur attention d'éléments beaucoup plus importants, comme, par exemple, l'analyse fonctionnelle. Aujourd'hui, on va apprendre aux jeunes Français à taper sur un clavier, et ils vont prendre l'habitude de taper sur un clavier.

Seulement voilà : cette habitude ne leur servira à rien, et les générations suivantes, dans dix ans, tous les ordinateurs auront des écrans tactiles, des souris ou, mieux encore, seront à commande vocale, une technique dans laquelle l'important est de savoir formaliser sa pensée avant de parler. Si bien qu'on aboutira au paradoxe suivant : les enfants qui n'auront

pas appris à taper sur un clavier, seront, dans dix ans, plus aptes à affronter un ordinateur que ceux à qui on va aujourd'hui enseigner le maniement d'une machine.

S. & V. — *D'accord pour le clavier, mais ils vont au moins apprendre la programmation.*

B.L. — Seconde erreur ! Que va-t-on leur enseigner ? Le Fortran, le Pascal, le Basic, etc., c'est-à-dire des langages de programmation. Or, j'ai écrit il y a plusieurs années — mais combien de personnes prennent la peine de me lire ? — que l'on allait vers les *friendly computers*, les ordinateurs amicaux, c'est-à-dire des machines que l'on peut manipuler sans aucune connaissance de la programmation. Et que l'on peut même programmer sans connaissance de la programmation. Bien sûr, vous entendrez toujours des

« Il n'est plus indispensable de connaître les langages traditionnels de programmation »

rétrôgrades prétendre qu'il s'agit là d'une utopie, que « ça n'arrivera jamais », ou bien que « ce sont des gadgets ». On avait déjà dit cela pour les micro-ordinateurs : il y a cinq ans, j'avais encore des collègues qui m'assuraient que les micro-ordinateurs ne pourraient jamais avoir une utilisation professionnelle, que c'étaient uniquement des jouets ! Aujourd'hui, il y a des gens qui disent la même chose des *friendly computers*. Eh bien, ces gens-là, dès à présent, sont ridiculisés. Pourquoi ? Parce qu'il existe d'ores et déjà des logiciels grâce auxquels on peut faire fonctionner un ordinateur, pour des applications de gestion très sophistiquées, sans avoir jamais appris la programmation. Il y en a même un qui est français, et qui vient d'être présenté à la presse : il s'appelle « Génération 5 » et a été produit par la SAGES. Interrogez les dirigeants de cette firme, et ils vous confirmeront sur le plan tech-

nique ce que je suis en train de vous dire, à savoir que, dès à présent, des ingénieurs, et même des chefs d'entreprise peuvent, sans qualification informatique particulière, traiter des problèmes de gestion fort complexes avec un micro-ordinateur de type IBM relativement évolué. Donc, dès aujourd'hui, il n'est plus indispensable de connaître les langages traditionnels de programmation. Qu'en sera-t-il alors dans dix ans, quand les enfants à qui l'on va enseigner l'informatique entreront dans la vie professionnelle ? Il y a de fortes chances pour qu'on leur ait appris un fatras de choses qui ne leur serviront strictement à rien !

S. & V. — Par conséquent, selon vous, l'introduction de l'ordinateur à l'école, ça ne sert à rien ?

B.L. — Ça ne sert pas à grand-chose, en effet, puisqu'on enseigne aux enfants un outil qui sera complètement démodé. Permettez-moi de vous donner un autre exemple, plus concret, plus simple, et que tout le monde comprendra, je pense — à part les jeunes peut-être, parce qu'ils n'ont pas connu cette époque. Il y a une vingtaine d'années, lorsque l'on prenait des photographies, on était encore obligé de se livrer à des calculs mentaux compliqués pour savoir comment régler le diaphragme en fonction de la vitesse, de la luminosité et de la sensibilité du film. Seuls des professionnels ou des personnes très expérimentées étaient capables de réussir à coup sûr une photo un peu recherchée. Eh bien, on aurait pu dire à l'époque : il faut enseigner la photographie dans les écoles ; comme ça, tout le monde saura faire de bons clichés. L'ennui, c'est que les enfants qui auraient appris en classe le maniement des appareils photographiques, auraient perdu leur temps, puisque, quelques années plus tard, ces appareils allaient devenir entièrement automatiques. Et si, à cette même époque, on avait interrogé les spécialistes, ils auraient certainement répondu que la bonne photographie resterait manuelle, que les professionnels et les vrais mordus n'utiliseraient jamais des appareils

automatiques, tout juste bons pour les bêtisiers incapables d'effectuer eux-mêmes les réglages ad hoc... Or, c'est précisément avec des raisonnements de ce genre que Zeiss a fait faillite, et que l'Allemagne a perdu sa suprématie en matière d'appareils photographiques. Les Japonais leur ont damé le pion parce qu'ils avaient compris, eux, qu'au contraire on allait vers la convivialité, c'est-à-dire vers des appareils dotés de tous les perfectionnements exigés par les professionnels, mais utilisables par des non-professionnels. Il va en être de même pour l'informatique. On n'a pas besoin d'enseigner l'informatique à l'école puisque, demain, l'ordinateur sera convivial. Il commence même à l'être aujourd'hui.

S. & V. — Admettons qu'il soit inutile d'apprendre aux enfants la programmation et le maniement des ordinateurs. Mais l'informatique en elle-même, l'informatique en tant que science, n'est-elle pas une matière qui mérite d'être enseignée ?

B.L. — Au risque de vous chouquer, je vous dirai que considérer l'informatique comme une science au même titre que les mathématiques ou que la physique, n'est pas sérieux. L'informatique en tant que science, en tant que discipline à part entière, n'est ni plus ni moins qu'un mythe, contre lequel je m'élève. Il faut bien voir, en effet, que l'informatique n'est rien d'autre que la manipulation d'un outil, qui est d'ailleurs extrêmement évolutif. Il est exact qu'il y a des jeunes qui ont de grandes dispositions pour manipuler l'informatique. En revanche, il n'est pas certain du tout que ces jeunes, parce qu'ils auront tapoté sur des ordinateurs à l'école, seront de meilleurs informaticiens lorsqu'ils auront vingt-cinq ou trente ans. Regardons autour de nous : les meilleurs informaticiens d'aujourd'hui ne sont pas forcément ceux qui ont commencé le plus tôt. Ce sont par contre des gens qui avaient des aptitudes à autre chose, à d'autres modes de raisonnement. Ce point est capital, et nous y reviendrons.

Penchons-nous un instant sur

l'informatique de demain. Pour que nous puissions disposer de ces ordinateurs conviviaux, c'est-à-dire de ces appareils qui nous comprendrons lorsque nous parlerons avec eux, il faut que nous formions un petit nombre de spécialistes capables justement de créer les programmes qui nous permettront de nous passer de programmation. Autrement dit, pour que mille enfants d'aujourd'hui puissent, lorsqu'ils seront devenus adultes, se passer de cette informatique qu'on leur aura sommairement enseignée à l'école, il faut qu'il y en ait un ou deux parmi eux qui deviennent de grands informaticiens, capables d'imaginer des logiciels de convivialité. La question devient donc la suivante : que faire pour que les jeunes les plus doués deviennent des informaticiens de pointe ?

Ceux qui ne voient pas plus loin que le bout de leur nez répondront d'une manière idiote : il faut leur faire faire de l'informatique. Ceux qui, au contraire, réfléchissent un peu se demanderont : que devront-ils réellement savoir pour être en mesure de construire ces fameux programmes qui délivreront l'utilisateur de tout souci de programmation ? Eh bien, on le sait. On sait que, pour construire ce que l'on appelle des programmes de cinquième génération, il faut être capable d'élaborer des systèmes experts, c'est-à-dire des systèmes qui parlent la langue de l'utilisateur et qui connaissent la matière traitée. Ainsi, un ordinateur convivial est un ordinateur qui est expert en français, ou bien en anglais, bref qui comprend la langue que vous parlez. Pour mettre au point ces systèmes experts, il faut savoir essentiellement deux choses. Premièrement, la programmation ou, d'une façon plus précise, les algorithmes, c'est-à-dire la manière dont les ordinateurs fonctionnent, la manière dont ils réfléchissent. Ça, vous n'allez pas me dire qu'il faut l'apprendre à l'école ! Si un informaticien me soutient le contraire, je lui demanderai si, lui, il a appris cela à l'école ; si, parmi les grands informaticiens d'aujourd'hui, il y en a beaucoup qui ont appris cela à l'école. Evidemment

UN SPÉCIALISTE DE L'ANTICONFORMISME



« Il faut choisir ses ennemis », se plaît à répéter Bruno Lussato. A peine plus grand — en taille, tout au moins — que Napoléon, le regard noir, vaguement diabolique, ce Français d'origine italienne sait de quoi il parle. Des ennemis, il s'en est fait dans les années 70 en partant en guerre contre IBM et les mythes charriés par la grosse informatique.

Du haut de sa chaire de théorie des systèmes au CNAM (Conservatoire national des arts et métiers), il a tiré à boulets rouges sur « l'intox de la télématique » orchestrée depuis le rapport Nora-Minc.

Fort d'avoir prévu envers et contre tous l'avènement de la microinformatique, il a fabriqué à l'américaine un livre à succès, le *Défi informatique* (Fayard, 1981). Il y montre à coups d'arguments frappants qu'en informatique aussi, « small is beautiful ».

S'il met aujourd'hui en garde contre les microordinateurs, ce n'est pas qu'il brûle ce qu'il a adoré. Il continue d'y croire, mais sur le plan professionnel. Pas en milieu scolaire, où les micros, d'après lui, stérilisent la pensée et font le jeu de ce qu'il appelle l'anticulture.

Homme aux multiples visages, Lussato est surtout connu dans le monde de l'industrie et du commerce comme conseiller en organisation. Il tire en effet une bonne partie de ses revenus et de son prestige à conseiller en tête à tête les PDG de grandes entreprises — parfois de multinationales. Il exerce sur ses interlocuteurs un pouvoir de fascination, dû à une intelligence exceptionnellement déliée et mobile, à une complète indépendance d'esprit et à une connaissance approfondie de domaines aussi innatendus que la psychologie, la musique ou le marketing.

non, puisque l'informatique à l'école n'existe pas de leur temps. Par contre, il y a une chose qui s'apprend à l'école : c'est la grammaire. La grammaire est précisément la seconde matière qu'il faut connaître pour construire des systèmes experts. En effet un grand informaticien doit être aussi un grand linguiste. Il ne peut pas se permettre de posséder une langue, disons le français, approximativement ; il doit la posséder de façon si précise qu'il puisse l'enseigner aux ordinateurs. Car l'ordinateur n'admet pas la moindre faille : il demande qu'on explicite parfaitement les racines de la matière qu'on veut lui enseigner. Si c'est le français, ces racines s'appellent la grammaire. Cela dit, on comprend d'autant mieux les racines d'une langue que l'on connaît aussi d'autres langues. En conséquence, ce que doivent apprendre les jeunes qui veulent devenir les grands informaticiens de demain, ce sont les langues, le plus de langues possible, et de la façon la plus poussée qui soit. Car, plus tard, il devront connaître non seulement les algorithmes de la machine, mais aussi les algorithmes des langues.

S. & V. — *Vous tenez là un discours que l'on n'a pas l'habitude d'entendre dans la bouche des informaticiens.*

B.L. — Et pour cause ! Nous commettons actuellement la même erreur de myopie qu'il y a dix ans. A cette époque, je prônais les mini-ordinateurs et les micro-ordinateurs, et l'on me riait au nez. Pourquoi ? Parce que l'on évaluait le futur en prolongeant simplement le présent. C'était alors le règne des gros ordinateurs encore plus gigantesques et il y en aura partout... Aujourd'hui, on procède toujours de la même manière, autrement dit on continue à voir le futur dans le rétroviseur. Sous prétexte que les mini-ordinateurs ont supplanté les gros ordinateurs, on nous dit maintenant : dans dix ans, il y aura encore plus de mini-ordinateurs ; ils seront de plus en plus petits et ils envahiront tout. Bref, on est en train de prôner un futur que j'avais prôné, moi, il y a

dix ans. Mais, depuis, j'ai évolué ; le monde a évolué. Et, dans dix ans, ce ne sont plus les micro-ordinateurs qu'on va avoir, mais ce que la grande firme japonaise JVC a baptisé le système A + V + C (audio + vidéo + computer), c'est-à-dire un ensemble très complexe de traitement de l'information qui comprendra aussi bien le texte que les arts plastiques, et musicaux. Vous avez sans doute vu dans les journaux ou la télévision qu'à l'Exposition internationale de

vra surtout avoir une parfaite connaissance des langues. Et quand je parle de langues, cela signifie aussi bien les langues française, anglaise ou japonaise, que les langues musicales ou pictoriales. Car il existe des langues musicales : celle de Bach, par exemple, n'est pas la même que celle de Mozart, et celle de Mozart est différente de celle de Boulez. De même, il y a des langues picturales : un tableau de Picasso ne se "lit" pas de la même façon qu'un tableau de Dubuffet ou qu'une œuvre du Moyen Age. Eh bien, on ne pourra pas devenir un informaticien d'élite si l'on ne connaît pas ces différentes langues. C'est pourquoi, d'ailleurs, dans *le Défi informatique*, j'écrivais que l'important, c'est Mozart. Je voulais dire par là que, dans l'informatique, l'important c'est le contenu ; c'est la logique même des langages humains qu'on va y mettre.

Or, les langues, ça s'apprend quand on est jeune. Autant l'informatique peut s'assimiler facilement même si l'on est âgé, car c'est rationnel, logique, en un mot algorithmique, autant les langues, où tout est affaire d'intuition, où l'on rencontre sans cesse des structures de très haute complexité, bien plus complexes qu'en informatique, doivent être apprises lorsqu'on est jeune, c'est-à-dire lorsque le cerveau est encore apte à saisir les nuances et les subtilités. Quitte à rabâcher, j'ajouterais pour être clair que, contrairement à ce que certains charlatans veulent faire croire au public, la langue française ou la langue anglaise sont infiniment plus complexes, plus subtiles, plus précises et plus admirables que le langage informatique le plus sophistiqué d'aujourd'hui. Pendant longtemps, certains esprits naïfs se sont laissé abuser et ont cru que l'anglais ou le français étaient quelque chose d'imparfait par rapport aux langues informatiques. Aujourd'hui, vous ne trouverez plus un seul informaticien sérieux, mis à part quelques crabes antédiluviens, pour penser encore cela. On a enfin compris que les langues, et je dirai la même chose pour la musique, la peinture ou la poésie, ne

« L'informatique ... un balbutiement, un jargon limité uniquement à un outil. »

Tsukuba, au Japon, une équipe d'informaticiens japonais présentait un robot musicien qui lit les partitions de musique. Les gens ne se rendent pas compte de la prouesse que représente une telle réalisation. Une double prouesse, en fait. La première, que, pour ma part, je trouve assez modeste, se situe au niveau de la programmation : on a su programmer un ordinateur de telle sorte qu'il soit capable de comprendre quelque chose d'aussi complexe qu'une partition musicale. Car, il faut le savoir, une partition musicale est beaucoup plus complexe à lire qu'un livre. Le second exploit, qui, à mon avis, est autrement admirable, c'est qu'il se soit trouvé au Japon des gens qui ont tellement bien saisi le génie de la musique occidentale, qui en ont tellement bien compris les algorithmes, qu'ils ont pu l'enseigner à un ordinateur. Et cela nous ramène à l'informatique de demain.

Certes, l'informaticien de demain devra connaître le fonctionnement des ordinateurs, leurs règles opératoires, autrement dit leurs algorithmes. Cela, d'ailleurs, il pourra très bien l'apprendre à vingt ou trente ans, parce que c'est relativement simple — c'est simple parce que c'est algorithmique. Mais l'informaticien de demain de-

sont pas des modes d'expression du passé, des systèmes de communication moins perfectionnés que l'informatique ; ce sont au contraire des véhicules extraordinairement sophistiqués, et c'est l'informatique qui est un balbutiement, un jargon limité uniquement à un outil, et qui sera très rapidement démodé.

Voilà pourquoi je dis que, plutôt que l'informatique, il faut enseigner aux enfants les langues, et cela le plus tôt possible. Le latin, par exemple, est excellent. Parce que la connaissance du latin fournit aux jeunes cerveaux des algorithmes ou, si vous préférez, une manière de penser, qui est infinitiment plus riche que celle que procurent le Fortran, le Pascal ou le Basic. Or, dans dix ans, lorsque le Basic aura définitivement disparu — je l'espère du moins, car c'est un langage tout à fait rétrograde —, les enfants auront sans doute besoin d'algorithmes plus élaborés, qui leur permettront d'affronter de nouveaux programmes.

S. & V.—Mais ne dit-on pas aussi que l'enseignement de l'informatique peut être une solution pour développer l'emploi?

B.L. — Vous savez, le nombre de sottises que l'on peut proférer aujourd'hui à propos de l'informatique est inimaginable. Car comment qualifier autrement que de crétinisme avancé le raisonnement qui consiste à dire, par exemple : on a besoin de programmeurs, donc il faut apprendre aux jeunes à programmer, comme cela ils trouveront plus facilement un emploi... A-t-on seulement réfléchi au fait que, lorsque tous les gens sauront programmer, on n'aura plus besoin de programmeurs ! C'est comme si l'on disait : il faut apprendre à tout le monde à conduire une voiture, parce que l'on manque de chauffeurs... Mais laissons là ces sornettes et posons la véritable question : faut-il oui ou non enseigner l'informatique aux enfants ? J'ai déjà répondu que, d'une manière générale, cela ne servait à rien, parce que l'outil évoluait sans cesse, ainsi que la façon de s'en servir. J'ai dit également



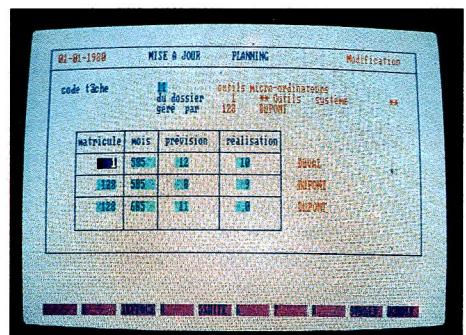
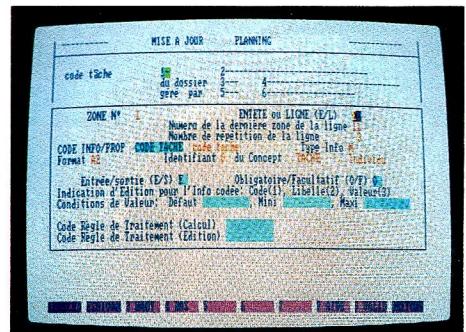
UN LOGICIEL "AMICAL."

Ce logiciel, "Génération 5", n'importe qui peut l'utiliser pour créer lui-même ses programmes, sans connaître pour autant un langage de programmation.

Ici, il vous propose d'abord un « menu » (**écran 1**) qui offre le choix entre deux options : « dictionnaire » et « application ».

Le dictionnaire sert à décrire ce que vous voulez faire et le mémoriser. Pour décrire l'**écran 2** une information, vous devez en préciser les caractéristiques en répondant à une série de questions : est-elle obligatoire ? Faut-il la calculer ? Doit-elle être saisie ? etc.

L'application — ou l'utilisation que vous voulez faire de vos données, ici, mise à jour d'un planning (**écran 3**) — sera ensuite, et automatiquement, effectuée par la machine sans qu'il soit nécessaire de passer par l'écriture d'un programme. Ce genre de logiciels met vraiment l'information à la portée de tous les créateurs.



ment que c'était inutile, et même plutôt néfaste, pour les jeunes qui aspiraient à devenir des informaticiens de haut niveau. Ceux-là devraient en priorité apprendre les langues, afin de pouvoir les en-

seigner plus tard à l'ordinateur.

Mais je vais plus loin : même si l'enseignement de l'informatique s'était révélé utile, ce n'est pas pour autant qu'il aurait fallu l'introduire à l'école. Pas avant d'en

moins, d'avoir répondu à cette autre question : pourquoi l'informatique plutôt qu'autre chose ? Autrement dit, n'y-a-t-il pas d'autres priorités ? Tout chef d'entreprise, tout manager digne de ce nom sait que ce n'est pas parce qu'une machine est utile qu'il doit automatiquement l'acquérir et l'installer dans son usine. Il lui faut faire un choix, sous peine de faire faillite. Eh bien, c'est la même chose pour l'enseignement. Vous savez combien le budget des écoles est limité, combien le temps des enfants est limité, celui des professeurs aussi. Dans ces conditions, l'informatique était-elle vraiment prioritaire ? Je réponds : non !

S. & V. — Pourquoi ?

B.L. — Pourquoi privilégier l'informatique plutôt que la musique, la peinture ou le dessin ?

taire sans avoir appris la moindre chose en musique, en peinture ou en poésie. Sans même savoir ce qu'est une sonate ou une fugue. Ceci est non seulement scandaleux, mais particulièrement grave pour l'avenir de notre pays. Eh bien, l'informatique va encore aggraver cette situation, pour la bonne raison qu'elle va pomper des énergies, qu'elle va pomper un argent considérable, dont on ne sait pas très bien à quoi il servira, alors qu'avec les mêmes sommes, on aurait pu combler les déficits

légie l'informatique parce qu'elle est à la mode. J'ai malheureusement contribué à créer cette mode, bien malgré moi. Dans les médias, et plus particulièrement à la télévision, la culture artistique brille surtout par son absence. Des émissions comme celles de Jacques Chancel ou d'Eve Ruggieri sont les exceptions qui confirment la règle. Pour le reste, le niveau culturel des émissions françaises est proprement scandaleux. Alors, on est en droit de poser la question suivante : pourquoi l'État agit-il ainsi ? Si l'enseignement et la télévision étaient entièrement entre les mains d'organismes privés, on dirait : « C'est une honte ! Ces gens-là, par démagogie et pour gagner davantage de fric, sont en train de plonger dans l'inculture un peuple tout entier ! ». Le président Reagan a d'ailleurs dit lui-même un jour, après avoir pris connaissance d'un rapport sur l'enseignement et la culture aux États-Unis : « Si nous avions appris qu'un pays étranger avait versé de l'argent pour nous réduire au niveau d'inculture que nous connaissons depuis vingt ans, nous lui aurions sur l'instant déclaré une guerre nucléaire... Malheureusement, nous ne devons nous en prendre qu'à nous-mêmes ! ». Eh bien en France, c'est pareil. L'État, dont le rôle devrait être d'élever le niveau culturel des citoyens, de penser au long terme, ne s'est pas seulement désintéressé de ce rôle, il a propagé activement l'inculture. Comment cela ? En mettant, par exemple, après 10 heures du soir les rares émissions culturelles diffusées par la télévision.



L'offre :
une surabondance de petites machines aux performances techniques étonnantes, mais dont l'utilité n'est pas toujours démontrée.

Parce que l'informatique, c'est l'avenir dit-on. Eh bien, moi, je dis que l'avenir c'est le dessin, et non l'informatique. Malheureusement, en France, l'enseignement des arts plastiques et musicaux est actuellement dans un tel état de délabrement et de sous-développement que notre pays est la lanterne rouge des nations occidentales. Les Français sont devenus des analphabètes culturels. Songez qu'ils peuvent avoir accompli tout leur cursus scolaire et universi-

culturels hurlants qui défigurent notre pays.

Car on ne remédiera pas à l'analphabétisme culturel avec l'Opéra de la Bastille, la pyramide de verre du Louvre ou le musée de La Villette. C'est au sein même de deux institutions capitales qu'il faut agir : l'enseignement et les médias. Or, que voyons-nous ? Dans l'enseignement, c'est la mode qui triomphe : on sacrifie les arts plastiques et la musique parce qu'ils ne sont pas à la mode, et l'on privi-

S. & V. — Vous êtes donc pessimiste sur l'avenir de la société française ?

B.L. — Pas exactement, car il faut faire une distinction. La plupart des Français, et surtout les jeunes, sont des gens fantastiques. Contrairement à ce que l'on peut croire, ils sont épis de culture. Observez, si vous allez au Grand Palais ou ailleurs, comme les gens se précipitent sur les pancartes explicatives. Cela montre qu'ils veulent comprendre, qu'ils sont curieux. Je ne connais pas un

peuple au monde qui soit plus curieux, plus épris de culture que le peuple français. Seulement voilà : à côté de ce peuple, il y a l'écume qui le régente. Car, je n'ai pas peur de le dire, la France est colonisée. Elle est colonisée par son administration, et par un petit groupe de personnes qui font l'opinion, qui influencent le pouvoir, ou qui font le pouvoir. Et c'est cette écume qui engendre l'inculture et l'immobilisme. Il est normal, dans ces conditions, qu'un Français à qui l'on ne propose que Rika Zarai ou Guy Lux, avoue ensuite dans les sondages préférer Guy Lux et Rika Zarai à Boulez ou à Beethoven ! Et ce n'est pas l'informatique à l'école qui va arranger les choses et refaire des Français le peuple le plus spirituel de la terre.

S. & V. — *Cette déculturation est-elle propre à la France ? Qu'en est-il dans les autres pays ?*

B.L. — Tout d'abord, la France est certainement, parmi les pays occidentaux, celui qui a poussé le plus loin cette manie de l'hyperrationalisation. En voulez-vous des exemples ? Voyez *Concorde* : une prouesse technique sans approche marketing. Voyez aussi la télématique : nous avons forgé le mot "télématique" et nous nous en gargarisons, alors que notre téléphone est très en retard par rapport au téléphone américain. Un peu plus de modestie et un peu plus d'efficacité eussent sans doute été préférables. Notre dernière trouvaille dans le genre, c'est l'informatique à l'école. Nous échafaudons des programmes de plus en plus ambitieux : d'abord, 10 000 micro-ordinateurs, puis 100 000, maintenant 120 000 ! Pourquoi pas 1 million ou 10 millions pendant qu'on y est ? Quelqu'un qui voit cela de l'extérieur dit avoir l'impression ou bien que nous jouons à la poupée, ou bien que nous sommes bons pour l'asile... En tout cas, nous sommes en pleine mégalo manie !

Et pendant ce temps-là que font les Américains, que font les Japonais ? Les Japonais, eux, font du réarmentement culturel. Pendant que nous nous échinons à introduire l'informatique dans les lycées, eux, ils sortent à tour de bras des vidéodisques éducatifs. Des vidéodisques à laser que, entre parenthèses, nous ne pouvons pas trouver en France. Philips, en effet, a renoncé à les produire, estimant que, chez nous, il n'y avait pas de marché. Si bien que si nous voulons regarder *Les Femmes savantes* ou un concert de Karajan, il faut que nous allions au Japon, ou bien que nous fassions venir du Japon des vidéodisques japonais et des appareils de lecture au standard japonais ! En d'autres termes,



disques éducatifs. Des vidéodisques à laser que, entre parenthèses, nous ne pouvons pas trouver en France. Philips, en effet, a renoncé à les produire, estimant que, chez nous, il n'y avait pas de marché. Si bien que si nous voulons regarder *Les Femmes savantes* ou un concert de Karajan, il faut que nous allions au Japon, ou bien que nous fassions venir du Japon des vidéodisques japonais et des appareils de lecture au standard japonais ! En d'autres termes,

tandis que nous en sommes à multiplier les petits chaudrons, c'est-à-dire les micro-ordinateurs, les Japonais, eux, sont en train de faire du contenu, de la soupe. Or, c'est la soupe qui aujourd'hui est importante. La soupe et les cuisiniers.

En ce qui concerne les Américains, c'est plus compliqué. En valeur relative, ils sont pratiquement aussi incultes que nous. (suite du texte 162)

La demande de culture est souvent découragée (30 m de queue pour voir l'œuvre de Renoir exposée au Grand-Palais).

TAC O TAC



10 BRIQUES... RIEN QU'EN GRATTANT !

Quelques "millions" qui vous tombent du ciel, c'est bon à prendre !

Ce qui fait l'incroyable succès du **TAC O TAC** c'est d'abord le "frisson" d'une loterie instantanée : vous grattez, si une somme apparaît vous l'avez déjà gagnée !

Et maintenant, au grattage vous pouvez gagner jusqu'à 100.000,00 Francs avec un billet entier, jusqu'à 10.000,00 Francs (1 MILLION de centimes) avec un dixième.

Et ce n'est pas tout ! Votre billet participe aussi – sans qu'il vous en coûte un sou de plus – au tirage du mercredi (19 h 50 / TF1).

Vous pouvez gagner le gros lot de 4.000.000,00 Francs et de nombreux autres lots.

Vous pouvez bien sûr gagner les 2 fois.

TAC O TAC

TAC O TAC de la Loterie Nationale, le jeu qui offre 2 chances pour le même prix.
1/10^e 10 Francs / Entier 92 Francs.



POUR PLONGER PROFOND RESPIRER DE L'HYDROGÈNE

**SIX PLONGEURS PROFESSIONNELS ONT VECU ET
TRAVAILLE PAR -450 m,** soit à une pression de 46

atmosphères, grâce à un mélange respiratoire à 90 % d'hydrogène. Un record mondial, des essais concluants, et surtout une nouvelle étape dans la conquête du milieu marin.

Au cours des vingt dernières années, la plongée industrielle n'a guère, sauf exception, dépassé les -200 mètres. Avec l'air comprimé des débuts, l'homme descendait à - 60 ou - 80 m tout au plus, au-delà de quoi

il était exposé à la narcose de l'azote, la fameuse "ivresse des profondeurs". Il a donc fallu l'alimenter en mélanges respiratoires synthétiques, l'azote étant remplacé par un autre gaz inerte diluant de l'oxygène : l'hélium.

D'une densité sept fois infé-

rieure à celle de l'azote, l'hélium supprime les effets de narcose et d'essoufflement. Grâce à ce mélange artificiel, appelé héliox, des plongeurs très expérimentés et très entraînés interviennent même couramment dans la zone des 200-300 mètres. Au Brésil, par

Photo Comec

exemple, où la Comex — la firme marseillaise de travaux sous-marins à l'origine de la plupart des innovations dans ce domaine — a réalisé plus de 600 heures d'activité sur des fonds allant jusqu'à -307 mètres.

Mais les capacités de plongée varient d'un individu à l'autre; on ne peut demander de telles performances à tous les plongeurs, même professionnels. Or, actuellement, plusieurs projets en mer du Nord et au large du Brésil notamment, visent encore plus profond: jusqu'à -450 mètres (la plongée industrielle intéresse presque exclusivement les opérations pétrolières off-shore, là où le matériel robotisé ne peut remplacer l'intervention humaine pour la construction, l'entretien et la surveillance des installations au fond).

Ce besoin de descendre toujours plus bas explique l'énorme effort d'exploration physiologique réalisé

sur l'homme en condition d'hyperbarie. D'où, en particulier, les expériences menées dès 1976 par la Comex et la Marine nationale, en plongées réelles ou fictives (par simulation en caisson), qui visaient justement des profondeurs de -450 mètres.

Un nouvel obstacle se manifestait en effet au niveau des -250 mètres, cap au-delà duquel l'héliox ne saurait constituer la solution définitive. Car le plongeur autonome est alors confronté à un mal particulier: le syndrome nerveux des hautes pressions (SNHP), caractérisé par un ensemble de désordres nerveux et respiratoires qui limitent sa capacité de travail. Cela se traduit par des tremblements, une baisse de la vigilance, une tendance à la somnolence, et objectivement par une perturbation de l'électroencéphalogramme.

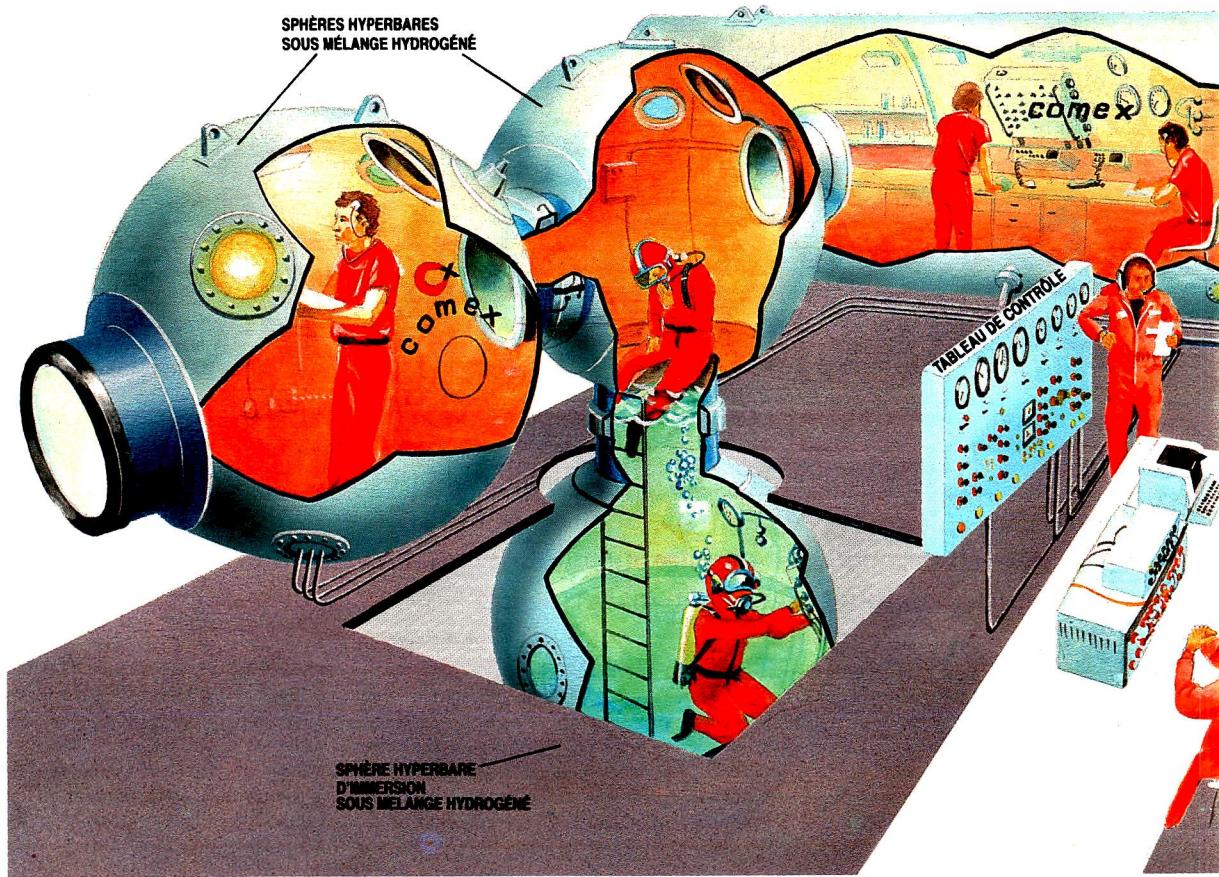
Le SNHP est en quelque sorte la résultante de deux forces agissant

sur la cellule nerveuse: l'une des composantes est la pression, plutôt excitomotrice, l'autre est le gaz respiratoire, plutôt narcogène. C'est en jouant sur l'antagonisme relatif de ces deux effets que les physiologistes ont pu développer des mélanges gazeux capables, en conjugaison avec des procédures de compression lente, de faire gagner au plongeur une nouvelle étape de profondeur.



On a donc remplacé l'héliox, mélange binaire, par un mélange ternaire, oxygène-hélium-azote, le "trimix" — l'addition d'azote, à raison de 5 à 10 %, exerçant un effet modérateur sur les facteurs déclencheurs du SNHP. On a pu ainsi passer la barre des -300 mètres.

Malheureusement, ce nouveau "cocktail" a son inconvénient.



L'azote atténue effectivement les manifestations du SNHP, mais il fait payer cet avantage en accroissant la densité du mélange, ce qui entraîne une baisse de la ventilation pulmonaire ; cette limitation respiratoire affecte considérablement les performances du plongeur profond.

Dès lors, la recherche se portait sur un gaz offrant à la fois un pouvoir narcotique anti-SNHP et une masse volumique aussi faible que possible. Pour réduire la densité du mélange, il fallait remplacer, en tout ou partie, l'hélium par un gaz plus léger. Ce ne pouvait être que l'hydrogène, mais on n'osait songer à l'utiliser, tant il peut être inflammable.

En tant que diluant dans les mélanges gazeux, l'hydrogène présente des caractères dont les avantages, contrairement à l'azote, ne se contrarient pas mais se complètent. Sa masse moléculaire est la moitié de celle de l'hélium. Son

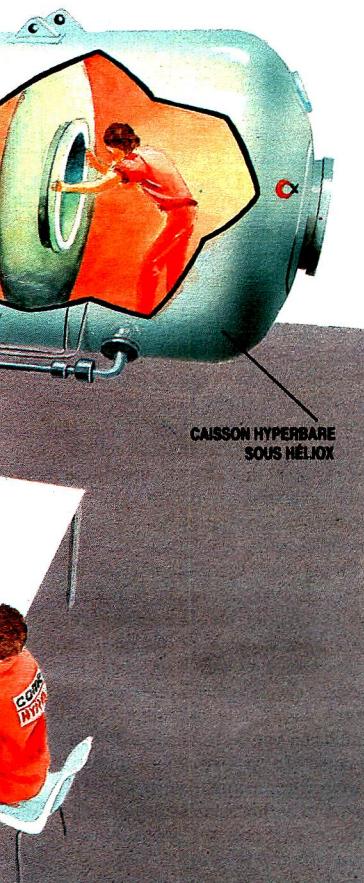
pouvoir narcotique anti-SNHP est inférieur à celui de l'azote mais très supérieur à celui de l'hélium. Sans être un gaz chimiquement inerte, l'hydrogène ne présente pas, que l'on sache, de toxicité propre.

Il forme cependant une combinaison particulièrement inflammable avec l'air ou avec l'oxygène. Quand on l'utilise dans un mélange respiratoire, et pour éviter tout risque de combustion, on doit s'assurer que la concentration volumique en oxygène est inférieure à 4 %.

Mais justement, on bénéficie ici d'un heureux concours de circonstances physiologiques : pour maintenir une "pression partielle d'oxygène" (PPO₂) acceptable par l'organisme, le taux d'oxygène doit être faible dans les mélanges respirables aux hautes pressions. Compris entre 2,5 et 0,6 % (donc inoffensif en combinaison avec l'hydrogène), ce taux permettra par-

héiox, où trois plongeurs peuvent séjournier en mélange hydrogéné, sous contrôle médical, et accomplir tous les tests physiologiques, au sec comme en immersion. Les six sujets de l'expérience — baptisée Hydra V — étaient répartis en deux équipes de trois.

Pour commencer, la première a vécu totalement en ambiance hydrogénée pendant une semaine à la profondeur simulée de 450 mètres. Plusieurs études étaient au programme. Celle des effets psychomoteurs, certainement antagonistes (effets variant en fonction des proportions du cocktail respiratoire et de la profondeur). Celle de la mécanique ventilatoire du plongeur au repos et en activité, en ambiance sèche ou en immersion, sous héiox et sous hydrox. Celle du comportement des gaz dissous dans l'organisme, relativement au changement de mélange respiré. Celle des effets toxiques, d'une probabilité très



Dessin J. Barric - Photo Comex

L'expérience Hydra V : un caisson sous héiox (mélange couramment utilisé en plongée professionnelle) communiquant par un jeu de sas à trois sphères sous hydrox, le nouveau mélange dont on veut tester, sous surveillance médicale, les effets sur les plongeurs au repos et en activité, au sec et en immersion.



falement l'accès de l'homme aux profondeurs de -70 à -700 mètres.

L'hydrox, comme on appelle ce nouveau mélange, vient donc d'être testé jusqu'à -450 m, pour la première fois au monde, avec un succès total, par la Comex dans son centre hyperbare de Marseille (1). Le dispositif expérimental de saturation était aménagé de façon à assurer en permanence aux plongeurs deux zones d'ambiance gazeuse différente. D'une part, un caisson avec sas sous héiox, habitable par six plongeurs. De l'autre, un ensemble de trois sphères, connecté au caisson

faible heureusement, qui seraient dus à une longue exposition à l'hydrox.

Techniquement — détail important — Hydra V a permis d'éprouver une nouvelle unité de régénération des gaz en hyperbarie, conçue spécialement pour recycler les mélanges hydrogénés.

Un des principaux objectifs physiologiques était de déterminer la capacité de travail du plongeur respirant de l'hydrox, au sec et dans l'eau et d'étudier l'effet anti-SNHP de l'hydrogène. Sur le premier point, les prévisions scientifiques sont confirmées : on a mesuré des puissances développées de

(1) Avec la Comex, participent à l'expérience le CERB de la Marine nationale, le GISMER, le CEPSM, le CNRS, l'IFREMER, la Marine suédoise et la Naval Medical Research.

(suite du texte page 166)

LE DÉSASTRE DE L'EUCALYPTUS

L'ALGERIE, COMME LA PLUPART DES PAYS

EN VOIE DE DEVELOPPEMENT, est obligée

de consacrer une part importante de ses devises à l'importation de papier. Quoi de plus naturel, alors, qu'elle ait essayé (comme nombre d'autres états africains) de mettre en place, depuis une quinzaine d'années, sa propre production de pâte à papier.

Une tentative qui semble bien compromise.

Comme les Algériens, avec leurs gisements de gaz naturels, ne sont heureusement pas contraints d'exploiter leur bois pour le chauffage, il leur reste, malgré la faible proportion de territoire couverte par des forêts (soit quelque 4 millions d'ha), des ressources suffisamment importantes pour être mises en valeur.

Cependant, dès le départ, les responsables du ministère algérien des Forêts, de l'Hydraulique et de l'Environnement, conseillés par des "experts" de la FAO, ont jugé peu intéressante l'utilisation des essences nationales comme matière première, car il s'agit d'espèces méditerranéennes à croissance lente. Les organismes internationaux comme la FAO et la Banque mondiale ont misé, à l'époque, sur des "super arbres" à haut rendement.

Depuis le début des années 70, la BAD, filiale de la Banque mondiale, a donné des crédits à tous les pays du Maghreb et à d'autres pays africains pour des reboisements industriels en *Eucalyptus bleus* (*Eucalyptus globulus*), espèce d'origine australienne, poussant depuis longtemps dans des pays méditerranéens et dont on attendait un rendement de l'ordre de 10 m³/ha et par an. Sous des conditions optimales, cet arbre peut pousser de 3 mètres par an. On peut le récolter après sept ans.

En Algérie on a choisi trois régions du littoral méditerranéen pour ces

plantations : un terrain de 30 000 ha près de Mostaganem à l'ouest, un terrain de 20 000 ha près de Béjaïa (Bougie) sur la côte kabyle et une surface de 25 000 ha dans la région d'El Kala (La Calle) à la frontière tunisienne. L'étude des projets de reboisement a été confiée à un bureau d'études espagnol (Caltechnica S.A., Madrid). Cette société, de bonne réputation jusqu'alors, a fourni au ministère algérien, pour un total d'environ 5 millions de francs, des études franchement fantaisistes. Elles montrent de telles lacunes et incohérences que l'on peut se demander si leurs auteurs ont mis les pieds sur les terrains en question.

Dans la région d'El Kala, par exemple, des zones absolument inaccessibles ont été préconisées pour le reboisement : elles sont truffées de mines depuis la guerre d'Algérie. En outre, la majorité des parcelles choisies pour le reboisement industriel se trouvent à l'intérieur du Parc National d'El Kala — importante réserve naturelle comportant notamment les seules zones humides du pays, qui paraît déjà bien peu protégée depuis le départ des Français. On a même inclus dans les parcelles à reboiser des zones dunaires très fragiles, où les Algériens avaient déjà effectué des reboisements de protection, quelques années auparavant, avec des pins maritimes.

De façon générale, lors du choix de ces zones de reboisement, on a complètement sous-estimé ou même né-

gligé les divers facteurs écologiques, comme la nature du sol, les variations saisonnières de la pluviométrie, les températures maximales et minimales, etc. Ainsi dans la région côtière de Mostaganem, on n'a pas pris en compte le fait qu'au-dessous de la couche de sable se trouve du calcaire actif que les eucalyptus supportent très mal. Et dans la région d'El Kala on n'a fait que peu attention à la pauvreté du flysch (schiste marno-argileux mélangé avec du sable). Et l'on n'a pas hésité à sacrifier des peuplements reliquaires de chênes-lièges parfaitement adaptés à ce type de sol. Il est connu, en plus, que les eucalyptus ont un énorme besoin d'eau. A première vue, ce besoin n'aurait pas dû poser problème dans les régions choisies pour les plantations, puisque la majeure partie de la côte méditerranéenne reçoit plus de 1 000 mm de précipitations par an. Mais ces précipitations se concentrent dans les mois d'hiver, et la sécheresse estivale caractéristique du climat méditerranéen y est très prononcée.

Malgré ces handicaps, ou plutôt ces inadaptations, les plants d'eucalyptus sont bien partis pendant trois ans. Mais, dès la quatrième année, ils commencent à péricliter.

Les experts de la FAO, envoyés sur place, ont mis en cause la qualité des plants fournis par les pépinières algériennes. D'autres conseillers ont cherché l'origine du flétrissement des eucalyptus dans la pauvreté du sol. Pour y remédier, les services forestiers ont planté, en certains endroits, entre les eucalyptus, des acacias qui, en tant que légumineux pourvus de nodules racinaires, peuvent fixer l'azote atmosphérique et enrichir le sol en composés azotés. Les résultats de cette mesure furent bien médiocres, et il faut donc en conclure que ce qui manque surtout aux eucalyptus... c'est l'eau.

En fait, dans la région d'El Kala on a pu observer, depuis la plantation des eucalyptus, un abaissement important de la nappe phréatique. Les sources se sont taries, et, dans les dunes, l'eau douce pompée par les arbres assoiffés a été, peu à peu, remplacée par de l'eau salée en provenance de la mer toute proche. L'approvisionnement de la ville d'El Kala en eau potable est devenu très difficile. Des projets d'irrigation ont même dû être arrêtés.

Finalement est arrivé ce qui était à

craindre : les eucalyptus, souffrant de plus en plus du manque d'eau (photo), sont devenus la proie facile d'un ravageur, le *Phoracantha semi-punctata* (photo), un coléoptère de 2 à 2,5 cm qui a été importé accidentellement d'Australie. Les femelles de ce xylophage, strictement spécifique des eucalyptus, déposent chacune environ 200 œufs par paquets de 20 à 60 dans les anfractuosités de l'écorce des arbres. Les œufs éclosent huit à dix jours après la ponte. Les jeunes larves se nourrissent d'abord dans l'écorce et pénètrent ensuite profondément dans le bois qui, de ce fait, est complètement détérioré et rendu inutilisable car les galeries creusées par les larves ouvrent la voie aux champignons du genre *Filospora* et à des bactéries. Il faut noter que les eucalyptus en pleine vigueur peuvent résister aux attaques des parasites en sécrétant des substances phénoliques, toxiques pour les larves.

Mais en Algérie, les eucalyptus, affaiblis par le manque d'eau en été, offraient bien peu de résistance. En plus, le ravageur trouve ici des conditions climatiques optimales pour sa propagation, car ses œufs ont besoin, pour éclore, de températures supérieures à 15°C. (C'est pourquoi on n'a jamais observé de pullulations de *Phoracantha semipunctata* dans les secteurs nord et est du pourtour méditerranéen, où la température tombe régulièrement et pour assez longtemps en dessous de ce seuil critique pendant les mois d'hiver.)

Les services forestiers algériens ont dû pratiquer, depuis le début des années 80, des coupes sanitaires sur plus de 30 000 ha (c'est-à-dire sur environ 80 % de la partie des terrains déjà pourvus de plants). Mais ils ont continué, toujours sur les conseils des "experts" de la FAO, à planter des eucalyptus. Au Maroc et en Tunisie, par contre, où le *Phoracantha semipunctata* avait déjà causé des ravages au début des années 70, les autorités ont donné un coup d'arrêt aux programmes de reboisement industriel dès l'apparition du même problème.

Ce n'est que récemment que le projet d'alimenter les usines de pâte à papier avec du bois d'eucalyptus a été officiellement abandonné en Algérie. Le ministère responsable de l'opération est maintenant obligé de dépasser 3 850 dinars par hectare pour assainir les terrains en question, car la préparation du sol sablonneux

pour les plantations a considérablement augmenté les risques d'érosion dont le pays souffre déjà beaucoup. Pendant les pluies torrentielles, qui s'abattent chaque hiver sur la côte méditerranéenne, des avalanches de boue descendant vers la mer depuis

algériennes comptent fonder, à moyen terme, l'industrie papetière du pays. Elles misent maintenant sur le pin maritime qui pousse à peu près deux fois plus vite que le pin d'Alep. Les services forestiers ont commencé, en 1983, à remplacer les eucalyptus par



Les eucalyptus, souffrant du manque d'eau et plantés sur un terrain trop pauvre,



sont devenus la proie facile d'un coléoptère : le "Phoracantha semi-punctata".

que le sol fragile des dunes et des collines côtières a été labouré.

Aux conséquences écologiques qui commencent à être catastrophiques — les glissements de terrains et inondations qui ont provoqué, l'hiver passé, la mort de plusieurs dizaines de personnes dans le nord-est algérien sont en partie imputables aux plantations d'eucalyptus — s'ajoutent des conséquences économiques presque aussi désastreuses : l'usine de pâte à papier d'El Kala conçue par Scandia-Consult, un bureau d'études finlandais spécialisé, n'a toujours pas été construite faute de matière première. Ceci est d'autant plus grave que cette usine aurait dû contrebalancer, comme les projets d'irrigation de terres cultivables, l'attrait qu'exerce le centre industriel d'Annaba, à moins de 100 km de là (avec notamment le grand complexe sidérurgique d'El Hadjar), et arrêter l'exode rural de la région d'El Kala. L'usine prévue pour Mostaganem n'a pas été construite non plus.

Plus d'une dizaine d'années après s'être lancée dans un vaste programme de développement de la filière bois, l'Algérie ne dispose toujours que de deux usines de pâte à papier : l'une près de Béjaïa et l'autre à Khenchela dans les Aurès. Ces deux usines sont approvisionnées en bois de pin d'Alep, une essence à croissance lente qui est parfaitement adaptée à la sécheresse estivale. Mais ce n'est pas sur cette essence poussant spontanément que les autorités

ce pin maritime.

Mais il faut craindre que cette essence aussi connaisse des difficultés, car le pin maritime, quoique poussant facilement dans toute la partie occidentale du pourtour méditerranéen, ne peut pas être considéré comme bien adapté au climat.

On l'a bien vu en France, où cette espèce a pratiquement disparu de la Côte d'Azur à la suite de l'attaque d'une cochenille (*Matsucoccus feytaudi*) pendant la sécheresse estivale qui a suivi les grands froids de l'hiver 1956, tandis qu'elle a bien résisté au même parasite dans les Landes dans un climat plus humide et plus tempéré. Il semble donc que l'Algérie n'ait pas encore fini de payer très cher ses leçons d'écologie.

Il pourrait bien s'avérer, un jour, que la valorisation des essences typiquement méditerranéennes, malgré leurs inconvénients comme la croissance lente et la nodosité de leur bois, soit le seul moyen réaliste de développer l'industrie papetière dans un pays comme l'Algérie. Il faudrait donc maintenir et exploiter le pin d'Alep et le chêne vert sur sol calcaire, ainsi que le pin parasol et le chêne-liège sur sol sablonneux. Il ne faudrait pas non plus oublier de mettre en valeur les 4 millions d'hectares de la fameuse herbe alfa des hauts plateaux, dont on fabrique déjà aujourd'hui du papier hygiénique. Pourquoi limiter à certains emplois cette ressource polyvalente par excellence ? ■

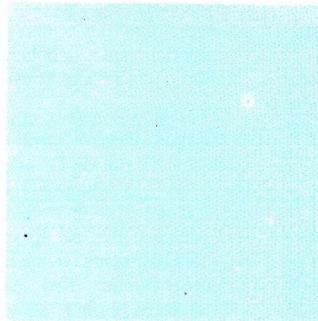


Vos économies d'énergie nous mèneront loin.

Aujourd'hui où tout coûte cher, les économies d'énergie sont les bienvenues. Surtout pour notre balance des paiements.

Et j'ai fait le calcul : le train n'utilise que 2% seulement du pétrole consommé par l'ensemble du secteur des transports. Vous voulez un exemple : pour transporter une personne comme moi à 270 km/h, le train ne consomme que l'équivalent de 2 litres aux 100 de super. Qui dit mieux ? Ces économies, ce sont quelques milliards de francs qui ne sortiront pas de notre poche. Les économies d'énergie, ce sont des économies tout court.

Merci le train
SNCF



INNOVATION

ILS ONT RÉUSSI GRÂCE À "SCIENCE & VIE"

Consommateurs, distributeurs ou fabricants, nos lecteurs sont en quête permanente de produits nouveaux que *Science & Vie*, leader en matière d'innovation, leur présente dans ces colonnes.

Nous en donnons deux exemples récents particulièrement frappants.

1. Il crée son entreprise à partir d'un "Marché à saisir", la rubrique mensuelle de *Science & Vie*. Il s'agit ici de la "borne active détectrice de mauvais contacts", un dispositif qui permet la détection avancée de tels défauts, bien avant tout échauffement dangereux susceptible de déclencher un incendie.

Cette invention a été présentée dans notre n° 802, de juillet 1984. Voici la lettre que nous avons reçue de

(suite du texte page 98)

INNOVATION

(suite de la page 97)

l'inventeur, à la suite de cette publication.

« Compte tenu des contacts commerciaux que nous avons obtenus, nous avons décidé de créer une société, Sapemic, qui a pour but de développer et de commercialiser les produits électroniques. Les nom-



breuses applications possibles de la borne active nous ont permis de mettre au point des systèmes de télésurveillance raccordés sur la borne et sur d'autres capteurs. Nous avons actuellement en cours d'installation dans le secteur public plusieurs systèmes expérimentaux qui

devraient déboucher sur des séries.

» Par ailleurs, nous avons des premiers contacts avec les USA pour ces produits. Nous vous remercions pour votre action qui a débouché sur la création d'une société nouvelle. »

La Sapemic (Société d'applications électriques, électroniques et informatiques, 21 rue de Fécamp, 75012 Paris, tél. (1) 340 24 54) commercialise aujourd'hui un système de télésurveillance des éléments techniques des bâtiments (température intérieure ; niveaux fuel, eau, etc. ; débits ; accès ; bruits ; alimentations et énergie ; point d'alarme) ; un système de contrôle des accès permettant de commander jusqu'à 9 portes, la borne active surveillant les contacts dans les canalisations, les appareillages, les bornes de connexion et déclenchant une alarme visuelle et sonore en cas de détection ; enfin un produit grand public, le satellite "Homesat", surveillant aussi bien le fonctionnement du chauffage que la température intérieure de l'habitation, le niveau fuel que la bonne alimentation EDF, le débit du compteur d'eau que la porte d'entrée, et avertisseur à distance en composant le numéro de téléphone programmé, via un écran Minitel, des anomalies ou alarmes détectées.

2. Le Piezor dans toutes les pharmacies de France. Présenté dans notre rubrique public-réactionnelle "Les Exportunités" (Science & Vie n° 808, janvier 1985), cet appareil est un générateur d'électricité statique.

Sans pile, ni recharge, ni branchement (piézo-électricité), il soulage instantanément douleurs et contractions de toutes origines : rhumatismes, sciatiques, lumbagos, torticolis, crampes, tendinites, petites déchirures musculaires, entorses légères, courbatures, maux de dos les plus divers, etc.

Mis au point par le Dr Dervieux, ancien attaché des hôpitaux en rhumatologie, le Piezor a été testé avec succès par 1 800 médecins et 3 000 kinésithérapeutes. Il est désormais, grâce à Science & Vie, distribué dans toutes les pharmacies françaises (450 F) sous la marque Sedalgic 30, et des négociations sont en cours pour sa distribution aux États-Unis par l'un des plus grands laboratoires du monde.

Devant ces succès, le Dr Dervieux envisage la création d'un laboratoire spécialisé dans l'étude de la piézo-électricité. (Société 3D-France, les Cabanes, BP 3, 06790 Aspremont, tél. (93) 08 02 00).

INFORMATIQUE

TERMINAL DE POCHE

Particulièrement peu encombrant (8,9 x 21,6 x 5,7 cm, poids 540 g) et facile d'emploi, ce nouveau terminal place la saisie des données à la portée de tous en permettant aux utilisateurs d'assurer en toute mobilité les contrôles et suivis de production, les inventaires, etc.

Doté d'un logiciel intégré, le "Scorepak IV" peut être programmé par l'utilisateur directement *via* le clavier : on y entre ainsi des données précises telles que date, heure, nom du client, type d'information, article, quantité, réduction..., qui sont affichées en clair sur l'écran.

Ces informations peuvent être entrées soit à partir du crayon optique (lecture de tous les codes courants à barres) soit du clavier (29 touches et 2 lignes de 32 caractères, visualisées sur un écran à cristaux liquides et validées par un signal sonore).

Le Scorepak IV est alimenté par

des batteries nickel-cadmium rechargeables en 6 heures. Son autonomie entre deux charges atteint 15 heures.

L'appareil peut être directement raccordé à toutes les imprimantes standard et à n'importe quel système d'ordinateur central simplement par le biais d'un téléphone ordinaire.

Il coûte environ 10 000 F (Barcode Industrie, 64 rue Yvan-Tourgeniev, 78380 Bougival).



■ Oscar du jeu et du jouet scientifique et technique organisé par la Cité des sciences et de l'industrie de La Villette, afin de promouvoir les créations et les fabrications françaises. Le concours est ouvert à tous les concepteurs, créateurs indépendants et fabricants français. Il récompensera trois projets ou produits. Date limite d'inscription : 30 juin ; date limite de l'envoi du dossier complet : 30 septembre 85. Pour tout renseignement : Florence Soufflet, Cité des sciences et de l'industrie, Tour Paraféric, 6 rue Emile-Reynaud, 93306 Aubervilliers cedex, tél. 839 87 47.

■ 600 Marchés à saisir. Environ 10 000 lettres : c'est ce qu'ont déjà reçu les responsables des innovations que nous avons sélectionnées au 13^e Salon des techniques nouvelles de Genève et présentées dans notre dernier numéro. Le catalogue officiel de ce Salon, qui comporte 184 pages et recense quelque 600 inventions et techniques nouvelles, est disponible auprès du secrétariat du Salon (8 rue du 31 Décembre, 1207 Genève), contre l'envoi de 20 coupons-réponse internationaux.

MOBILIER DE BUREAU

RANGER SON MATERIEL INFORMATIQUE

Le BIM, ou bureau informatique modulable, dessiné par Marcel Ramond Form Design et réalisé par Malora Simeuble (BP n°20, 54420 Saulxures-lès-Nancy, tél. (8) 329 23 19), est le premier matériel spécialement conçu pour l'informatique, la micro-informatique, la télématique et l'électronique.

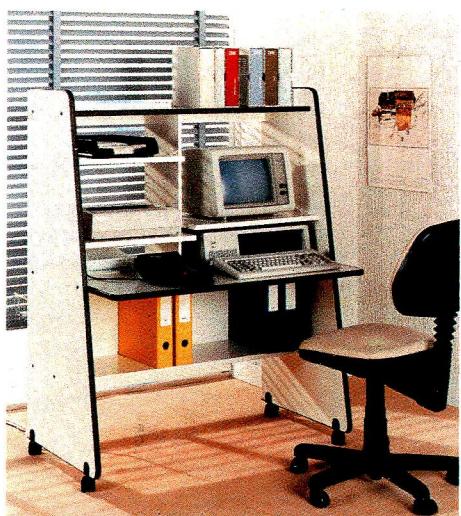
Il permet de ranger rationnellement les terminaux informatiques, les configurations complexes de micro-informatique, les télex, télécopieurs, Minitel, Modem et téléphone, les machines à traitement de texte, vidéotexte, tables traçantes, les chaînes Hi-Fi et vidéo couplées à des moniteurs couleurs, etc...

Le BIM prend peu de place puisqu'il range les configurations en hauteur : les étagères, étant réglables, s'adap-

tent à tous les matériels. Très mobile, grâce à quatre roulettes, il est facile à déplacer. A son dos, une auge reçoit les arrivées des fluides, permet les multiples branchements, le rangement des câbles et connecteurs en toute sécurité et l'accrochage des corbeilles de réception des listings.

Livré en kit, son montage est simple et rapide. Il intéresse les entreprises, l'industrie et le commerce, les administrations, mais aussi les professions libérales et les particuliers.

Il existe en deux modèles : le petit modèle présente une largeur de 86 cm, une hauteur de 97 cm et une profondeur de 70 cm ; le grand modèle une largeur de 112 cm, une hauteur de 135 cm et une profondeur de 70 cm. Son prix : de 1 245 F à 2 490 F, selon les modèles.



SOLAIRE

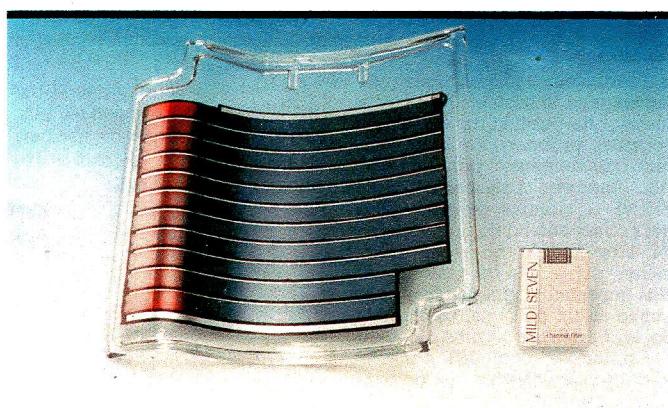
UNE PHOTOPILE SUR UNE TUILE

Des cellules photoélectriques déposées sur une surface courbe. C'est ce que vient de réussir la firme japonaise Sanyo, qui annonce l'industrialisation de tuiles en verre sur lesquelles sont déposées de telles cellules.

Les tuiles ainsi traitées ont la forme de celles utilisées traditionnellement au Japon (et ne diffèrent pas beaucoup de nos tuiles rouges de France). Elles ne supposent aucune installation particulière lors de la pose sur un toit : ces tuiles carrées de 30,5 cm de côté peuvent en effet

couvrir entièrement ou partiellement un toit sans aucun support spécial ni procédé autre que celui traditionnellement utilisé. La nouvelle cellule de Sanyo, baptisée "Amorton", atteint un rendement de 11,5 %, soit un niveau encore jamais égalé.

La méthode de fabrication des cellules utilisée par Sanyo, dite "de réaction en chambre séparée et par dépositions successives", coûte moins cher que ses concurrentes, car elle est plus simple, moins gourmande en énergie et nécessite, au départ, moins de matériaux.



STOMATOLOGIE

PROTECTEUR DE LA CAVITÉ BUCCALE

Cet appareil, le PTM, résoud le problème de sécurité que l'utilisation des instruments rotatifs à grande vitesse pose au praticien lors des travaux de fraisage en zones endo-buccales : langue, plancher buccal, joues et lèvres.

Il se présente sous la forme d'une palette protectrice articulée, ce qui évite de gêner l'opérateur dans la dynamique de l'instrument rotatif. Cette palette est montée sur un capot-support et elle est adaptable aux différents modèles d'instruments rotatifs, dont elle est solidaire ainsi, donc, que la main du praticien. Le PTM possède une face réfléchissante qui permet en outre une vision indirecte de la fraise et une meilleure concentration de la lumière sur la zone de travail.

Permettant un dégagement du champ opératoire en refoulant la langue, le plancher buccal, les joues et les lèvres, le PTM, qui présente l'avantage d'un volume très réduit, est à la fois utile au praticien et rassurant pour le patient. Commercialisation: Service dentaire aquitaine, 11 rue de la Garonne, 24490 La Roche Chalais, tél. (53) 91 43 92.

BUREAU

LA PHOTOCOPIE AU LASER

Un scanner analyse par balayage le document à photocopier sur le copieur Kodak IM40. L'image n'est donc plus formée par un objectif, comme sur les copieurs classiques. Le document ainsi exploré donne naissance à un signal électrique qui est numérisé puis utilisé pour moduler le faisceau réalisant l'image. Celle-ci est obtenue par balayage laser.



Ce nouveau type de copieur présente des avantages déterminants. Il permet une transformation de l'original par effacement d'une zone, extraction d'une partie de document, agrandissement ou réduction de cette partie et son déplacement à l'endroit choisi.

On peut ainsi faire de la mise en page, par exemple extraire des articles de journaux à des endroits différents et les positionner sur une même feuille, sans ciseaux ni colle et avec le meilleur rapport d'agrandissement possible pour une bonne visi-

bilité et une présentation agréable.

Deux trames électroniques de 64 et de 100 lignes donnent également à la reproduction des photos une bonne qualité. D'une façon générale, la qualité de reproduction qu'autorise le laser est un des meilleurs atouts du système.

La ne s'arrêtent cependant pas les possibilités de l'électronique : les "valeurs" de l'original peuvent par exemple être inversées, ce qui est particulièrement adapté à la réalisation de transparents de rétroposition, et les proportions d'un titre ou d'un paragraphe modifiées à volonté...

Le copieur Kodak IM40, dont la vitesse est de 30 copies/minute, est doté par ailleurs de caractéristiques techniques que l'on ne trouve que sur de rares copieurs de milieu de gamme : chargeur automatique contrôlé par microprocesseur ; recto-verso automatique d'après originaux, recto seul ou recto-verso jusqu'au format A3 pour l'original et la copie. Tirage automatique recto seul des originaux recto-verso ; sélection automatique du meilleur rapport de réduction ou d'agrandissement pour tenir compte du format de papier copie et après détermination automatique du format de l'original ; taux de réduction progressif jusqu'à 50 % et d'agrandissement jusqu'à 200 % ; copie automatique de deux pages de livre sur une seule page, sur deux pages séparées ou des deux côtés d'une même page ; décalage d'image pour tenir compte d'un système de reliure éventuel.

Précisons enfin que le copieur IM40, mis au point par Kodak, est construit par Canon pour son compte. C'est le premier produit d'un accord Kodak-Canon signé début 1985.

■ **Naissance de "SAGE"**, groupe-ment né de la libre collaboration de la Société des ingénieurs plasti-ciens, de l'Association française des ingénieurs du caoutchouc et des plastiques et du Groupe-ment fran-çais d'études et d'applications des polymères. Les trois associations scientifiques et techniques, chacune conservant son indépen-dance, entendent ainsi répondre à l'intérêt et au besoin d'information et de connaissance de leurs membres envers leurs techniques ré-ciproques (65 rue de Prony, 75017 Paris, tél. (1) 763 12 59).

■ **Distributeur pneumatique de fluides** pour utilisateurs de pâtes à souder, de lubrifiants, de colles époxydées, cyanoacrylates et anacéro-bies commercialisé par Epotecny (10 impasse Latécoère, 78140 Vélizy). La gamme de dimensions des gouttes s'étend du milliardième de litre jusqu'à quelques centi-mètres cubes. Un générateur de vide par venturi réglable aspire la goutte en fin de cycle. La stabilité de la durée des impulsions d'air comprimé est contrôlée par une électronique intégrée ne demandant aucun entretien.

ABATTOIRS

ÉLIMINATION DES NUISANCES À COÛT NUL

La disparition des petits abattoirs de campagne au profit de grandes unités dans les villes, a considérablement accru les tonnages moyens de viande produits par ces unités. Si la gestion des abattoirs a été rationalisée pour améliorer la productivité, le problème de l'élimination des déchets (2 000 tonnes pour 12 000 tonnes de viande produites) et nuisances (odeur, contamination des rivières et nappes phréatiques) reste souvent intolé-rable, les solutions conventionnelles ne suffisant plus.

En France, 550 municipalités sont concernées par ce problème. Une première installation de compostage des déchets a été réalisée il y a quelques années, avec succès, pour l'abattoir ultra-moderne de la ville de Castres, dans le Tarn, par la Com-pagnie générale de la biomasse (COGEBIO) qui s'est vu confier l'industrialisation du procédé.

Les déchets de l'abattoir sont transformés industriellement en amendements organiques de qualité constante : stables, équilibrés, bien pourvus en oligo-éléments, ces pro-ducts peuvent être utilisés pour le maraîchage et l'horticulture.

Fort de cette première expérience, COGEBIO propose maintenant à toutes les municipalités et aux indus-triels concernés par la pollution des abattoirs une solution complète.

Le problème n'est en effet que partiellement résolu avec la seule transformation des déchets. Il faut aller jusqu'au bout, en apportant un service complet : gestion de la station de compostage et commercialisation des produits finis.

Ce dernier point, dont se charge COGEBIO, est très important puis-que qu'il permet, en fait, à une municipa-lité ou à un abattoir de réaliser l'in-vestissement d'élimination des nui-sances à un coût réel nul : le produit de la vente des amendements orga-niques, sous les marques Terovital pour les professionnels et Jardin magique pour les particuliers, amortit les charges d'exploitation de la sta-tion et permet le remboursement des annuités d'emprunts. (COGEBIO, 74 rue du Rey, 81100 Castres).

COMMUNICATION

L'INFORMATISATION DE L'OUTIL-TÉLÉPHONE
À LA PORTÉE DE TOUS

Un cadre consacre en moyenne 20 % de sa journée au téléphone. Le plus clair de son temps se passe à composer les numéros, les recomposer en cas d'occupation, noter que tel correspondant doit être rappelé vers 18 heures et tel autre, absent, dans les 15 jours. Dès que le nombre des correspondants atteint quelques dizaines, il est pratiquement impossible de se souvenir des informations recueillies et surtout de les traiter efficacement. Ce système, le Multiphone, mis au point par la société Pro-Forma (14 rue Martel, 75010 Paris), fonctionnant sur micro-ordinateur Apple II, constitue la première application de la micro-informatique au travail téléphonique. Il multiplie la productivité de l'outil-téléphone et il représente aussi un progrès considérable dans les condi-

tions de travail de tous ceux qui l'utilisent intensivement. Outre le micro-ordinateur, la configuration du système comprend deux lecteurs de disquettes, un moniteur vidéo, un combiné téléphonique mains libres et une imprimante.

Le Multiphone sélectionne les correspondants à appeler en fonction des critères définis par l'opérateur (745 correspondants par disquette), effectue l'appel automatique en composant les numéros, détectent l'occupation ou l'absence du correspondant et le rappellent plus tard; il permet, enfin, de garder trace des entretiens téléphoniques et de traiter efficacement les informations recueillies tout au long de la journée. Lorsque l'opérateur a sélectionné les personnes à appeler, il lance l'option "appel téléphonique" et n'a plus qu'à attendre que son correspondant dé-

croche. En même temps qu'il entend sa voix, sa fiche apparaît sur l'écran.

Lors de l'entretien, l'opérateur entre d'un doigt, au clavier, l'essentiel de la conversation (demande de documentation, devis, commande, rendez-vous etc.). La communication terminée, il suffit de taper sur une touche : la fiche du prochain correspondant apparaît aussitôt sur l'écran, tandis que Multiphone compose son numéro.

En fin de séance de travail, l'appareil rappelle la liste des correspondants et les demandes qu'ils ont effectuées. En appuyant sur une touche, il lance même l'impression des étiquettes et le mailing peut partir le jour même. Au début de la prochaine séance, il commence par afficher la liste des personnes qui ont demandé de les rappeler à cette date et effectue automatiquement les rappels.

ÉLECTRICITÉ

DES FILS SOUPLES
GAINÉS EMBOÎTABLES

Clips-Fil est un câble électrique nouveau et performant, qui permet une mise en œuvre simplifiée et facilite la réalisation de nappes.

Sa spécificité réside dans la forme de sa gaine isolante. En effet, cette forme confère au câble des propriétés que l'on pourrait qualifier d'"hermaphrodites" : chaque conducteur peut s'accoupler, par simple pression, à deux autres conducteurs, ces derniers pouvant, à leur tour, s'accoupler à d'autres conducteurs afin de former la nappe désirée.

Sa configuration modulable permet d'envisager toute modification ultérieure de la nappe (dérivation, changement du nombre et des sections des conducteurs...), en un minimum de temps.

Le Clips-Fil (mis au point par les Manufactures réunies de Saint-Chamond, division électrotresse, place Germain-Morel, BP 196, 42408 Saint-Chamond Cedex) est disponible dans les sections 0,75, 1,5 et

2,5 mm². Sa gaine PVC, colorée dans la masse, permet le repérage immédiat des conducteurs, facilitant ainsi le câblage.

La géométrie du Clips-Fil le rend plus solide qu'un câble classique, et l'absence de serre-câble, ou collier, confère à la nappe une grande discrétion et un encombrement réduit. De plus, l'assemblage des conduc-

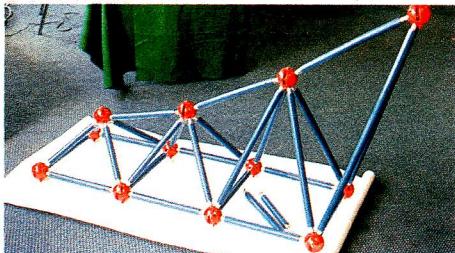
teurs Clips-Fil est facilement automatisable.

Toutes ces propriétés particulières font du Clips-Fil un produit bien adapté au câblage d'armoires, ou au précablage de faisceaux. La téléphonie, l'informatique suivent attentivement le développement du Clips-Fil en petites sections (0,12 et 0,22 mm²), et en fils blindés.



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 SEMBLENTE "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.

NOEUD D'ASSEMBLAGE POUR STRUCTURES DE TOUTES FORMES



Ce noeud d'assemblage est constitué d'une sphère creuse percée de trous oblongs sur laquelle s'assemblent les barres à partir de l'extérieur. Les trous oblongs autorisent pour un même branchement une variation directionnelle continue des barres de la structure. Ils permettent une liaison, à partir de l'extérieur de la sphère, par introduction de la tête d'une tige lisse ou filetée et rotation d'un quart de tour puis blocage. Ce noeud d'assemblage est destiné à la construction de structures spatiales, à nappes planes non parallèles, de surfaces gauches et de toutes structures nécessitant des variations directionnelles fréquentes des barres.

CHARIOT PORTE-ACHATS REPLIABLE ET PORTATIF

Ce chariot permet de transporter ses achats des grandes surfaces jusqu'à son véhicule, après quoi on le replie pour l'introduire dans le coffre et il peut ensuite servir pour décharger ses provisions et les amener jusqu'à son appartement ou pavillon. Deux poignées repliables sur elles-mêmes facilitent le transport et assurent le maniement. Deux bras, également repliables, permettent la pose et la dépose des sacs. Ces derniers comportent à leur partie supérieure deux tiges fixées dans leur ossature, qui viennent s'enclencher dans des encoches dont sont munis les bras. On peut ainsi suspendre un ou plusieurs sacs.

UN APPAREIL QUI MESURE LE TEMPS DE PRISE DES PRODUITS

QUOI

Faute de connaître avec précision le temps de prise des produits, personnel et outillages sont, en pure perte, immobilisés une partie de leur temps. Ce nouvel appareil, un "prismètre" à ultrasons, mesure et enregistre en continu l'évolution rhéologique des matériaux dès leur mise en œuvre, ainsi que les temps caractéristiques nécessaires à cette évolution. Outre sa simplicité de mise en œuvre, sa précision et sa sensibilité sont inégalées.

COMMENT

La technologie de l'appareil repose sur l'évaluation de la transmissibilité ultrasonore à une interface. Le prismètre se compose d'une sonde, d'un coffret standard et d'un périphérique-enregistreur.

MARCHÉ

Destiné aux laboratoires et aux unités de production, il concerne tous les produits sujets à une évolution rhéologique : liants hydrauliques, résines,

colles, revêtements, peintures, produits alimentaires, cosmétiques... Il permet d'étudier les problèmes d'action de surface, de revêtement, de corrosion. Plus de 500 mesures ont déjà été effectuées grâce aux prototypes existants.

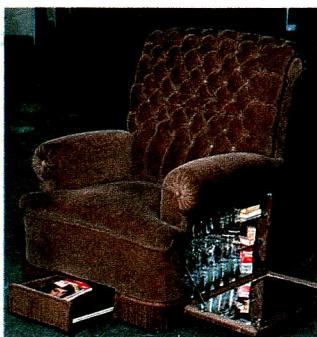
L'appareil est protégé par un brevet européen, ainsi que par des brevets américain, japonais, danois, australien et sud-africain.

POUR QUOI

Les inventeurs, des professeurs de l'ENSA (Ecole nationale supérieure des Arts et Métiers), recherchent un partenaire pour sa fabrication et sa commercialisation.



UN FAUTEUIL-BAR-PORTE-REVUES



Il comporte plusieurs éléments de rangement situés, avec leur éclairage, à l'intérieur des manchettes, et un tiroir placé sous le siège. Tous les systèmes sont invisibles, y compris le dispositif d'éclairage des manchettes.

La fabrication peut aller de la pièce unique en cuir ou en tissu velours capitonné, jusqu'à la réalisation semi-industrielle avec siège en mousse. La fabrication du salon (canapé deux ou trois places et fauteuils) est prévue.

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.

NETTOYAGE

UN AUTOMATE À LAVAGE-ASPIRATION



Cet appareil de nettoyage automatique mis au point en Suisse (Grego S.A. Bürrerweg, 9245 Oberbüren), fonctionnant par lavage et réaspiration immédiate et totale du liquide (eau, eau + détergent, etc.) projeté, permet à une seule personne d'assurer de façon hygiénique et rapide les lavages, désinfections, dégraissages, désacidifications et rinçages des murs, plafonds, façades de toutes structures, avec une grande rapidité : 40 m²/h.

Plus de nuisances et plus de pollution des eaux : le liquide sale ou toxique est neutralisé et évacué séparément. Les revêtements coûteux de protection de la seule personne qui suffit à manœuvrer l'appareil deviennent superflus et les dangers dus aux produits chimiques, à la vapeur, à la haute pression disparaissent. L'appareil consomme environ 30 l/h.

■ **Le "penzim" est un nouveau test laitier**, simple et maniable, mis au point à l'université de Liège, détectant la présence d'antibiotiques dans le lait. Commercialisée par UCG Bioproducts, cette découverte a reçu le prix de l'innovation technologique décerné par le ministre belge des Technologies nouvelles.

■ **Rectificatif.** Dans l'article consacré par notre dernier numéro au marché des brevets et licences (p. 87), une erreur typographique nous a fait imprimer un faux numéro de téléphone pour joindre l'AREPIT, auteur d'une étude sur ce thème. Il fallait lire : 553 15 45.

ÉCLAIRAGE

DES TUBES FLUORESCENTS TROIS FOIS PLUS DURABLES

Pour les entreprises qui consomment une quantité importante de tubes fluorescents, la plus grande partie des frais d'éclairage réside dans l'importance des coûts de maintenance : frais de stockage, de manipulation, de remplacement, d'élimination des déchets.

D'où l'intérêt du nouveau tube Luma, le LL 26, d'une durée de vie de 30 000 heures, soit trois fois celle des tubes courants, et dont le rendement lumineux est tout à fait comparable à celui des tubes classiques.

Le LL 26 est proposé par la firme ADES (BP 5, 28500 Vernouillet, tél. (37) 46 88 08). Au total, annonce la

firme, une économie de 10 F par tube et de 20 % pour l'entreprise, d'autant que le nouveau tube consomme 10 % d'électricité de moins que les tubes standard de 38 mm.

Le secret de cette durée de fonctionnement prolongée réside dans une conception spéciale de la cathode, mise au point après 7 ans d'essais et brevetée dans le monde entier, qui a une capacité d'émission d'électrons nettement améliorée.

En outre, une enveloppe anodique en fer non alimentée électriquement ralentit l'évaporation de la substance d'émission, et une poudre fluorescente mise au point pour ces tubes augmente leur durée de vie.

AUTOMATISME

ÉCHANTILLONS PLUS SÛRS ET PLUS RAPIDES

Le PEAM, ou Procédé d'échantillonnage automatique de matières en vrac contenues dans les véhicules de transport, entièrement géré par automate programmable, permet de prélever, dans les camions-citernes, des échantillons de pulvérulents ou de liquides à raison de un à dix échantillons par compartiment, avec rinçage préalable, suivant le programme affiché.

Utilisant un portique roulant déplaçable sur le conteneur à prélever et une sonde mobile à deux vitesses, il peut effectuer des prélevements d'échantillons représentatifs des différents produits, en continu comme en discontinu. Ceci en dix minutes et dans de très bonnes conditions de fiabilité et de sécurité.

L'appareil apporte, en effet, une meilleure connaissance de l'échantillon (la sonde peut remonter des échantillons de dix hauteurs différentes par compartiment), la sécurité du personnel (qui ne monte plus sur les camions-citernes), la rapidité d'exécution (dix minutes) et un contrôle de qualité accru (prélevé-

ments plus nombreux et plus représentatifs).

Ce produit est destiné aux professionnels de l'utilisation et de l'analyse de tous produits pulvérulents, granulés ou liquides en vrac (sur camion, wagon ou citerne) et aux spécialistes des industries agroalimentaire, chimique, du verre et de la céramique, du pétrole et de la mine, du bâtiment et des travaux publics.

Le prototype a tourné plus de huit mois et la commercialisation démarre actuellement. (Serval International, BP 4, 79800 La Mothe-Saint-Héray, tél. (49) 05 05 11). ■



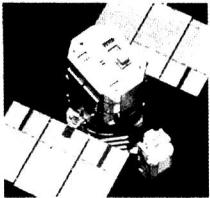
LES FILMS VIDEO DE LA N.A.S.A.

4 films disponibles en VHS ou V2000 PAL ou SECAM



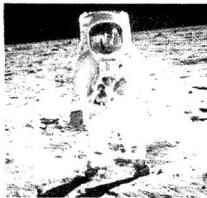
L'homme satellite

La mission 41B de la navette spatiale Américaine Challenger. Le 1^{er} essai du fauteuil spatial en février 84. 56mn, réf. CV5. Prix : 350 FF



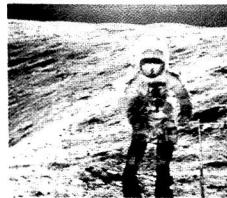
Mission Solar Max

La mission 41C de la navette spatiale Américaine Challenger. La réparation du satellite Solar Max en orbite terrestre. Avril 84. 56 mn, réf. CV6. Prix : 350 FF



APOLLO 11

Le film étonnant des premiers pas de l'homme sur la Lune. Juillet 69. Un document historique. 33 mn, réf. CV1. Prix : 300 FF



Apollo 16

Le premier « Grand Prix » automobile sur la Lune. John Young aux commandes de la jeep lunaire. 28 mn, réf. CV2. Prix : 300 FF

LES DIAPOSITIVES DE LA N.A.S.A.

13 séries disponibles avec commentaires des vues.



D2/APOLLO 17 *. La dernière mission lunaire en décembre 1972, utilisation de la jeep lunaire. Série de 35 diapositives couleur : 139 F (port inclus).

* Comportant la photo de la Terre la plus claire jamais prise !

D3/JUPITER VOYAGER 1 et 2. La planète titanique de notre système solaire, avec ses satellites Galiléens. Une très belle série de 31 diapositives couleur : 139 F (port inclus).

D4/SATURNE VOYAGER 1. La planète la plus spectaculaire de notre système solaire, avec quelques-uns de ses étonnantes satellites. Série de 18 diapositives couleur : 109 F (port inclus).

D5/COLUMBIA. Le premier vol orbital du « camion de l'espace ». Une série d'actualité de 27 diapositives couleur : 129 F (port inclus).

D6/VIKING 1 et 2 SUR MARS. La mission américaine sur la planète rouge en 1976. Série de 20 diapositives couleur : 109 F (port inclus).

D7/LE SOLEIL. Les photos étonnantes de notre Soleil prises par Skylab et les plus grands observatoires mondiaux. Série de 20 diapositives couleur et N.B. : 109 F (port inclus).

Le lot D1 à D13 :
1 460 F
seulement



D8/LES GALAXIES. Un éventail coloré des différents types de galaxies peuplant notre univers. Très belle série de 20 diapositives couleur : 109 F (port inclus).

D9/LES CONSTELLATIONS DU CIEL. Cette série comprend les 12 constellations zodiacales. Un véritable guide pour les astronomes amateurs. 20 diapositives couleur : 109 F (port inclus).

D10/LES COLONIES SPATIALES DU FUTUR. Une série étonnante décrivant les grands projets de colonisation humaine de l'espace. Série 20 diapositives couleur : 109 F (port inclus). **NOUVEAU**

D11/CHALLENGER 41B. La mission historique de la navette Challenger en février 84. Le premier essai du fauteuil spatial MMU. Des photos extraordinaires. Série de 24 diapositives couleur : 129 F (port inclus).

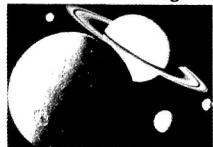
D12/LES COMETES. Ces messagers du ciel que l'on connaît finalement peu, nous dévoilent quelques uns de leurs secrets. Très belle série de 20 diapositives couleur et N et B : 109 F (port inclus).

D13/LES NEBULEUSES ET LA MATIERE INTERSTELLAIRE. Les événements violents qui secouent le sein des étoiles. De très belles photos de nébuleuses, véritables pépinières d'étoiles. Série de 20 diapositives couleur : 109 F (port inclus).

LES PLUS BELLES PHOTOS DE LA N.A.S.A.

Une magnifique collection de 9 photos N.A.S.A. couleur tirées sur PAPIER PHOTO

FORMAT 50 x 70 cm - MARGEES ET TITRES



01 - La Terre 02 - Clair de Terre 03 - Lever de Terre
04 - Base de 05 - Jupiter 06 - Saturne
la tranquillité
07 - Système 08 - La navette 09 - Edwin Aldrin
Saturnien Columbia Apollo 11



Prix : 109 F la photo - Le lot de 9 photos : 950 F seulement.

COLLECTION DE 4 POSTERS COULEUR

FORMAT 50 x 70 cm - MARGES ET TITRES

réf. PP010 - La Terre - Apollo 17 réf. PP070 - Système saturnien - Voyager I
réf. PP200 - La navette spatiale Columbia. Très belle photo de nuit. La navette est éclairée par des projecteurs.
réf. PP300 - Challenger 41B - Bruce Mac Candless. Le premier homme satellite sur son fauteuil spatial.
Une magnifique photo. Prix d'un poster couleur : 39 F.

BON DE COMMANDE GENERAL

A recopier ou à retourner à **GALAXY CONTACT B.P. 26, 62101 CALAIS Cedex SV FRANCE**

Nom : Adresse :
Prénom :
Réf. de la commande : VHS V2000 Pal Secam

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

VITESSE : VOTRE COMPTEUR MENT !

QUELS QUE SOIENT LA MARQUE

OU LE MODELE de votre voiture, même si elle est bardée des équipements électroniques les plus perfectionnés, le tachymètre de votre tableau de bord affiche toujours une vitesse erronée. Pourquoi ?

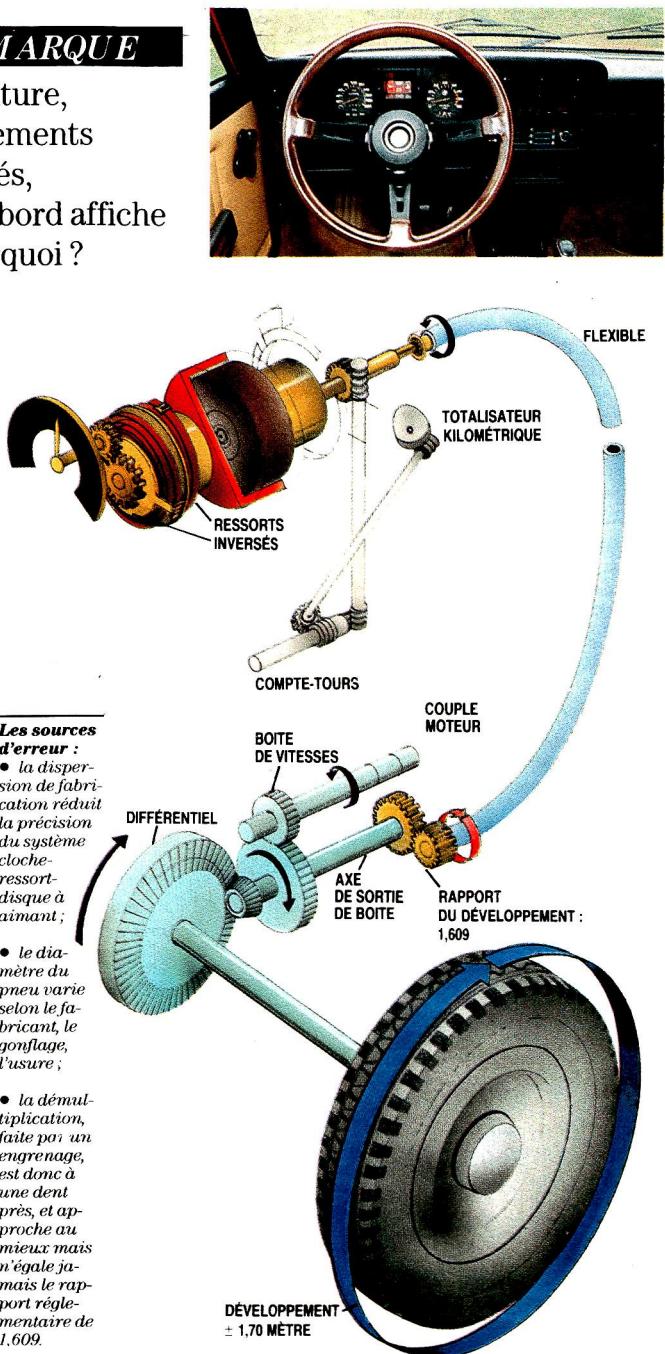
Est-ce dû à des difficultés techniques incontournables ou à la désinvolture des constructeurs ? Ces derniers plaignent non coupable : toute mesure est entachée d'erreur et, quand une mesure est issue d'une chaîne, chaque maillon induit une dérive. Soit, mais face à l'inaffiabilité du radar qui vous guette au bord de la route (voir *Science & Vie* n° 813 page 122), l'automobiliste soucieux de sa moyenne et de son bon droit a de quoi se sentir démunis si son compteur affiche 120 ou 140 km/h alors qu'il roule en réalité à 130 km/h !

Toute la différence réside dans le processus de mesure lui-même : le radar calcule une vitesse réelle, en divisant une distance donnée par le temps que met le mobile à la parcourir, alors que le tachymètre de bord compte des tours de roue et les multiplie par la circonference théorique de cette roue. Or, cette circonference varie : chez un même manufacturier de pneus, à type et dimensions identiques, la dispersion de fabrication ne peut pas être contenue dans une fourchette inférieure à 1 %.

De plus, pour un même modèle de voiture, le constructeur homologue plusieurs marques de pneus, de références identiques certes, mais dont le développement s'écarte, d'une marque à l'autre, de plus ou moins 2 % : écart admis et

Les sources d'erreur :

- la dispersion de fabrication réduit la précision du système cloche-ressort-disque à aimant ;
- le diamètre du pneu varie selon le fabricant, le gonflage, l'usure ;
- la démultiplication, faite par un engrenage, est donc à une dent près, et approche au mieux mais n'égale jamais le rapport réglementaire de 1,609.



normalisé par la réglementation européenne. Et le client, s'il peut exiger une couleur ou une option particulière sur son bon de commande, n'a pas le choix pour les pneus.

A la sortie d'usine, déjà, le tachymètre va donc compter le même nombre de tours de roues ; mais du développement le plus court au développement le plus long, parmi les pneus homologués à dimensions identiques, la différence de

CHAQUE VOITURE EST UN CAS PARTICULIER

Ces quelques cas représentatifs, extraits des essais publiés dans la revue *L'Action Automobile*, n'ont pas d'autre ambition que de mettre en évidence la dispersion des informations délivrées par les tachymètres, mais sachez que même si votre voiture figure dans notre sélection, son compteur n'aura pas pour autant la même dérive.

Rangées 2 et 3 : l'erreur maximale tolérée par la réglementation et la dérive correspondante.

Rangées 4 et 5 : étalonnage relatif à deux modèles de définition mécanique différente mais de même équipement pneumatique (145 × 14 Michelin MX).

Rangées 6 à 10 : étalonnage de la gamme Peugeot 205 selon les variantes mécaniques et les diverses montes de pneumatiques qui y sont attachées (135 × 13 pour la XE ; 145 × 13 pour la GR Diesel ; 155 × 13 pour la GR ; 165/70 × 13 pour les SR et GT).

Rangées 11 et 12 : comparaison des étalonnages d'un même modèle mais avec deux marques de pneus différentes (155 × 13 Uniroyal pour le premier et Goodyear pour le second) et des appareils de bord différents (mécanique pour le premier, électronique pour le second).

Rangée 13 : exemple singulier d'un tachymètre exagérément pessimiste, en raison d'une anomalie de montage (corrigée avant la sortie en série).

	40	60	80	100	120	140	160
1 VITESSE RÉELLE km/h							
2 VITESSE LUE MAXIMALE km/h	48	70	92	114	136	158	180
3 DÉRIVE %	20	16,6	15	14	13,3	12,8	12,5
4 CITROËN BX	38,7	59,2	80,7	101	125,5	145,2	
5 CITROËN BX 14 RE	41,2	62,3	83	106,8	127,5	149,6	
6 PEUGEOT 205 XE	40,9	61	82,4	103	124,6		
7 PEUGEOT 205 GRD	42,5	64	85,5	106	126	149,5	
8 PEUGEOT 205 GR	43	65	86,5	108	129,5	152	
9 PEUGEOT 205 SR	41,7	62,3	83,4	104,8	125,7	148,6	
10 PEUGEOT 205 GT	43	64	86,5	107,5	129,5	153	175,5
11 RENAULT 11	43	63	83,7	104,8	126	147,7	
12 ÉLECTRONIQUE	41,8	62,3	83,9	106,8	126,1	148,1	
13 RENAULT 5 GT TURBO	20,1	45,6	66	87,9	108,4	130,3	152,2

mesure de vitesse sera de 4 %.

A l'usage, cette circonference de pneu va encore varier : entre un pneu neuf et un pneu usé, le diamètre de la roue peut diminuer de 14 mm. Ainsi une circonference de 1,70 m, par exemple, sera réduite à 1,65 m ; la mesure de vitesse sera donc entachée d'une erreur de 2,5 %. Même effet lors de l'écrasement excessif dû à une surcharge ou à un sous-gonflage.

A cette source d'erreur principale due au pneu lui-même s'ajoute l'approximation provenant de la prise du mouvement du compteur. Par souci de standardisation, pour limiter les références d'approvisionnement, simplifier les problèmes d'entretien et de stock de pièces de rechange, un même tachymètre peut équiper divers modèles au sein d'une même gamme, de la version de base à la plus performante, avec, dans l'éventail, différentes montes de pneus et divers rapports de démultiplication de transmission.

Pour simplifier la tâche de leurs sous-traitants, les deux constructeurs français, Renault et PSA, se sont donc accordés sur une donnée commune : la démultiplication entre la rotation de la roue et la prise de mouvement du tachymètre est telle qu'à un tour de cette prise de mouvement correspond 1,609 mètre parcouru. Auparavant, on convenait d'un tour pour 1 mètre parcouru : on observera que la modification correspond tout juste au rapport entre le mètre et le millième de mille. Mais cette démultiplication, réalisée par un engrenage, donc à une dent près, est approchée au mieux mais jamais rigoureusement observée. Là encore, le fabricant de compteur part d'une donnée erronée.

Reste enfin l'appareil de mesure lui-même. La plupart des voitures s'en remettent au bon vieux tachymètre mécanique : un flexible transmet le mouvement à un disque porteur d'aimants qui, par courants de Foucault, entraîne une cloche rappelée par un ressort à spirale dont l'aiguille est solidaire. A l'imprécision du principe s'ajoute, encore une fois, la dispersion de fabrication, d'autant plus

que les constructeurs s'approvisionnent toujours auprès de plusieurs fournisseurs (au moins Jaeger et Veglia, pour les Français par exemple).

Plus récemment est apparu, sur certains modèles de haut de gamme, un système plus perfectionné à transmission électrique. Sur la Renault 25 par exemple, un disque tournant à la vitesse de l'axe de la roue fait défiler douze cibles devant un capteur inductif ; des circuits électroniques assurent le comptage des tops transmis et les convertissent en un courant mesuré par un galvanomètre : l'indicateur de vitesse lui-même. Sur la Renault 11 Electronique, la vitesse est affichée en clair sur un écran à cristaux liquides avec indication précise en vitesse stabilisée mais avec un algorithme limitant le défilement des chiffres en accélération et en décélération pour préserver leur lisibilité.

Ces appareils électroniques ont l'avantage d'être plus facilement adaptables en chaîne aux différents modèles. Au tout dernier moment, on peut, industriellement, assurer la compatibilité du programme introduit, de la monte pneumatique et des rapports de transmission. De plus, l'installation sous capot est plus souple : il est plus facile de faire cheminer un circuit électrique qu'un câble enfermé dans une gaine qui ne doit pas emprunter un parcours trop tourmenté pour se pincer parmi les autres organes mécaniques.

La précision n'en demeure pas moins subordonnée à l'approximation tenant à la circonference de la roue... Et, réglementairement, un tachymètre doit être obligatoirement optimiste. Les conventions européennes stipulent en effet que la vitesse lue doit être égale ou supérieure à la vitesse réelle ; en aucun cas inférieure. Toutefois, cette erreur est limitée par la formule suivante : $0 \leq V_1 - V_r \leq V_r/10 + 4$, où V_1 est la vitesse lue et V_r la vitesse réelle.

On verra dans le détail l'erreur

maximale ainsi tolérée dans le tableau de la page de droite, mais on peut d'emblée observer que pour trois points de contrôle traditionnels, 40, 80 et 120 km/h, les valeurs lues ne doivent pas excéder 48 km/h (tolérance de 20 %), 92 km/h (tolérance de 15 %) et 136 km/h (tolérance de 13,3 %). L'optimisme du compteur est plus sévèrement réglementé au fur et à mesure que la vitesse s'élève: disposition logique, car une dérive de 20 % de l'information délivrée au conducteur est moins lourde de conséquences à 40 km/h qu'à 120 !

Compte tenu de toutes les sources d'erreurs au fil de la chaîne de transmission, cette réglementation oblige les constructeurs et les équipementiers à "basculer" toutes les tolérances du même côté afin que l'évaluation la plus pessimiste demeure néanmoins au-delà de la vitesse réelle.

Naturellement, la sécurité y trouve son compte et les conducteurs pris en infraction d'excès de vitesse n'ont pas la possibilité, théoriquement, de se retourner vers le constructeur en incriminant la mauvaise information délivrée par leur tachymètre. En théorie seulement car, exceptionnellement, il arrive que des compteurs sous-évaluent "illégalement" la réalité.

Qu'une telle approximation existe encore aujourd'hui prête à sourire, alors que les voitures sont de plus en plus équipées d'ordinateur de voyage indiquant, à la demande: la consommation moyenne, la consommation instantanée, l'autonomie, la distance parcourue ou restant théoriquement à parcourir, la vitesse moyenne, etc. Autant de fonctions prenant en compte le paramètre distance évalué en nombre de tours de roue dont on ignore la circonférence exacte... Naturellement, le totalisateur kilométrique est entaché de la même erreur.

Le constructeur, bien sûr, n'a aucun mal à prouver par le tachymètre les performances revendiquées par le prospectus publicitaire !

Mais comment connaître la vitesse réelle ? Chaque voiture re-

COMMENT ÉTALONNER VOTRE TACHYMETRE

<i>1/10</i>	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0	300,0	276,92	257,14	240,0	225,0	211,76	200,0	189,47	180,0	171,43	163,64	156,52
1	297,52	274,81	255,32	238,41	223,60	210,53	198,90	188,48	179,11	170,62	162,90	155,84
2	295,08	272,72	253,52	236,84	222,22	209,30	197,80	187,50	178,22	169,81	162,16	155,17
3	292,68	270,67	251,74	235,29	220,86	208,09	196,72	186,53	177,34	169,01	161,43	154,51
4	290,32	268,65	250,00	233,77	219,51	206,90	195,65	185,57	176,47	168,22	160,71	153,85
5	288,00	266,66	248,27	232,26	218,10	205,71	194,60	184,62	175,61	167,44	160,00	153,19
6	285,71	264,70	246,57	230,77	216,87	204,55	193,55	183,67	174,76	166,66	159,29	152,54
7	283,46	262,77	244,89	229,30	215,57	203,39	192,51	182,74	173,91	165,90	158,59	151,90
8	281,25	260,87	213,24	227,85	214,29	202,25	191,49	181,82	173,08	165,14	157,89	151,26
9	279,07	258,99	241,61	226,42	213,02	201,12	190,48	180,90	172,25	164,38	157,21	150,63
<i>1/10</i>	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
0	150,00	144,00	138,46	133,33	128,57	124,14	120,00	116,13	112,50	109,09	105,88	102,86
1	149,38	143,43	137,93	132,84	128,13	123,71	119,60	115,76	112,15	108,76	105,57	102,56
2	148,76	142,86	137,40	132,35	127,66	123,29	119,21	115,38	111,80	108,40	105,26	102,27
3	148,15	142,29	136,88	131,87	127,21	122,87	118,81	115,02	111,46	108,11	104,96	101,98
4	147,54	141,73	136,36	131,39	126,76	122,45	118,42	114,65	111,11	107,78	104,65	101,69
5	146,94	141,18	135,85	130,91	126,32	122,03	118,03	114,29	110,77	107,46	104,35	101,41
6	146,34	140,63	135,34	130,43	125,87	121,62	117,65	113,92	110,43	107,14	104,05	101,12
7	145,75	140,08	134,83	129,96	125,44	121,21	117,26	113,56	110,09	106,82	103,75	100,84
8	145,16	139,53	134,33	129,50	125,00	120,81	116,88	113,21	109,76	106,51	103,45	100,56
9	144,58	138,99	133,83	129,03	124,57	120,40	116,50	112,85	109,42	106,19	103,15	100,28
<i>1/10</i>	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
0	100,00	97,30	94,73	92,31	90,00	87,80	85,71	83,72	81,82	80,00	78,26	76,60
1	99,73	97,04	94,49	92,07	89,78	87,59	85,51	83,53	81,63	79,82	78,09	76,43
2	99,45	96,78	93,24	91,84	89,55	87,38	85,31	83,33	81,45	79,64	77,92	76,27
3	99,17	96,52	93,96	91,60	89,33	87,17	85,11	83,14	81,26	79,47	77,75	76,11
4	98,90	96,26	93,75	91,37	89,11	86,96	84,91	82,95	81,08	79,29	77,59	75,95
5	98,63	96,00	93,51	91,14	88,89	86,74	84,70	82,76	80,90	79,12	77,42	75,79
6	98,36	95,77	93,26	90,91	88,67	86,54	84,51	82,57	80,72	78,94	77,26	75,63
7	98,09	95,49	93,02	90,68	88,45	86,33	84,31	82,38	80,56	78,77	77,09	75,47
8	97,83	95,24	92,78	90,45	88,24	86,12	84,11	82,19	80,36	78,60	76,93	75,31
9	97,57	94,99	92,55	90,23	88,02	85,92	83,92	82,00	80,18	78,43	76,76	75,16
<i>1/10</i>	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
0	75,00	73,47	72,00	70,58	69,24	67,92	66,67	65,45	64,28	63,16	62,07	61,02
1	74,84	73,32	71,86	70,45	69,10	67,80	66,54	65,33	64,17	63,04	61,96	60,91
2	74,69	73,17	71,71	70,31	68,97	67,67	66,42	65,22	64,06	62,93	61,85	60,81
3	74,53	73,02	71,57	70,18	68,83	67,54	66,30	65,09	63,95	62,82	61,75	60,71
4	74,38	72,87	71,43	70,04	68,70	67,42	66,18	64,98	63,83	62,72	61,65	60,60
5	74,23	72,73	71,29	69,90	68,57	67,29	66,06	64,86	63,72	62,60	61,54	60,50
6	74,07	72,58	71,15	69,77	68,44	67,16	65,93	64,75	63,60	62,50	61,43	60,40
7	73,92	72,43	71,00	69,63	68,31	67,04	65,81	64,63	63,49	62,39	61,33	60,30
8	73,77	72,30	70,87	69,50	68,18	66,91	65,69	64,52	63,38	62,28	61,22	60,20
9	73,62	72,14	70,73	69,36	68,05	66,79	65,57	64,40	63,27	62,18	61,12	60,10

Repérez une route droite ou une section d'autoroute balisée de bornes kilométriques. Stabilisez votre aiguille de compteur kilométrique dont vous voulez trouver la correspondance réelle et chronométrez le temps que vous mettez à parcourir un kilomètre. L'abaque ci-dessus vous indiquera la vitesse réelle: en abscisse, le nombre de secondes, en ordonnée, les dixièmes de secondes. Par exemple, vous voulez établir le point 120 km/h. En vous stabilisant à cette valeur, vous mettez 32 s et 1/10^e pour couvrir un kilomètre: votre vitesse réelle est donc de 112,15 km/h. Si votre compteur ne "mentait" pas, il se serait écoulé exactement 30 s entre deux bornes kilométriques.

présente un cas particulier, et le conducteur qui veut corriger l'erreur de son tachymètre doit procéder lui-même à son étalonnage entre deux bornes kilométriques (**voir tableau ci-dessus**). Cela à intervalles réguliers pour tenir compte, éventuellement, de l'usure de ses pneus (dont il faut surveiller la pression de gonflage) ou de

la dérive de l'appareil. Et impérativement quand il chausse des pneus neufs ou, à plus forte raison, quand il opte pour des pneus d'une autre dimension sur des jantes appropriées. Car, quelle que soit l'évolution technique, on évaluera encore longtemps la vitesse des voitures en nombre de tours de roues. ▲

DES ULTRASONS LAVEURS SANS LESSIVE NI DÉTERGENT

LES MACHINES A LAVER CONVENTIONNELLES SONT-ELLES

CONDAMNEES par les machines à laver par ultrasons ? Les premiers lave-vaisselle de cette nouvelle génération sont disponibles en France et les premiers lave-linge sont annoncés au Japon.

Sommes-nous à la veille d'une révolution dans le domaine des machines à laver ? A Tokyo, la firme Japan Ace Corporation a annoncé qu'elle lancera sur le marché en 1986 le premier lave-linge à ultrasons. Il ne comporte plus aucune cuve mobile, est capable de nettoyer tous les tissus en quelques minutes, sans détergent et pratiquement sans consommation d'eau (un seul remplissage de la cuve qui reçoit le linge suffit).

L'idée n'est pas nouvelle car, en France, la société E.D. Cuisine⁽¹⁾, à Alfortville, propose pour un prix de 6000 F environ le Lavasonic⁽²⁾, un évier à ultrasons (**photo ci-contre**) nettoyant la vaisselle, de conception similaire, aboutissant à la suppression pure et simple du lave-vaisselle autonome. En effet, cet évier en acier inox d'aspect classique à deux bacs, assure les mêmes services qu'un évier ordinaire. Il comporte sous l'un des bacs un générateur d'ultrasons. Une fois la vaisselle entassée dans ce bac rempli d'eau, sans détergent, les ondes ultrasonores détachent les saletés, pulvérisent le calcaire et détruisent les bactéries. Tout se passe dans un temps très bref, de 2 à 5 minutes, selon le degré de saleté des assiettes, couverts et autres ustensiles, précise le constructeur.

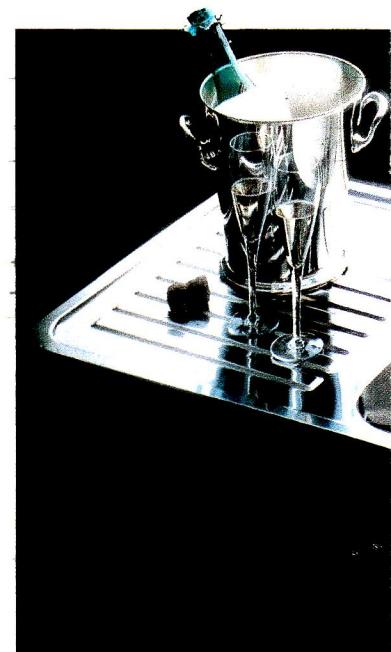
Qu'il s'agisse du lave-linge ou du lave-vaisselle, les économies de produits, d'eau et d'énergie électrique sont considérables. De plus, le fonctionnement est presque silen-

cieux et le système, qui ne comporte plus de mécanique, presque inusable. Tout au plus peut-on redouter une panne du générateur d'ultrasons.

Comment cela marche-t-il et, tout d'abord, pourquoi n'a-t-on pas pensé plus tôt à cette technologie ? Si l'existence des ultrasons est connue depuis longtemps, les moyens de les produire avec des niveaux énergétiques élevés et de bons rendements ne sont apparus qu'après 1917, lorsque le physicien Paul Langevin eut l'idée d'appliquer à ce domaine le phénomène de piézo-électricité.

Les quartz et les autres cristaux piézo-électriques (sel de Seignette, sulfate de lithium, phosphate de potassium...), en effet, vibrent mécaniquement lorsqu'ils sont excités par un courant de haute fréquence et peuvent ainsi générer des ultrasons. Depuis, les applications des ultrasons se sont multipliées (navigation sous-marine, métallurgie, télévision, médecine).

La diversité des utilisations résulte des effets liés aux deux propriétés essentielles des ondes ultrasonores, à savoir : 1) leurs petites longueurs d'onde, qui leur confèrent des caractéristiques quasi optiques telles que la propagation rectiligne ; 2) la forte intensité des radiations ultrasonores (exprimée en watts/cm²), qui est proportionnelle au carré de l'amplitude et au carré de la fréquence. Même avec une faible amplitude, on peut ainsi obtenir une grande



intensité. Cette possibilité d'engendrer les ultrasons de grande intensité est utilisée pour provoquer des modifications physiques, chimiques ou biologiques dans un milieu.

Dans le cas des machines de lavage, ce milieu est l'eau. Le processus de destruction des saletés y est subtil et utilise un phénomène dit de "cavitation".

Sans entrer dans les détails, disons seulement qu'on admet qu'il existe dans un liquide des micro-domaines fragiles (germes de cavitation), qui ne peuvent être constitués que par des bulles de gaz ou de vapeur accrochées aux aspé-

rités de particules en suspension. Ces petites bulles sont mises en pulsation par le champ ultrasonore, auquel elles empruntent ainsi de l'énergie. Pour une intensité faible, les bulles grossissent et montent à la surface (effet de dégazage du liquide). En augmentant l'intensité des ultrasons, les bulles deviennent instables et "s'effondrent" en restituant leur énergie sous forme d'ondes de choc.

Ainsi, selon l'intensité employée, ces ondes de choc peuvent induire des modifications dans les liaisons moléculaires provoquant des effets destructifs (mort des bactéries ou

cinq cônes en acier collés à la cuve et contenant chacun une mosaïque de lamelles de quartz d'orientation et d'épaisseur rigoureusement identiques, taillées en fonction de la fréquence désirée (une lamelle de quartz épaisse de 2,85 mm vibre à la fréquence de 40 kHz).

Chaque mosaïque de quartz est prise en sandwich entre deux disques métalliques de sorte que dès qu'on les relie aux deux bornes d'une source d'un courant alternatif, les lamelles de quartz présentent la propriété de se déformer à la même fréquence que celle de la tension qui leur est

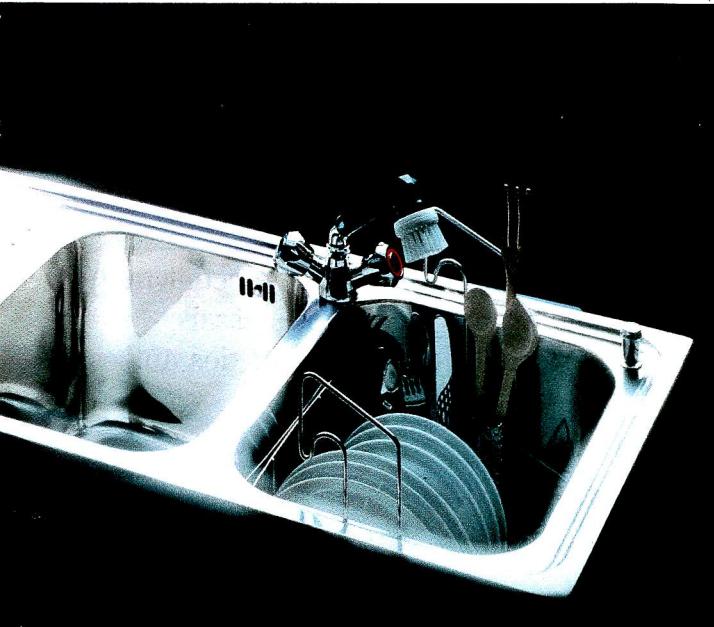
Il reste maintenant à poser la question de l'avenir de ces machines à laver par ultrasons. Remplaceront-elles les machines conventionnelles ? Il est sans doute trop tôt pour répondre car l'efficacité absolue du procédé reste à prouver. Il ne faut pas oublier que l'évier lave-vaisselle à ultrasons existe depuis plus d'un an et qu'aucune firme importante de l'électroménager grand public n'a pour le moment suivi cette voie. Quant au lave-linge de Japan Ace, il ne s'agit pour l'instant que d'un prototype.

Pourtant, la technique n'est pas totalement nouvelle. Elle est employée dans l'industrie pour le nettoyage de pièces (en horlogerie notamment). Mais les générateurs utilisés sont adaptés au programme de nettoyage et le nombre de pièces traitées ensemble est limité. Nous avons vu fonctionner un appareil Lavasonic. Un verre taché de rouge à lèvres gras adhérant parfaitement s'est trouvé nettoyé en deux minutes. Mais il ne nous a pas été possible de voir le résultat avec une vaisselle complète.

L'énergie émise serait-elle encore insuffisante ? La verrerie fragile supporterait-elle les vibrations ultrasonores sans risque ? (encore que dans ce cas le problème n'est pas davantage résolu par les lave-vaisselle ordinaires et que les fabricants recommandent de laver le cristal à la main).

En ce qui concerne le lave-linge, la firme Japan Ace est restée muette sur les limites de l'efficacité de son système. Or il est déjà visible que pour assurer cette efficacité il a fallu équiper la cuve d'un générateur de bulles d'air. Que se passe-t-il si une quantité plus importante de linge empêche une bonne disposition des bulles ?

Autant de questions bien banales qui, pour l'instant, restent sans réponse. Mais cette technologie ne fait qu'arriver sur le marché grand public. Il est certain que son succès aurait d'importantes incidences. Dans les ménages, bien sûr, par les économies d'énergie, d'eau et de produits de nettoyage. Mais aussi dans l'industrie des détergents. ▲



des micro-organismes). Maintenues dans des limites bien déterminées, ces ondes de choc provoquent des érosions capables de décapier et de nettoyer des solides immersés.

Dans le cas de l'évier Lavasonic, le générateur est équipé d'un quartz pour la production de l'effet piézo-électrique par conversion du courant électrique du secteur en ondes ultrasonores. Ce générateur est disposé sous un évier classique où il est collé à chaud. La partie basse du générateur est réservée à la carte du circuit intégré de commande. Quant à la partie supérieure, elle est occupée par

appliquée.

Elles produisent ainsi des vibrations mécaniques qui sont transmises à la cuve de l'évier. La cuve étant remplie d'eau, on observe donc l'apparition du phénomène de cavitation nécessaire au nettoyage.

Le lave-linge de la Japan Ace Corporation est constitué, d'une simple cuve cylindrique qu'on remplit d'eau afin d'y faire tremper le linge. Des ultrasons sont émis en même temps que des bulles d'air contre lesquelles ils se réfléchissent d'une manière aléatoire. Ainsi agissent-ils au niveau de chaque fibre pour en détacher les saletés.

(1) Société ED Cuisine, 34-36 rue Charles de Gaulle, 94140 Alfortville.

(2) *Science & Vie* avait déjà annoncé l'arrivée de l'évier Lavasonic (n°800 de mai 1984, page 164).

PHOTOCOPIE COULEUR :



CIBACHROME COPY



COPIE-KODAK



COPYCOLOR-AGFA

L'INDUSTRIE A MULTIPLIE LES PROCEDES AFIN DE

SATISFAIRE les besoins variés des utilisateurs en mettant l'accent tantôt sur la fidélité des copies, tantôt sur leur faible prix. Voici, après essais de différents photocopieurs couleur, les performances des uns et des autres.

Un quart de siècle a suffi pour faire de la reprographie une puissante industrie. Mais, alors que dans tous les autres domaines de l'image la couleur a pratiquement éliminé le noir et blanc, en reprographie elle reste marginale.

Lorsqu'en 1968 la firme américaine 3M lança le "Color in Color", premier électrocopieur trichrome le coût trop élevé du procédé empêcha le démarrage de la copie en couleurs. Et rien ne changea vraiment lorsque, cinq ans après, Rank Xerox réalisa à son tour un copieur couleur.

Il fallut attendre l'arrivée du premier électrocopieur de Canon, en 1976, pour qu'un mouvement s'amorce en faveur de la couleur. Au Japon, des centres pour la copie en couleurs ont été ouverts au public début 1978. En France, Canon commence à créer un tel réseau seulement en 1981. Mais la copie couleur n'est pas entrée

pour autant dans les entreprises, où le noir et blanc domine toujours.

Les choses vont-elles changer ? Rien n'est moins certain. Certes les grands constructeurs de copieurs commencent à proposer des appareils pour la couleur. Le dernier venu, le japonais Ricoh, a présenté en avril à la foire de Hanovre le "Full Color 5000", un appareil pouvant donner jusqu'à six copies en couleurs sur papier ordinaire à la minute. Mais ce matériel reste lourd et onéreux et ne saurait satisfaire les besoins très divers en copies couleurs.

Certains utilisateurs ne peuvent venir à la couleur que si son prix est bas et, à la rigueur, un manque de fidélité des couleurs et du contraste leur importe peu. D'autres, au contraire, ont besoin de cette fidélité et sont prêts à la payer. Aussi assiste-t-on actuellement au développement de procédés très différents les uns des autres, pour répondre à ces de-

mandes spécifiques.

Ainsi, tout semble se passer comme aux débuts de la photocopie en noir et blanc, alors que les procédés se multipliaient : copie par procédés photographiques, électrocopie sur papier traité, xérocopie ou électrocopie sur papier ordinaire, thermocopie, etc.

Pour la copie des documents en couleurs, trois grandes familles de procédés sont aujourd'hui proposées aux utilisateurs :

- La copie sur papier ordinaire ou électrocopie. Elle est obtenue essentiellement avec des appareils Canon et Xerox (le matériel Ricoh n'est pas encore disponible en France). Les électrocopieurs donnent de bonnes copies sur toutes sortes de supports (papier, film notamment). Leur principe de fonctionnement est identique à celui des électrocopieurs noir et blanc (nous y reviendrons plus loin). Mais les poudres utilisées sont de 4 couleurs (jaune, magenta, cyan et noir) et le papier

LA QUALITÉ OU LES PRIX



KIS-COPIE



CANON



XEROX

passe sur 4 unités de copie qui réalisent successivement, en superposition, les images jaune, magenta, cyan et noire.

- La copie selon des procédés photographiques, soit sur papier inversible (Cibachrome copy ou Copie Kodak), soit sur papier de transfert, comme en photo instantanée (Copycolor Agfa). La qualité est celle d'une épreuve photographique sur support mat ou brillant. Tous ces procédés font appel à un banc de reproduction ou à un agrandisseur qui permet la projection de l'image sur le papier avant son traitement, qui se fait comme en photos couleurs.

- La copie industrielle proche de l'imprimerie et qui, de ce fait, est destinée à des tirages moyens d'au moins 200 exemplaires. Le résultat est voisin de celui de tirages sur presse offset.

Si les procédés de copie peuvent ainsi se rattacher à trois technologies, ils n'en comportent pas moins des matériels et des techniques spécifiques plus diversifiés. Aussi nous faut-il les aborder distinctement pour examiner leurs qualités.

Copie Kodak et Cibachrome copy. Le procédé de copie Kodak comporte une machine de traitement fonctionnant en continu. Il

est voisin des procédés de traitement des papiers inversibles de photos en couleurs (papiers donnant directement des positifs en couleurs à partir de diapositives). Aussi faut-il compter 8 minutes — séchage non compris — pour un développement à 38°C. Les copies passent successivement dans le premier révélateur, le révélateur chromogène (ou couleur) et le blanchiment-fixage avec, entre chaque bain, une séquence de lavage plus ou moins longue. Il n'y a pas d'inversion chimique, une réexposition à la lumière est donc nécessaire pour réaliser l'inversion (opération qui permet d'éliminer l'étape du négatif pour obtenir directement un positif).

Les procédés Ciba et Kodak ont de nombreux points communs : tous deux utilisent un papier photo inversible dont la surface est en tout point semblable à celle des autres papiers couleurs. Les copies présentent les mêmes caractéristiques que les épreuves photographiques : brillance, netteté, saturation des couleurs et une même résistance au vieillissement après archivage.

Ilford offre deux surfaces différentes : brillante (CCO LM) et perlée (CCO 44M). Kodak propose l'Ektachrome 21 en surface bril-

lante (F), semi-mate (N) ou lustrée (E). Cette marque vient de sortir un nouveau papier : l'Ektachrome 31, qui, du fait de son haut contraste, est tout particulièrement destiné à la reproduction des dessins, plans et maquettes au trait.

Ilford et Kodak ont aussi un film pour rétropédition en lumière ambiante ou légèrement atténuée. Il ne peut être examiné sur un négatoscope ni utilisé comme dia-positive dans un projecteur ordinaire car le niveau de densité maximale (les noirs) paraît trop bas. Ce film est en effet conçu pour assurer une bonne lisibilité des informations dans les ombres et les autres plages sombres.

Nous n'avons pas noté de grandes différences entre une copie sur papier Cibachrome Copy et la même sur papier Kodak : les infimes nuances de couleur ne proviennent que des réglages de chaque banc de reproduction qui ne sont pas identiques dans les deux cas. De toute façon, les résultats sont excellents et comparables à des épreuves photographiques.

Toujours dans le domaine de la

copie couleur, le procédé Kodak permet de réduire les tirages photographiques en couleurs dont les formats sont compris entre 6×6 et 13×18 cm, et cela dans des rapports d'agrandissement variant de 1 à 2. Le négatif ou la diapositive sont alors inutiles. Chaque copie, bien qu'étant assez proche de l'original en ce qui concerne le rendu des couleurs, est tout de même un peu plus contrastée. Aucun procédé ne donne actuellement un contraste égal à celui de la photo originale.

Agfa-Copycolor. Le Copycolor, tout en ayant un aspect de surface sensiblement identique à celui des tirages Ciba ou Kodak, en diffère totalement par son principe qui est celui du "transfert par diffusion" propre à la photo instantanée (voir ci-après le principe de fonctionnement lors de la réunion "en sandwich" du négatif et du positif).

Le procédé a l'avantage d'une très grande rapidité d'exécution puisqu'il est possible d'obtenir une épreuve couleur au bout de 3 minutes. Il autorise en outre la réalisation d'agrandissements en couleurs à partir de diapositives. N'importe quel agrandisseur est utilisable à condition de remplacer son plateau par un châssis à dépression destiné à assurer un contact parfait du papier avec une trame. Celle-ci est en effet prévue par le fabricant pour atténuer le contraste de la copie.

Tout document opaque, quant à lui, peut être reproduit avec n'importe quel banc de reproduction (Repromaster d'Agfa ou matériel d'une autre marque). Il faut opérer en chambre noire, sauf avec certains bancs lumière du jour, comme le RPS 6000. Les surfaces sensibles comportent un négatif et un positif.

Le négatif (CCN) est une émulsion panchromatique couchée sur support polyester de 0,1 mm d'épaisseur, équilibré pour la lumière artificielle (3200 K). Il ne peut être traité qu'en obscurité complète ou sous éclairage spécial Copycolor. Du négatif, l'image est transférée sur un

papier positif (nous verrons comment un peu plus loin).

Les papiers positifs (types CCG et CCP), non photosensibles, sont récepteurs recto-verso. Le CCG a une face brillante et l'autre semi-mate. Le CCP est un papier plus fin, semi-mat sur les deux faces. Il existe aussi un film pour la rétro-projection qui remplace alors le papier positif. Comme les originaux n'ont pas obligatoirement le même contraste, il faut, pour avoir une bonne reproduction, que la gradation de l'émulsion négative soit adaptée à chaque document à copier.

Pour ce faire, Agfa propose 3 écrans correcteurs de contraste : CC 1, CC 2, CC 3. L'écran CC 1 sera utilisé lors de la copie d'un imprimé. L'écran CC 2, d'une efficacité plus prononcée, est recommandé pour la copie des photographies. L'écran CC 3 doit être placé sous l'agrandisseur lors du tirage de diapositives. Aucun écran n'est nécessaire pour la reproduction de documents au trait.

Comme l'écran correcteur — qui est en fait une trame très fine — doit être en contact parfait avec la face émulsionnée du négatif, il est indispensable que le banc de reproduction soit muni d'un dos à dépression pour pouvoir y faire le vide et obtenir ainsi l'adhérence des surfaces par aspiration. Le négatif exposé est mis en contact avec le positif choisi (CCP, CCG, CCP).

L'ensemble est introduit dans une développement Copyproof. Un moteur entraîne une paire de rouleaux à la vitesse constante de 2,5 cm/s, ce qui assure un passage régulier du "sandwich" dans le bain activateur CC 292 B. La température de ce bain peut être comprise entre 18 et 30 °C, la température idéale étant de 21 °C.

Après son passage dans l'activateur, le négatif et le positif resteront encore un certain temps en contact, la durée étant fonction de la température ambiante : 90 secondes à 18 °C, 40 secondes à 30 °C. C'est au cours de cette période que s'effectue le transfert de l'image. Il ne reste plus ensuite qu'à séparer le négatif du positif et à laver ce dernier pendant une

RESULTATS DE NOS

MARQUE	CIBACHROME COPY	COPIE-KODAK (KODAK 8 RUE VILLIOT. 75012 PARIS)
--------	-----------------	--

PROCÉDÉ	PHOTOGRAPHIQUE	PHOTOGRAPHIQUE
---------	----------------	----------------

DOCUMENTS ORIGINAUX	FEUILLES, LIVRES, SUPPORTS ÉPAIS	FEUILLES, LIVRES SUPPORTS ÉPAIS
---------------------	----------------------------------	---------------------------------

FORMATS DES ORIGINAUX (EN cm)	9×13 À 59×84	TOUS FORMATS (SELON LE BANC DE REPRODUCTION)
-------------------------------	--------------	--

SUPPORT DE COPIE	PAPIER INVERSIBLE BRILLANT OU PERLÉ	PAPIER INVERSIBLE BRILLANT, SEMI-MAT OU LUSTRE
------------------	-------------------------------------	--

FORMATS DE COPIE	21×29,7 À 29,7×42 AVEC MACHINES KP 20/30 ET 30/40	14,8×21 À 42×59,4
------------------	---	-------------------

RAPPORTS D'AGRAN- DISSEMENT	45 À 240 %	SELON LE BANC DE REPRODUCTION (JUSQU'A 1 000 %)
-----------------------------	------------	---

NOMBRE DE TIRAGES	MAXIMUM 100	MAXIMUM 80
-------------------	-------------	------------

DÉLAIS DE LIVRAISON EN BOUTIQUE	48 HEURES MAXIMUM	2 À 3 HEURES URGENT (EN LABORATOIRES PROFESSIONNELS SINON 24 À 48 HEURES)
---------------------------------	-------------------	---

PRIX H.T. DES COPIES EN FORMAT 21×29,7 cm	1 EX. : 39 F 10 EX. : 31 F/PIECE 100 EX. : 16 F/PIECE	1 EX. : 44 F 10 EX. : 28 F/PIECE 100 EX. : 18 F/PIECE
---	---	---

RENDU DES COULEURS	EXCELLENT	EXCELLENT
--------------------	-----------	-----------

FINESSÉ ET CONTRASTE	TRÈS LÉGÈRE MONTÉE DE CONTRASTE (TRÈS BONNE COPIE). FINS DÉTAILS	TRÈS LÉGÈRE MONTÉE DE CONTRASTE (TRÈS BONNE COPIE). FINS DÉTAILS
----------------------	--	--

NOS CONCLUSIONS	QUALITÉ D'UN TIRAGE PHOTOGRAPHIQUE. PROCÉDÉ EXCELLENT MAIS COUTEUX. CONVIENT POUR DE PETITES QUANTITÉS	QUALITÉ D'UN TIRAGE PHOTOGRAPHIQUE. PROCÉDÉ EXCELLENT MAIS COUTEUX. CONVIENT POUR DE PETITES QUANTITÉS
-----------------	--	--

* PAS D'ESSAI. CAR LA PREMIÈRE COPIE COUTE PLUS

vingtaine de secondes à l'eau ordinaire. Le séchage s'effectue à l'air libre ou dans une sécheuse ; dans ce dernier cas, il est possible d'avoir une copie sèche en 3 minutes.

ESSAIS

COPYCOLOR-AGFA (AGFA- REPROGRAPHIE, 13 BD H.- SELLIER, 92150 SURESNES)	KIS-COPIE (15 BD HENRI-IV, 75004 PARIS)	CANON (1 RUE DE BOCCADOR, 75008 PARIS)	XEROX (40 BD MALESHERBES, 75008 PARIS)	COPIE INDUSTRIELLE * (ELECTROCOPIE, 21 AV. ANATOLE-FRANCE, 94600 CHOISY-LE- ROI, OU CHROMOPRINT, 2 RUE DU FER-A-MOULIN. 75005 PARIS)
TRANSFERT PAR DIFFUSION D'UN NÉGATIF SUR UN POSITIF	PHOTOGRAPHIQUE	ÉLECTROSTATIQUE	ÉLECTROSTATIQUE	IMPRIMERIE
FEUILLES, LIVRES, SUPPORTS ÉPAIS	FEUILLES, LIVRES, SUPPORTS ÉPAIS	FEUILLES, LIVRES	FEUILLES, LIVRES	FEUILLES
TOUS FORMATS (SELON LE BANC DE REPRODUCTION)	21x29,7	JUSQU'À 29,7x42	JUSQU'À 21,5x35,5	SELON LES APPAREILS
PAPIER POSITIF BRILLANT OU SEMI-MAT	PAPIER INVERSIBLE BRILLANT	PAPIER ORDINAIRE	PAPIER ORDINAIRE	PAPIER ORDINAIRE
21x29,7 À 52x66 AVEC BANC AGFA REPROMASTER	21x29,7	JUSQU'À 29,7x42	JUSQU'À 29,7x42	21x29,7 À 42x59,4 (ELECTROCOPIE), OU 21x29,7 À 70x100 (CHROMOPRINT)
9 à 120 %	1 : 1	1 : 1	1 : 1	VARIE SELON LES MACHINES
MAXIMUM 20	MAXIMUM 102	5 À LA MINUTE EN 21x29,7	8 À LA MINUTE EN 21x29,7	DE 100 À PLUSIEURS MILLIERS
DESTINÉ AUX ENTREPRISES AYANT UN SERVICE DE REPROGRAPHIE : LIVRAISON IMMÉDIATE	NON ENCORE PRÉCISÉ. SANS DOUTE UNE HEURE DANS LES CENTRES KIS	IMMÉDIAT, SUR RENDEZ-VOUS	IMMÉDIAT	3 À 8 JOURS
21 F L'EXEMPLAIRE (PRIX DE REVIENT)	3,80 F L'EXEMPLAIRE	1 EX. : 11,90 F 10 EX. : 10,80 F/ PIÈCE 100 EX. : 8,60 F/ PIÈCE 300 EX. : 4,90 F/ PIÈCE	1 EX. : 11,75 F 10 EX. : 9,10 F/PIÈCE 100 EX. : 6,15 F/PIÈCE 300 EX. : 5,40 F/PIÈCE	CHEZ ELECTROCOPIE 300 EX. : 4,90 F/ PIÈCE 1 000 EX. : 1,95 F/ PIÈCE CHEZ CHROMOPRINT 500 EX. : 2,76 F/ PIÈCE
EXCELLENT	EXCELLENT	TRÈS BON (TRÈS LÉGÈRES PERTES DE NUANCES)	BON (PERTES DE NUANCES)	TRÈS BON
TRÈS LÉGÈRE MONTEE DE CONTRASTE (TRÈS BONNE COPIE). FINS DÉTAILS	TRÈS LÉGÈRE MONTÉE DE CONTRASTE (TRÈS BONNE COPIE). FINS DÉTAILS AU CENTRE, PLUS FLOU DANS LES ANGLES	MONTEE SENSIBLE DU CONTRASTE (BONNE COPIE). FINS DÉTAILS (PEU DE PERTES)	CONTRASTE ÉLEVÉ, UN PEU DUR. PERTES SENSIBLE DE DÉTAILS	BONNE COPIE IMPRIMÉE
QUALITÉ D'UN TIRAGE PHOTOGRAPHIQUE. PROCÈDE EXCELLENT CONÇU POUR LE GRAND PUBLIC EXCELLENT MAIS COUTEUX. CONVIENT POUR DE PETITES QUANTITÉS	QUALITÉ D'UN TIRAGE PHOTOGRAPHIQUE. PROCÈDE EXCELLENT CONÇU POUR LE GRAND PUBLIC	L'ÉQUIVALENT EN COULEUR DE LA PHOTOCOPIE NOIR ET BLANC : LA FIDÉLITÉ N'EST PAS PARFAITE MAIS LE PRIX RESTE ACCÉSIBLE. CONVIENT À DE PETITS TIRAGES	L'ÉQUIVALENT EN COULEUR DE LA PHOTOCOPIE NOIR ET BLANC. LA FIDÉLITÉ EST UN PEU MOINS BONNE QU'AVEC LE PROCÈDE CANON, MAIS EST TOUT À FAIT SATISFAISANTE POUR LA COPIE ORDINAIRE. CONVIENT À DE PETITS TIRAGES	QUALITÉ D'UNE IMPRESSION OFFSET. CONVIENT TRÈS BIEN AUX TIRAGES DE PLUS DE 200 COPIES ET JUSQU'A PLUSIEURS MILLIERS. LE PRIX EST ALORS BAS

1 000 F, MAIS ON PEUT REPRODUIRE PUREMENT ET SIMPLEMENT UNE COUVERTURE, CAR C'EST IDENTIQUE A L'IMPRIMERIE.

Le rendu des couleurs est excellent, et la possibilité de modifier les contrastes donne des copies très proches des originaux. Ces copies, qu'elles soient sur papier ou sur film, se conservent bien, à

condition de les préserver des rayonnements UV car ils détruisent le colorant cyan. Il est donc exclu de les exposer trop longtemps à la lumière du jour.

Kis-copie. Kis, la firme greno-

bloise connue pour ses clés et ses "talons-minute" ou ses photos "tirées dans l'heure", vient de faire son entrée sur le marché des copieurs couleurs avec un appareil assez révolutionnaire. Ce copieur entièrement français est de faible encombrement, occupant moins d'un mètre carré au sol. Il utilise un papier photographique brillant et un mode de traitement similaire au Cibachrome.

Le papier inversible, uniquement au format 21 x 29,7 cm (A4), est contenu dans une cassette pouvant recevoir 200 feuilles. Ce distributeur automatique autorise une cadence de 102 copies à l'heure dans le cas de tirages en série.

Le document à copier est placé sur la fente d'exposition, puis violemment éclairé pendant quelques secondes. La durée d'exposition a été déterminée une fois pour toutes, mais l'opérateur peut la modifier en fonction de la densité du document original ; tout comme il peut modifier le filtrage (déterminé en laboratoire pour chaque lot de papier) en glissant de petites languettes de filtres compensateurs de couleur dans le logement prévu à cet usage. En principe, il n'y a pas à modifier le temps d'exposition ni le filtrage pour la copie de documents tramés.

Il est également possible de copier des objets ayant jusqu'à 6 cm d'épaisseur. La définition et le rendu des couleurs ne présentent que peu de différence avec le résultat que donnerait un tirage traditionnel sur papier à partir d'un négatif ou d'une diapositive de format 24 x 36.

Le papier exposé passe ensuite dans les bains de traitement ; 6 minutes suffisent pour avoir une copie sèche, prête à emporter. Les bains contenus dans l'appareil sont prévus pour traiter 400 copies 21 x 29,7.

Le rendu des couleurs est excellent et la montée du contraste se fait à peine sentir, surtout lorsqu'il s'agit de copies de documents tramés.

Seuls les très légers détails dans les hautes lumières sont escamotés, mais il est pratiquement impossible qu'il en soit autrement, quel que soit le type de copieur. Il faut toujours faire un choix : il est impossible d'avoir en même temps de très fines nuances dans les hautes lumières et des détails dans les ombres.

Le seul handicap de cet appareil — mais en est-ce un sur le plan de la rentabilité ? — est son format unique. Il n'est pas possible d'avoir des copies d'un format supérieur au 21 × 29,7 cm, tout comme il est impossible de réduire ou d'agrandir le document original.

Ce copieur unique en son genre est vendu 70 250 F HT. Il est disponible depuis le mois dernier. Au moment de mettre sous presse, le prix de revient de chaque copie est l'un des plus bas : 3,80 F hors taxes, ce qui fait de la copie Kis un produit très concurrentiel.

Photocopie Canon et Xerox. La photocopie par procédé électrostatique (ou électrocopie) est surtout destinée aux personnes qui veulent une reproduction rapide et bon marché d'un document couleur tout en sachant qu'une telle reproduction sera loin d'avoir la fidélité des procédés photographiques. Ils devront accepter une montée du contraste et la disparition des plus subtiles nuances du document.

Le principe de l'électrocopie est le suivant : dans l'obscurité, un tambour recouvert d'une mince couche de sélénium (copieuse Xerox) ou de sulfure de cadmium, nettement plus sensible à la lumière (copieuse Canon), est balayé par une grille conductrice (Corona) portée à haute tension (7 000 volts). Cette grille communique des charges électrostatiques à la couche de sélénium ou de sulfure de cadmium devenu photosensible.

L'image du document original placé sur la glace d'exposition du copieur est projetée par l'intermédiaire d'un objectif sur cette

couche photosensible. Les zones atteintes par la lumière perdent leur charge électrique tandis que celles restées dans l'ombre la conservent. On a alors sur le tambour, une copie invisible du document sous forme de charge partielle positive. Tournant sur son axe, le tambour attire ensuite les poudres de couleur (toner) chargées négativement. L'image du document original devient alors visible sur le tambour.

Lorsqu'une feuille de papier ordinaire, ayant reçu une faible charge électrique, est appliquée sur le tambour, cette charge attire la poudre colorée qui y est déposée. Cette opération doit être répétée 3 fois puisque le document doit subir 3 expositions successives sous des filtres bleu, vert et rouge. A chaque exposition, une image latente est formée sur le tambour qui attire respectivement de la poudre jaune, magenta et cyan.

La feuille de papier passe donc 3 fois sur le tambour pour se charger à chaque fois de la couleur qui y est déposée et le mélange des couleurs reconstitue les différentes teintes du document. La fixation de l'image se fait par fusion (400 degrés).

La photocopie couleur industrielle. Il s'agit de procédés proches de l'impression offset et qui exigent donc une sélection des couleurs et la confection d'un cylindre d'impression dont le coût doit être amorti par le tirage d'au moins 200 ou 300 copies (le prix d'une copie est alors inférieur à 5 F).

Les entreprises qui se sont spécialisées dans cette sorte de copie n'ont pas voulu nous en dévoiler tous les secrets. Nous avons obtenu quelques détails sur le procédé Electrocopie. Le document original est analysé par un scanner et les informations recueillies sont stockées en mémoire sous forme numérique (sur bande magnétique à haute densité). Elles sont ensuite utilisées pour piloter et moduler un rayon laser qui grave le cylindre d'impression. La trame utilisée de 180 points donne une bonne finesse d'impression.

Les documents les plus divers peuvent être copiés : photos, illustrations imprimées, dessins, plans ou schémas. Tous les textes sont également tramés, ce qui signifie qu'il ne faut pas descendre en dessous d'une certaine échelle de caractères, le minimum semblant être le corps 6 pour les capitales et 8 pour les minuscules. De toute façon, la restitution de la lettre sera toujours meilleure s'il s'agit de caractère gras.

Le rendu des couleurs est tout à fait satisfaisant. Il dépend, bien sûr, en grande partie de la qualité des documents originaux, car meilleurs ils sont, meilleures seront les copies.

Tout original, qu'il s'agisse d'un document unique ou d'une maquette constituée de documents de différentes natures (photos, dessins, textes, etc.), peut être réduit ou agrandi pour correspondre à l'un des 3 formats de copie ; A4 (21 × 29,7 cm) ou A3 (29,7 × 42), A2 (42 × 59,4).

Le coût de la copie industrielle devient très avantageux à partir de 500 exemplaires, tombant très vite à moins de 1 F l'unité. Ce procédé est donc très intéressant pour l'impression de tarifs publicitaires, fiches techniques, catalogues, etc., devant être tirés en trop petite quantité pour bénéficier d'un prix de revient intéressant en imprimerie traditionnelle.

Il est présenté sous des noms différents selon la firme qui l'exploite : Actuacolor, Chromoprint, Electrocopie, Rapidocolor et plein d'autres dont nous n'avons pas connaissance. Leur point commun est de pouvoir imprimer recto-verso sur des papiers souples de 110 ou 135 g/m² et sur des papiers rigides de 200 ou 250 g/m²; d'avoir des tarifs sensiblement identiques et des délais de livraison de 3 à 6 jours ouvrables chez les faonniers.

Pour terminer, il reste à comparer les divers procédés. Nous renvoyons le lecteur au tableau qui accompagne cet article et qui résume les conclusions de nos essais.

LE CAMESCOPE 8 MM DE POCHE



Le camescope CCD M8, incontestablement le plus petit appareil réalisé à ce jour (il est tout juste 2 fois plus grand que sur la photo).

CE PREMIER ARTICLE D'UNE SÉRIE

CONSACRÉE AUX NOUVEAUTÉS que préparent les laboratoires de recherche japonais présente la gamme des magnétoscopes extraordinairement miniaturisés que lance Sony, deux mois à peine après avoir commercialisé en Europe son camescope Video Movie 8 (*Science & Vie* n° 812, de mai 1985). Le poids de ce dernier appareil (2 kg) est maintenant divisé par deux !

Entre la vidéo et la photo, une grande guerre ferait rage. C'est une idée dans laquelle les médias d'Europe se complaissent depuis plus de cinq ans. C'est une idée qui n'a pas cours au Japon. Aujourd'hui, les Japonais considèrent que l'évolution des technologies de l'image du prochain quart de siècle conduit à un développement complémentaire de trois supports d'images, le film argentique, la bande magné-

tique, le disque optique, et qu'aucun n'éliminera les deux autres même si comme ils le pensent maintenant, le disque optique à lecture par laser dominera.

Cette conception n'est pas un fruit de pure imagination. Elle est fondée sur des réalisations qui nous ont été présentées durant un séjour de près d'un mois au Japon (¹), et dont certaines ne vont d'ailleurs pas tarder à entrer sur le marché.

En effet, une nouvelle généra-

tion de magnétoscopes 8 mm est lancée à partir de ce mois-ci au Japon et devrait arriver en France vers la fin de l'année. Elle montre, nous le verrons un peu plus loin, que la vidéo 8 mm pourrait bien balayer en quelques années le magnétoscope et le magnétophone conventionnels.

Un disque compact vidéo, effaçable, identique par ailleurs au disque audio nous a également été présenté. Nous avons été surpris par son extraordinaire qualité (voir notre article page 118). Ce disque devrait permettre un jour l'enregistrement d'images dignes de la télévision à haute définition. Cette télévision que nous a montré NHK, la puissante chaîne nationale japonaise, et qui commencera à être implantée dans le pays d'ici un an ou deux. Car — et c'est là, chez nous, encore une idée fausse — les réalisations japonaises ne sont pas destinées prioritairement à l'exportation, mais à alimenter un marché national de 120 millions d'habitants.

Aussi, sans attendre la conclu-

sion d'accords internationaux, la télévision à haute définition pourra être mise en place au Japon. Les experts estiment en effet qu'elle est au point et qu'elle sera transmise par satellite grâce au codage MUSE qui permet de compresser la bande passante de 20 MHz à 8 MHz (2).

L'arrivée de ces nouveaux supports d'image et la mutation des systèmes de télévision vont entraîner d'autres transformations, par exemple dans les télécommunications et dans les récepteurs de télévision. Bref, l'univers de l'image et du son change pour gagner en qualité, et permettra la mise en place de moyens de transmission plus variés et de plus large diffusion.

Telle est l'impression que nous rapportons de ce voyage et que nous préciserons dans une série d'articles.

C'est le 21 juin que la plus populaire des firmes du pays, Sony, a commencé à commercialiser une gamme de sept appareils utilisant la cassette vidéo 8 mm. Cinq sont déjà disponibles :

- un combiné magnétoscope/magnétophone à enregistrement numérique du son (Sony EV-S700 au prix de 9 500 de nos francs, au Japon);
- un magnétoscope compact de salon pouvant enregistrer jusqu'à 4 heures de programme sur une cassette 8 mm (Sony EV-A300 au prix de 5 600 F environ);
- une unité autonome pour ce magnétoscope qui permet l'enregistrement numérique du son en stéréophonie (Sony PCM-EV10 au prix de 1 900 F environ);
- un duplicateur de cassette vidéo 8 de classe professionnelle pour l'édition de programmes (Sony EVO-1000 au prix de 11 500 F);
- une unité complémentaire à ce duplicateur pour l'enregistrement numérique stéréophonique du son (Sony PCM-EV 1000 coûtant environ 2 300 F).

Au premier septembre seront lancés deux autres appareils :

• un camescope aussi petit qu'un livre de poche, utilisable d'une seule main (Sony CCD-M8 au prix de 7 700 F);

• un magnétoscope portable ultra-compact, de 1,1 kg (Sony EV-C8 coûtant 5 600 F).

Ainsi la société Sony, qui vient déjà de commercialiser au Japon et en Europe un camescope 8 mm de 2 kg, le Video Movie, se lance-t-elle dans une offensive de grand style qui couvre non seulement le domaine de la prise de vue d'amateur mais aussi l'enregistrement à domicile des émissions de télévision avec un matériel 8 mm qui a déjà les possibilités d'appareils Beta ou VHS : l'enregistrement haute fidélité du son selon les techniques numériques et en multiplexage (3), et la duplication des cassettes vidéo.

concurrents dans la bataille. Elle fabrique des camescopes et des magnétoscopes 8 mm pour Fuji et Pioneer par exemple. Elle a aussi conclu certains accords avec Kodak qui pourtant commercialise aux Etats-Unis des camescopes 8 mm produits par Matsushita (ce sont d'ailleurs des matériels de première génération, beaucoup plus encombrants). Précisons ici que Kodak à Rochester, vient d'annoncer le lancement prochain d'un magnétoscope 8 mm de salon utilisant comme l'EV-A300 de Sony, le multiplexage et, pour le son, le codage numérique. Venons-en, maintenant, aux principales caractéristiques des nouveaux matériels.

Le camescope CCD-M8 (photo p. 115) tout d'abord. C'est incontestablement le plus petit petit appareil réalisé à ce jour : 5 × 11 × 17 cm environ, 1 kg nu, 1,4 kg avec les piles et la cassette 8 mm ! C'est aussi un appareil d'utilisation extraordinairement facile, conçu pour la masse des amateurs. Ainsi ses caractéristiques sont-elles extrêmement simples : objectif ouvert à 1 : 1,6 comportant 3 réglages de distance par symbole (portrait, groupe, paysage), viseur optique, microphone à électret incorporé, réglages automatiques de la lumière et du blanc, deux positions de prises de vues pour la lumière du jour (5 800 K) et la lumière artificielle (3 200 K).

L'objectif autorise la prise de vue avec un éclairage de 25 lux. L'image est analysée par un écran DTC (dispositif à transfert de charge) de 250 000 cellules, ce qui

EVO - 1 000



On a peine à imaginer ce que représentent ces progrès technologiques. Pour s'en faire une idée, il faut encore observer que circuits électroniques et pièces mécaniques ont été une fois de plus miniaturisées. C'est ainsi que le camescope CCD-M8 ne pèse plus que 1 kg et le magnétoscope portable 1,1 kg !

Dans son offensive, Sony fait feu des quatre fers. La firme n'a pas hésité à entraîner quelques

(2) Voir, sur la télévision à haute définition et le codage MUSE, *Science & Vie* de mai 1985.

(3) Sur le multiplexage numérique, voir *Science & Vie* n° 812 de mai 85, rappelons ici que cette technique utilise un codage qui sépare totalement les signaux, notamment les 2 voies de la stéréophonie. Elle est appliquée notamment pour le disque compact à lecture par laser.

procure une définition proche de celle du camescope Sony Video Movie déjà disponible en France (290 000 cellules). La bande magnétique défile à 1,43 cm/s, donnant 2 heures d'enregistrement. La batterie assure 80 minutes d'autonomie (cette batterie au cadmium nickel rechargeable assure une tension de 8,5 V et peut être remplacée par des piles qui, elles, donnent une tension de 6 V).

Le son est enregistré en FM et en monophonie au moyen d'une tête tournante.

Le magnétoscope portable EV-C8 possède sensiblement les mêmes caractéristiques que le camescope en ce qui concerne l'image, le son et les durées d'enregistrement. Il peut être raccordé à n'importe quelle caméra ou magnétoscope 8 mm. Il permet l'enregistrement direct ou les repiquages d'autres cassettes. Un tuner vidéo peut lui être connecté pour l'enregistrement des émissions de télévision.

Ce qui caractérise l'EV-C8, c'est, tout autant que le camescope, sa compacité: 13 x 7 x 17 cm environ, 1,1 kg nu et 1,5 kg avec batterie et cassette 8 mm.

Le combiné magnétoscope-magnétophone EV-S700, plus volumineux, n'en est pas moins un appareil remarquablement compact pour un modèle de salon: 7,3 kg et 35,5 x 4,5 x 34 cm. Ses performances sont élevées, en particulier pour le son stéréophonique enregistré en FM par têtes tournantes selon un codage numérique à 8 bits: bande passante pratiquement linéaire (c'est-à-dire sans distorsions) de 20 à 15 000 Hz, rapport signal sur bruit meilleur que 88 dB, aucune fluctuation de vitesse mesurable, enregistrement sur 6 pistes autorisant jusqu'à 24 heures de programme ininterrompu.

Pour l'image vidéo, deux vitesses sont prévues: 1,43 et 0,72

d'émissions programmables, qui n'est que de 4). La différence avec l'EV-S700 provient de l'enregistrement du son qui est monoral (en monophonie) et analogique. Mais un appareil complémentaire, le PCM-EV 10, peut lui être connecté pour réaliser l'enregistrement stéréophonique et numérique. Les performances sont alors les mêmes qu'avec le combiné EV-S700.

EV - C8



EV - S700



EV - A300



cm/s, qui assurent respectivement 2 ou 4 heures de programme sur une cassette 8 mm. Comme tout magnétoscope de salon, l'EV-S700 comporte bien entendu une télécommande (à infrarouge) et un programmeur qui permet de demander 3 semaines à l'avance l'enregistrement automatique de 6 émissions de télévision.

L'EV-A300, le second magnétoscope de salon, offre les mêmes possibilités (sauf le nombre



Le copieur vidéo EVO-1000, dernier ensemble proposé par Sony, est destiné à la réalisation de copies de cassettes 8 mm soit ordinaire (image et son monoral analogique), soit en multiplexage (image analogique et son stéréophonique numérique). Il peut être associé à un copieur de son stéréophonique. En multiplexage, ses performances sont les mêmes que celles des appareils 8 mm de salon de Sony.

C'est un matériel professionnel qui, nous l'avons vu, est une véritable incitation à l'édition de films en vidéo 8 mm. De tels films, bien sûr, n'existent pas encore. Il faudra attendre que le marché du 8 mm se développe au point d'être rentable et que des accords soient conclus entre producteurs et éditeurs. Notre pronostic: cela sera fait avant deux ans. ▲

COMME UNE BANDE MAGNÉTIQUE LE VIDÉODISQUE EFFAÇABLE

ON POURRA ENFIN FAIRE SES PROPRES

ENREGISTREMENTS sur un vidéodisque et

les renouveler à volonté, la matière utilisée supportant sans dommage un million de fois ces opérations. Les constructeurs qui se préparent à lancer ce nouveau disque sont convaincus qu'il deviendra le principal support d'image et de son. Conçu d'abord pour l'information et l'archivage, il pourrait entrer concurrence avec le magnétoscope dans les années 1990.

Curieuse aventure que celle du vidéodisque. Depuis 15 ans, son arrivée est annoncée, son lancement effectué ; périodiquement il est abandonné, parfois dans des conditions dramatiques comme ce fut le cas avec les fermetures d'usines appartenant au groupe Philips aux États-Unis.

Le public s'y perd, car ces abandons n'empêchent pas les firmes de maintenir un ou plusieurs types de vidéodisques à leur catalogue et de les présenter dans les grands salons audiovisuels. Durant notre séjour au Japon en mai dernier, nous avons posé la question de l'avenir du vidéodisque aux spécialistes de la plupart des firmes que nous avons visitées, chez Matsushita, chez Fuji, chez Sony, chez NHK, notamment. L'opinion est unanime : le vidéodisque va gagner dans les prochaines années.

Mais cette fois il ne sera pas une simple mémoire contenant un programme d'image ou de son. Il sera effaçable comme une bande magnétique et servira à l'enregistrement comme à la lecture. Dans un premier temps, il ne servira qu'au stockage d'informations à la sortie d'ordinateurs, de terminaux de télécommunications ou pour l'archivage de documents (textes ou photographies). Par la suite, il servira pour l'image animée (éditions

de films par exemple) et entrera en concurrence avec le magnétoscope.

Le vidéodisque effaçable n'est pas tout à fait une nouveauté. Il existe déjà depuis quelques années dans plusieurs grands laboratoires de recherche du monde. Il figure même dans quelques catalogues de firmes japonaises, à l'intention du secteur informatique. Mais la véritable sortie commerciale d'un vidéodisque dur (type "Compact Disc" de 12 cm ou plus grand) n'a pas encore eu lieu.

Pour M. Isao Kawakami, spécialiste de la division CD-ROM de Sony, ce lancement se fera probablement fin 1986-début 1987, avec un disque aux performances élevées. Il faut dire que la qualité des images en couleurs de la démonstration qui nous a été faite dans le laboratoire Sony de Takanawa, à Tokyo, est déjà remarquable. Le prototype, un disque de 12 cm de diamètre, était identique à un Compact Disc audio. Il était d'ailleurs lu sur un appareil de disque compact et branché sur un téléviseur couleur ordinaire au standard japonais de 525 lignes par l'intermédiaire d'un amplificateur audio. Sur l'écran, les images étaient de même qualité que celles d'une émission de télévision.

L'histoire de ce vidéodisque n'a pas cinq ans. En 1980, une firme ja-

ponaise, Kokusai Denshi Denwa Co, réalisait le premier procédé au monde de disque optique effaçable par rayon laser. Il consistait à combiner la haute capacité d'informations du vidéodisque optique aux propriétés d'effacement d'un support magnétique. Les matières utilisées pour obtenir cette union étaient des combinés terbium-fer (Tb Fe) ou gadolinium-terbium-fer (Gd Tb Fe). En 1982, Sony et Kokusai Denshi Denwa unissaient leurs efforts pour créer un disque enregistrable/effaçable qui vit le jour un an plus tard. La matière est cette fois un composé terbium-fer-cobalt (Tb Fe Co) qui permet, sur un disque de 30 cm, d'enregistrer 40 000 images d'environ 21 × 30 cm sous forme numérique ou 35 minutes de programme sous forme analogique.

La structure de ce support n'a plus rien de commun avec celle d'un disque optique non effaçable. Une coupe dans le disque (*voir dessin page 120*) montre une couche sensible optico-magnétique de Tb-Fe-Co dont chaque face est protégée par une couche transparente comme du verre. Ce premier "sandwich" est enrobé d'un substrat acrylique qui constitue la matière externe du disque.

Si l'on observe cette structure de plus près, on constate que le "sandwich" constitué de la couche sensible et de ses deux couches protectrices n'a pas des faces planes, mais que celles-ci comportent des pistes circulaires en relief qui serviront à guider le rayon laser. Chacune d'elles mesure 0,8 micromètre et le sillon qui les sépare mesure aussi 0,8 micromètre. Ces pistes recevront les enregistrements par rayon laser.

Comment se fait cet enregistrement ? Le procédé utilise des propriétés magnétiques du composé terbium-fer-cobalt. Une magnétisation est réalisée perpendiculairement dans la couche (et non

(1) Nous utilisons ici le bit, unité d'information correspondant à une valeur de la numérotation binaire (0 ou 1). Très souvent, les documents japonais sur les dis-



horizontalement comme sur une bande magnétique conventionnelle), ceci afin d'accroître la densité d'informations. La propriété essentielle du composé est de permettre une inversion du sens de la magnétisation par échauffement de la matière sensible sous l'action d'un rayon laser et en faisant varier un champ magnétique coercitif. Ainsi, après avoir réalisé un enregistrement dans un champ de 500 oersteds avec un laser travaillant sous 4 mW, on obtient l'effacement par inversion de cette magnétisation en appliquant une puissance de 5 mW dans un champ de 1 000 oersteds.

La lecture d'un enregistrement utilise un phénomène connu, dit effet optico-magnétique de Kerr : la lumière polarisée d'un rayon laser est envoyée sur la piste du disque où elle est réfléchie différemment selon que la matière est magnétisée dans un sens ou en sens inverse (plus précisément, elle est réfléchie sous un angle de $+0,35^\circ$ dans le premier cas et de $-0,35^\circ$ dans l'autre cas).

Avant d'en arriver aux performances de ce vidéodisque, il faut dire que d'autres firmes ont conçu des procédés très voisins. C'est le cas de 3M, d'Hitachi ou de la chaîne de télévision NHK. Celle-ci, par exemple, a réalisé un disque à base de gadolinium-cobalt qui

utilise les mêmes phénomènes optico-magnétiques.

Parfois, le procédé étudié est un peu différent et se fonde sur un changement de phase au sein d'une matière excitée par un rayon laser. Il s'ensuit un passage de la matière de l'état amorphe, faiblement réflecteur de la lumière, à un état cristallin fortement réflecteur. Matsushita a réalisé un tel disque avec comme matière active du tellurium - germanium - indium. Sharp a fait de même avec du terbium-dusprosium-fer.

Les exemples pourraient être multipliés car des disques effaçables sont aussi à l'étude chez Xerox, RCA, Philips, Nippon Electric, TDK. Bref, tous les groupes importants du secteur électronique investissent dans le vidéodisque effaçable. Car l'enjeu est considérable.

Nous le verrons plus loin, les qualités du vidéodisque sont telles que la bande magnétique perdra sa suprématie actuelle (sans qu'on puisse dire, d'ailleurs, qu'elle sera condamnée).

Tout d'abord la capacité de stockage d'informations. Actuellement le disque optique peut contenir 40 millions de bits par centimètre carré (unité d'information par cm^2) contre 2 millions à la bande magnétique⁽¹⁾. Le vidéodisque effaçable possède une capa-

cité de 4 Gbits (4 milliards de bits). Cela représente en enregistrement numérique, quelque 270 000 pages d'annuaire téléphonique. Soit 1 000 fois plus que n'importe quel disque souple d'informatique. Un laser classique de puissance 30 mW émettant sur 830 nm permet non seulement l'enregistrement et l'effacement des "bits" de ces signaux numériques (succession de "points" sur la piste mesurant de 0,9 à 3,3 micromètres de longueur), mais aussi les "points" de longueur infiniti variable qui caractérisent un enregistrement analogique⁽²⁾.

Ainsi le Compact Disc vidéo, permet-il une vingtaine de minutes de programme animé (la vitesse moyenne de rotation du disque est alors de 900 tours/minute) ou l'enregistrement de bonne qualité de 16 000 photos en couleur (une par piste).

La supériorité du disque optique apparaît encore dans la conservation de l'information mémorisée. L'enregistrement est beaucoup plus stable qu'avec une bande magnétique et les risques d'effacement accidentel sont presque nuls. De plus, le recours à un rayon laser élimine tout contact physique avec la surface du disque qui devient ainsi inusable. Quant aux possibilités de réutilisation, elles sont pratiquement infinies. Sony, comme

Le plus petit des vidéodisques (à droite) a les mêmes dimensions qu'un disque compact audio (à gauche) et il est prévu de réaliser des appareils qui pourront passer les deux.

Matsushita ou 3M, affirme que chaque disque peut être effacé un million de fois sans altération sensible de ses qualités. Une performance que n'autorise aucune bande magnétique, et de loin !

Le vidéodisque est également avantageux pour l'accès aux informations. Tout au plus quelques secondes suffisent pour sélectionner une plage de lecture alors que plusieurs dizaines de secondes sont nécessaires pour retrouver un enregistrement sur cassette en faisant défiler la bande magnétique.

Seule la question du prix reste encore incertaine. Aux États-Unis les représentants du japonais Matsushita ont annoncé de 70 à 100 dollars, selon le format (12 à 30 cm). Mais les experts estiment

qu'après commercialisation les prix devaient tomber au-dessous de 10 dollars.

L'arrivée du vidéodisque effaçable ne sonnera pas la fin du vidéodisque non effaçable, pas plus que celle du magnétoscope ou du film argentique. Mais une diversification des productions et des utilisations va se faire avec, si possible, une standardisation des procédés de disque optique afin de permettre la lecture sur les mêmes appareils. Sony par exemple possède déjà un pré-catalogue de disques optiques qui s'établit comme suit :

- Disques de lecture (ROM, de *Read Only Memory*, mémoire pour lecture seulement ou mémoire morte). Ce sont des disques

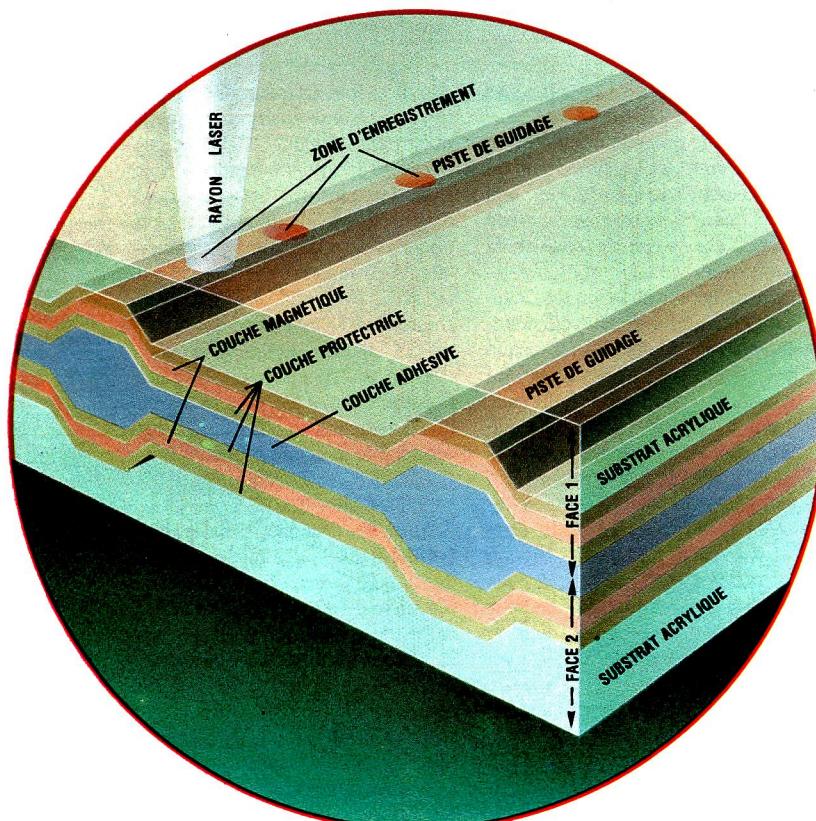
d'édition vidéo ou audio ou des disques de communication de données, par exemple en informatique. L'actuel Compact Disc audio entre dans cette catégorie. Leur production est prévue en Compact Disc de 12 cm de diamètre et en disque de 30 cm.

- Disques d'enregistrement. Ils serviront à l'enregistrement des données par l'utilisateur (en informatique notamment) et ne pourront pas être effacés. Leur production est prévue en 20 et 30 cm de diamètre.

- Disques effaçables. Ils serviront à volonté à l'enregistrement et à l'effacement. Leur production est prévue dans tous les formats : Compact Disc de 12 cm, disque de 20 et 30 cm. Dans un premier temps, ils ne serviront qu'en informatique archivage d'images.

Par la suite (après 1988), le disque optique deviendra aussi un support pour l'enregistrement effaçable de programmes vidéo et de photos de haute qualité. L'image et le son y seront codés en multiplex (signal analogique pour la vidéo, signal numérique pour le son). L'évolution sera ici voisine de celle de la télévision. Pour l'instant, on ne saurait numériser le signal vidéo, le disque ne permettant pas de passer un débit d'informations suffisant pour assurer une qualité d'image satisfaisante. Ce débit est considérablement plus faible en mode analogique et permet déjà d'obtenir un très bon rapport signal/bruit de 56 dB.

Les experts estiment qu'au début des années 90 la capacité des disques optiques doublera, autorisant des progrès quantitatifs et qualitatifs. A ce moment, selon les spécialistes de "Strategic", aux Etats-Unis, le prix des disques optiques auront baissé au point de coûter, à quantités égales d'informations stockées, de 100 à 1 000 fois moins cher que la bande magnétique. Quant à la demande en disques optiques de toutes catégories, elle aura largement dépassé celle des bandes et des disques magnétiques. Ces prévisions suffisent à montrer l'importance de la bataille du disque optique et pourquoi aucun grand fabricant ne saurait en être absent.



Vu en coupe, un disque effaçable Sony montre la couche sensible magnétique protégée par deux couches transparentes, à leur tour noyées dans un substrat acrylique. Cette structure est doublée si les deux faces du disque sont utilisées. Les couches forment des pistes en relief (16 000 dans un Compact Disc, 44 000 dans un disque de 30 cm) destinées au guidage du rayon laser.

Peut-on réussir dans la vie simplement en développant sa mémoire ?

ou l'étrange histoire d'un grand avocat

En ce jour de vacances d'été, qu'étais-je venu faire, avec mes 18 ans, dans ce grenier ouaté de poussière et de silence ?..

Dehors, le reste de la bande s'ébattait dans la piscine de cette grande et belle demeure où m'avait invité mon ami François. Mais je ne m'étais jamais senti très à mon aise dans la compagnie des autres.

Alors, j'étais là, au milieu de ces meubles qui avaient cessé de plaire, je détaillais l'œil curieux les souvenirs d'une vie qui, visiblement, avait été brillante.

J'ouvris plusieurs tiroirs et découvris dans l'un d'eux un petit livre que je feuilletai machinalement.

Mais bientôt, m'asseyant sur l'osier grinçant d'une panière, je continuai ma lecture. Page après page. Négligeant même la lumière du jour qui baissait.

Dans ce livre j'appris que tout le monde possède une mémoire fantastique, mais que seuls quelques-uns savent l'utiliser.

J'étais sceptique, bien sûr, mais une méthode simple était décrite. Ce qui me conduisit à prendre un vieux annuaire du téléphone oublié là, pour constater qu'en suivant la méthode, effectivement, j'étais capable après une seule lecture attentive de tout retenir : les noms, les professions et les numéros de téléphone de deux colonnes d'abonnés.

Oserais-je dire qu'alors je me pinçai, avant de me livrer à d'autres expériences. Mais toutes furent aussi convaincantes. Et je pus même vérifier que, trois heures après avoir simplement lu 83 numéros de téléphone (car je les avais comptés), je n'en avais toujours oublié aucun.

C'était tellement étrange que, ce soir-là, je m'endormis tard. Attendant le lendemain et le chant du premier merle qui, avec un jour nouveau, me dirait que j'avais rêvé.

Or j'avais tort. Tout était toujours dans ma tête. Et la fin des vacances, pour cela, en fut transformée.

Mon ami François me dit : " Mais on t'a changé !" La bande me découvrit comme elle ne m'avait jamais vu. Je n'osais pourtant rien de plus. Simplement j'étais autre, inattaquable et serein. Répondant du tac au tac, après n'avoir eu si souvent que l'esprit de l'escalier.

Et plus tard, à la rentrée, moi qui peinai jusqu'alors sur mes cours de droit, je sus maîtriser les dates des lois et les articles du Code. J'appris même l'anglais en quelques mois.

A partir de cette simple méthode, je me souvenais de tout : des visages, des noms, des musiques, de poèmes entiers dont spontanément je pouvais dire quelque extrait dans un dîner en ville.

Depuis, le temps a passé. Même les médias m'accordent aujourd'hui l'autorité que donnent conjointement le talent et l'assurance et j'écris cet article pour rendre hommage à un être exceptionnel, qui a révélé en moi l'homme qui était au delà de l'homme.

Si vous voulez savoir comment obtenir les mêmes résultats et acquérir cette puissance mentale, qui est encore notre meilleure chance de réussir dans la vie, priez simplement l'éditeur de vous envoyer " Les Lois Eternelles du Succès ", intéressant petit ouvrage que W.R. Borg écrivit comme introduction à sa Méthode. Vous le recevrez gratuitement comme quiconque désire améliorer sa mémoire. Voici l'adresse : Méthode W.R. Borg, chez Aubanel, dpt 664 — 6, place St-Pierre, 84028 Avignon Cedex.

Pierre-Henri Marquand

BON GRATUIT

A remplir en lettres majuscules en donnant votre adresse permanente et à retourner à : Méthode W.R. Borg, chez Aubanel, dpt 664 — 6, place Saint-Pierre, 84028 Avignon Cedex, France, pour recevoir sans engagement de votre part et sous pli fermé " Les Lois Eternelles du Succès ".

Nom _____ Prénom _____

N° _____ Rue _____

Code postal _____ Ville _____

Age _____ Profession _____

Aucun démarcheur ne vous rendra visite

LES CHAÎNES DE SONORISATION

L'ACHAT D'UNE CHAÎNE CONCUE

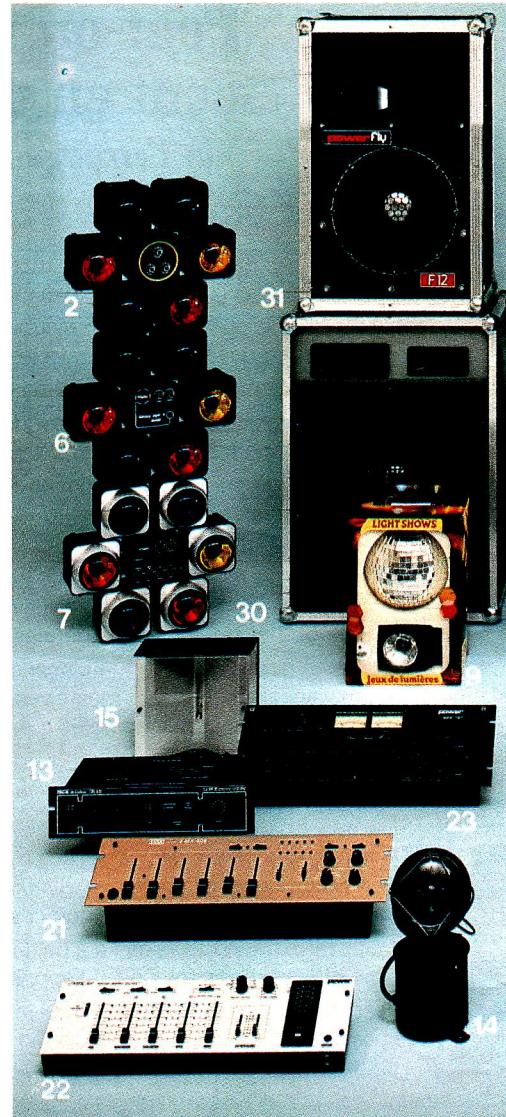
SÉCIALEMENT pour la sonorisation d'un espace (salle de bal ou appartement) supposait, il n'y a pas si longtemps, qu'on acceptait une reproduction sonore se situant constamment entre la distorsion et la saturation, à seule fin de "faire du bruit". Aujourd'hui, il existe des matériaux qui ont acquis certaines qualités musicales spécifiques. C'est ce que montre notre banc d'essai de ces chaînes sonores.

Les amateurs de musique "pop" ou "disco", qui se réunissent le samedi soir pour une surprise-partie ou pour une séance de "sono", sont avant tout des passionnés de rythmes. Rythmes reposant autant sur le tempo que sur la puissance des intensités sonores ou sur des projections de lumières colorées automatiquement modulées par la musique. Pour ces amateurs, la chaîne haute fidélité et l'électrophone sont des matériaux fragiles autant qu'inadaptés. Les constructeurs leur ont donc proposé des maté-

riels de "sono" avec tables de mixage sonore et accessoires pour la création d'effets lumineux.

Nous avons essayé une sélection de ce type de chaînes. A leur écoute, certes, ce n'est pas de la haute fidélité au sens où l'entend le mélomane ! Mais ce n'est pas non plus, comme au début des années 80, de simples machines "à faire du bruit". Beaucoup de matériaux sont capables de reproduire honorablement de la musique.

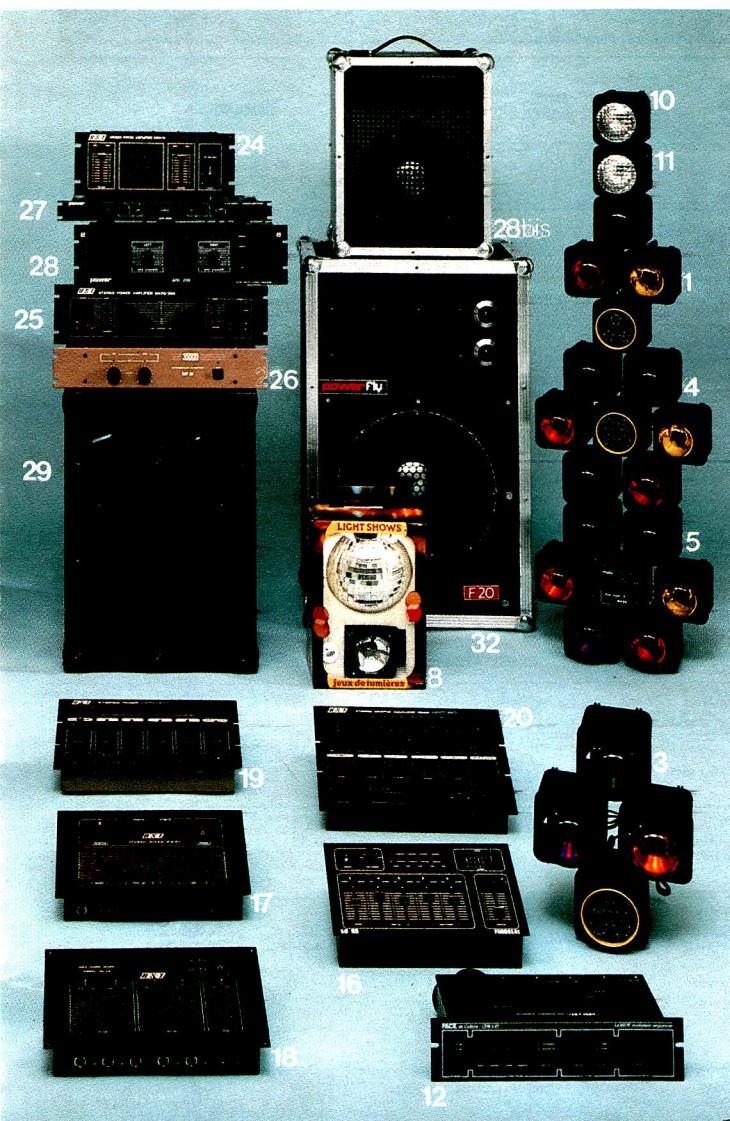
Nos essais ont porté sur deux séries de matériaux. L'une, grand public, constituée d'appareils BST pour le son et Moon pour les jeux



de lumière ; l'autre, proche de la qualité professionnelle, avec les marques Power et 3XXX pour le son et Collyns pour les effets lumineux. La différence essentielle existant entre ces deux catégories de produits réside dans l'usage auquel ils seront destinés. Il est certain qu'en cas d'utilisation intensive, la fiabilité du matériel professionnel sera supérieure à celle du matériel grand public. Bien entendu, ce dernier est moins cher. Nos essais ont été réalisés dans les laboratoires de la FNAC à Paris (que nous remercions ici pour son amicale collaboration).

Dans les tableaux des pages suivantes, rassemblant les caractéristiques de tous ces appareils, le numéro en rouge renvoie à la photo ci-dessus.

par Henri-Pierre PENEL



Ces essais comportaient une série de tests assez durs, surtout pour les amplificateurs de puissance. Ils avaient pour but de simuler des erreurs ou des incidents de manipulation survenant en cours d'utilisation. Citons entre autres : mise en court-circuit franc des haut-parleurs alors que l'amplificateur fonctionnait à puissance maximale, rupture de câble de liaison aux enceintes acoustiques, saturation maximale des entrées, etc... Si dans la majeure partie des cas de tels essais ont provoqué la disjonction immédiate du matériel, nous n'avons déploré

aucune détérioration et, une fois la situation normale rétablie, le fonctionnement était à nouveau satisfaisant. Il faut donc constater que le matériel analysé s'est bien comporté. Seule la puissance annoncée par le constructeur est apparue exagérée pour plusieurs appareils (voir tableaux).

Faisons maintenant le tour du matériel disponible.

Les jeux de lumière. Ils servent à l'animation lumineuse de la piste de danse ou du local de réunion. Moon propose des ensembles prêts à l'emploi, modulaires, très souples d'utilisation. En

effet, l'appareillage électrique, ainsi que chaque spot, est monté dans un boîtier de plastique noir muni de gorges. Il est donc possible de fixer chaque élément sur un autre pour les grouper ou les disposer sur une rampe. De plus, plusieurs groupes pourront être emboîtés pour former, par exemple, des colonnes lumineuses. Collyns, plus conventionnel dans sa présentation, propose ses appareils en boîtier. Des rampes de spots devront leur être associées pour réaliser des effets lumineux.

Le plus connu des systèmes d'effets de lumière est sans nul doute le modulateur psychédélique. Il fait scintiller les spots au rythme de la musique. Celle-ci est alors captée par un micro disposé sur la face avant de l'appareil ; puis une série de filtres électroniques réglables à l'aide de potentiomètres séparent les sons graves, médium et aigus, qui sont utilisés distinctement pour piloter les divers groupes de spots. Souvent un réglage général permet de doser l'intensité lumineuse de l'ensemble.

Des effets sont aussi produits par les chenillards. Ils permettent l'allumage séquentiel des spots créant ainsi un déplacement des flashes lumineux. Les modèles les plus simples commandent l'allumage des lampes toujours dans le même ordre. D'autres possèdent des séquences mémorisées créant des ordres de passage variés. Tous sont dotés d'un modulateur permettant de combiner les effets de scintillement et de défilement. Une troisième famille d'accessoires crée des effets sans prendre la musique en compte. Ce sont les boules à facettes, stroboscopes et émetteurs de rayons lumineux. Il existe enfin des dispositifs émetteurs de rayons ultraviolets (effets de lumière noire), des gyrophares (pour réaliser un balayage lumineux sur 360°), des générateurs de bulles ou de fumée, etc...

La régie de mixage. Elle constitue l'un des maillons les plus utiles de l'équipement sonore. Elle est indispensable pour réaliser la

succession des enregistrements en fondu enchaîné. Les modèles les plus simples ne possèdent ni réglage de tonalité ni réglage de volume, pourtant bien utiles avec un amplificateur de sonorisation. Les régies les plus perfectionnées comportent ces réglage ainsi qu'un égaliseur (correcteur de tonalité à multiples fréquences).

Les amplificateurs. Ceux qui sont destinés aux équipements de sonorisation ne comportent que les circuits de puissance. Ceux-ci sont semblables à l'électronique de sortie d'un amplificateur haute fidélité. Il sera donc impossible de brancher directement une platine tourne-disque à un tel amplificateur à cause de l'absence de préamplificateur et de correcteur de tonalité. Il faut nécessairement

ENCEINTES ACOUSTIQUES

MARQUE	TYPE, PRIX UNIT.	PUIS- SANCE ADMIS- SIBLE	IMPÉ- DANCE	RENDE- MENT (1 W À 1 m)	REMARQUES
BST	ES 95 1 100 F 28 bis	120 W	8 OHMS	100 dB	— BOOMER Ø 30 cm — MEDIUM ET TWEETER PIEZOÉLECTRIQUES
	ES 103 2 100 F 29	160 W	8 OHMS	101 dB	— BOOMER Ø 30 cm — MEDIUM ET TWEETER PIEZOÉLECTRIQUES — B.P. 80 à 20 000 Hz
	ES 203 2 700 F 30	300 W	8 OHMS	101 dB	— BOOMER Ø 38 cm — MEDIUM ET TWEETER PIEZOÉLECTRIQUES — B.P. 50 à 20 000 Hz — FINITION GAINAGE BORDEAUX
POWER	F 12 3 700 F 31	100 W	8 OHMS	99 dB	— BOOMER Ø 30 cm — MEDIUM À COMPRESSION — 2 TWEETERS À LENTILLE ACOUSTIQUE — B.P. 50 à 15 000 Hz — ENCEINTE CLOSE DE TRÈS HAUTE QUALITÉ
	F 15 4 430 F 32	150 W	8 OHMS	100 dB	— BOOMER Ø 38 cm — MEDIUM À COMPRESSION — 2 TWEETERS ANNULAIRES — B.P. 45 à 16 000 Hz — ENCEINTE CLOSE DE TRÈS HAUTE QUALITÉ

LES AMPLIFICATEURS DE SONORISATION

MODÈLE ET PRIX	CARACTÉRISTIQUES	RÉSULTATS DE NOS ESSAIS						NOS CONCLUSIONS	
		PUISANCE EFFICACE POUR 0,2 % DE DISTORSION			BANDE PASSANTE À 1,5 dB ET À 10 % DE LA PUISSANCE NOMINALE	TEMPS DE MONTEE À 5 dB ET À LA PUISSANCE MAXIMALE	PUISANCE EN RÉGIME IMPULSIONNEL		
		À 40 Hz	À 1 kHz	À 10 kHz					
BST SM 60/80 1 600 F 24	PUISANCE EFFICACE 2 × 85 W ; CHARGE 2 × 4 OHMS ; TEMOINS DE SATURATION ; VOLUME RÉGLABLE PAR CANAL	61 W SUR 4 OHMS	70 W SUR 4 OHMS	68 W SUR 4 OHMS	15-90 000 Hz	5,5 µs	75 W SUR 4 OHMS	SATISFAISANT. BON RAPPORT QUALITÉ/PRIX	
BST SM 70/200 3 200 F 25	PUISANCE EFFICACE 2 × 210 W ; CHARGE 2 × 4 OHMS ; TEMOINS DE SATURATION ; VOLUME RÉGLABLE PAR CANAL ; VENTILATEUR DE REFROIDISSEMENT ; CONTROLE DE VOLUME PARDIODES ; PROTECTION ÉLECTRONIQUE ; TEMOIN DE DISJONCTION	156 W SUR 4 OHMS	190 W SUR 4 OHMS	182 W SUR 4 OHMS	12-40 000 Hz	8 µs	205 W SUR 4 OHMS	SATISFAISANT, MAIS PUISANCE INFÉRIEURE À LA VALEUR ANNONCÉE. TRÈS BONNE PROTECTION ÉLECTRONIQUE	
POWER APK 2070 3 390 F 27	PUISANCE EFFICACE 2 × 70 W ; CHARGE 2 × 8 OHMS ; VOLUME RÉGLABLE PAR CANAL ; BOÎTIER AU STANDARD "RACK 19" ; PROTECTION ÉLECTRONIQUE ; MATERIEL PROFESSIONNEL	60 W SUR 8 OHMS	66 W SUR 8 OHMS	40 W SUR 8 OHMS	30-90 000 Hz	3,8 µs	72 W SUR 8 OHMS	BON COMPORTEMENT EN USAGE INTENSIF. EXCELLENTE PROTECTION ÉLECTRONIQUE TAUX DE DISTORSION INSTABLE. PUISANCE INFÉRIEURE À LA VALEUR ANNONCÉE.	
POWER APK 2110 3 560 F 28	PUISANCE EFFICACE 2 × 110 W ; CHARGE 2 × 8 OHMS ; VOLUME RÉGLABLE PAR CANAL ; BOÎTIER AU STANDARD "RACK 19" ; PROTECTION ÉLECTRONIQUE ; MATERIEL PROFESSIONNEL	98 W SUR 8 OHMS	108 W SUR 8 OHMS	66 W SUR 8 OHMS	12-110 000 Hz	8 µs	120 W SUR 8 OHMS	EXCELLENTE PROTECTION ÉLECTRONIQUE. TAUX DE DISTORSION INSTABLE. PUISANCE INFÉRIEURE À LA VALEUR ANNONCÉE.	
3 XXX EAP 80 (PROTOTYPE NON DISPONIBLE SUR LE MARCHÉ). ENVIRON 2 400 F LE MODÈLE DÉFINITIF 26	PUISANCE EFFICACE 2 × 130 W ; CHARGE 2 × 4 OHMS ; VOLUME RÉGLABLE PAR CANAL ; TEMOINS DE SATURATION ; BOÎTIER AU STANDARD "RACK 19"	23 W SUR 8 OHMS	30 W SUR 8 OHMS	(DISTORSION TOUJOURS DE 1 À 0,2 %)	15-150 000 Hz	6 µs	60 W SUR 8 OHMS	BELLE PRÉSENTATION MAIS ÉLECTRONIQUE MÉDIOCRE. LE CONSTRUCTEUR NOUS A PRÉCISÉ QUE LE MODÈLE COMMERCIALISÉ SERA AMÉLIORÉ	

associer ces amplificateurs à une régie de mixage. Seuls deux potentiomètres de volume sont disposés sur la face avant. Ils sont utilisés pour régler la puissance maximale désirée tout en évitant la saturation lorsque les réglages de la table de mixage sont dans leur position maximale. Ainsi, comme nous l'avons dit plus haut, il est utile de posséder une régie de mixage équipée de réglages de tonalité (au moins les graves et les aigus).

A part cette particularité, la principale différence entre un amplificateur hi fi et un amplificateur de sonorisation est sa capacité à être malmené. Les sécurités du second sont généralement mieux étudiées et très sûres. De même les éléments de refroidissement sont plus efficaces, étant plus volumineux et dispersant mieux la chaleur par convection. Rappelons à ce sujet que, pour fonctionner correctement, les amplificateurs sont logés dans des boîtiers percés de larges fentes d'aération. Il est donc déconseillé de les encastrer ou de les couvrir, sous peine de provoquer une disjonction thermique consécutive à une montée excessive de la température des composants internes.

En ce qui concerne les essais des amplificateurs, nous avons constaté qu'ils possédaient en moyenne un bon rapport puissance impulsionale sur puissance efficace, c'est-à-dire qu'ils sont capables de délivrer, durant un court instant, une puissance supérieure à leur puissance normale. Cette caractéristique est intéressante car elle permet de mieux restituer la musique "disco", où les "coups de grosse caisse", réguliers mais de brève durée pour chacun d'eux, et qui sont de véritables "dévoreurs" de puissance.

Les enceintes acoustiques. Le rendement est leur point fort. Autrement dit, elles exploitent au mieux la puissance délivrée par l'amplificateur. Ainsi, pour un amplificateur donné, une enceinte de sonorisation fera plus de "bruit" qu'une enceinte haute fidélité. Ce

JEUX DE LUMIERE

MARQUE	TYPE, PRIX MOYEN	FONCTION	PUIS- SANCE	REMARQUES
141/3 405 F 1	MODU- LATEUR	3x400 W	— FOURNI AVEC 3 MODULES ÉQUIPÉS DE SPOTS DE COULEUR — RÉGLAGE INDEPENDANT DE CHAQUE CANAL (GRAVES, MEDIUM, AIGUS) — ASSEMBLAGE POSSIBLE DES DIVERS MODULES ENTRE EUX	
141/6 532 F 2	MODU- LATEUR	3x400 W	— FOURNI AVEC 6 MODULES ÉQUIPÉS DE SPOTS DE COULEUR — CARACTÉRISTIQUES IDENTIQUES À CELLES DU MODÈLE 141/3	
118/3 452 F 3	MODU- LATEUR	3x600 W	— FOURNI AVEC 3 MODULES ÉQUIPÉS DE SPOTS DE COULEUR — CARACTÉRISTIQUES IDENTIQUES (SAUF PUISSANCE) À CELLES DU 141/3	
118/6 580 F 4	MODU- LATEUR	3x600 W	— FOURNI AVEC 6 SPOTS DE COULEUR — CARACTÉRISTIQUES IDENTIQUES À CELLES DU MODÈLE 118/3	
142/6 RUN LIGHT 705 F 5	CHENILLARD, MODU- LATEUR	6x400 W	— FOURNI AVEC 6 MODULES ÉQUIPÉS DE SPOTS DE COULEUR — VITESSE RÉGLABLE — MODULATION RÉGLABLE — DIODES ÉLECTROLUMINESCENTES DE CONTRÔLE	
143/6 MEMORY LIGHT 780 F 6	CHENILLARD, MODU- LATEUR	6x400 W	— FOURNI AVEC 6 MODULES ÉQUIPÉS DE SPOTS DE COULEUR — VITESSE RÉGLABLE — MODULATION RÉGLABLE — 2 048 SÉQUENCES DE DÉFILEMENT MÉMORISÉES — DIODES ÉLECTROLUMINESCENTES DE CONTRÔLE	
140/6 1 073 F 7	CHENILLARD, MODU- LATEUR	6x400 W	— FOURNI AVEC 6 MODULES ÉQUIPÉS DE SPOTS DE COULEUR — VITESSE ET SENS RÉGLABLE — MODULATEUR À 3 CANAUX RÉGLABLES — DIODES ÉLECTROLUMINESCENTES DE CONTRÔLE	
906 647 F 8	BOULE	30 W	— BOULE MULTIFACETTE — DIAMÈTRE 20 cm — MOTEUR À PILES — PROJECTEUR HALOGÈNE BASSE TENSION (BLANC)	
908 427 F 9	BOULE	60 W	— BOULE MULTIFACETTES — DIAMÈTRE 20 cm — MOTEUR À PILES — MODULE SPOT 60 W (BLANC OU COULEUR)	
124 306 F 10	STROBO- SCOPE	40 JOULES	— VITESSE RÉGLABLE — LENTILLES DE COULEUR ADAPTABLES	
124/80 352 F 11	STROBO- SCOPE	80 JOULES	— IDENTIQUE (SAUF PUISSANCE) AU MODÈLE 124	
CPM 4BT 1 447 F 12	MODU- LATEUR, CHENILLARD	4x800 W	— PRÉSENTATION "RACK 19" — MODULATEUR 3 VOIES PLUS UNE VOIE NÉGATIVE — COMMUTATION MODULATEUR-CHENILLARD — VITESSE ET NIVEAU DE MODULATION RÉGLABLES — DIODES ÉLECTROLUMINESCENTES DE CONTRÔLE	
CPL 8BT 1 570 F 13	CHENILLARD À MÉMOIRE	8x450 W	— PRÉSENTATION "RACK 19" — 2 048 SÉQUENCES DE DÉFILEMENT MÉMORISÉES — SÉLECTION DE LA SÉQUENCE CHOISIE — VITESSE RÉGLABLE — DIODES ÉLECTROLUMINESCENTES DE CONTRÔLE	
ECO 90 550 F 14	FAISCEAU "BALADEUR"	30 W	— PROJECTEUR PIVOTANT — LAMPE HALOGÈNE BLANCHE BASSE TENSION — FAISCEAU CONCENTRÉ — MOTEUR ET TRANSFORMATEUR INCORPORÉS	
CPS 300 15	STROBO- SCOPE	300 JOULES	— FORTE LUMINOSITÉ — FRÉQUENCE RÉGLABLE DE 0 à 13 ÉCLAIRS PAR SECONDE	

REGIES DE MIXAGE

MARQUE	TYPE PRIX	ENTRÉES	REMARQUES
MOON	SA 50 1 720 F 16	1 MICRO 2 PICK-UP 2 AUXIL.	— POSSIBILITÉ DE MIXAGE DE 5 MICROPHONES PAR COMMUTATION DES ENTRÉES PICK-UP ET AUXILIAIRE — RÉGLAGE DES GRAVES ET DES AIGUS — RÉGLAGE DU VOLUME GÉNÉRAL — CONTRÔLE DE VOLUME PAR DIODES ÉLECTROLUMINESCENTES
	MM 40A 750 F 17	1 MICRO 2 PICK-UP 2 AUXIL.	— VU-MÈTRES DE CONTRÔLE DE VOLUME
	ML 42 770 F 18	1 MICRO 2 PICK-UP 2 AUXIL.	— POSSIBILITÉ DE MIXAGE DE 5 MICROPHONES PAR COMMUTATION DES ENTRÉES PICK-UP ET AUXILIAIRES — FILTRE PASSE HAUT COMMUTABLE — VU-MÈTRE DE CONTRÔLE DE VOLUME
EST	MR 60 1 900 F 19	1 MICRO 2 PICK-UP 2 AUXIL.	— FONCTION "D.J. MICRO" (ATTÉNUATION DE LA MUSIQUE POUR ANNONCE AU MICRO) — FONDU ENCHAÎNE DIRECT SUR LES ENTRÉES PICK-UP — COMMANDE DE VOLUME GÉNÉRAL — CONTRÔLE DU VOLUME PAR DIODES ÉLECTROLUMINESCENTES — POSSIBILITÉ DE CONNECTER 3 PICK-UP ET 3 MICROPHONES
	MTR 60 2 300 F 20	1 MICRO 2 PICK-UP 2 AUXIL.	— "EQUALIZER" STÉRÉO (2×5 FRÉQUENCES) INCORPORÉ — AUTRES CARACTÉRISTIQUES IDENTIQUES À CELLES DU MODÈLE MR 60
XXX	EMX 206 1 980 F 21	2 MICRO 2 PICK-UP 2 AUXIL.	— POSSIBILITÉ DE MIXAGE DE 4 MICROPHONES PAR COMMUTATION DES ENTRÉES PICK-UP — RÉGLAGE DU VOLUME GÉNÉRAL SUR CHAQUE CANAL — RÉGLAGE DES GRAVES ET DES AIGUS — CONTRÔLE DU VOLUME PAR DIODES ÉLECTROLUMINESCENTES
	MPK 307 1 665 F 22	1 MICRO 2 PICK-UP 2 AUXIL.	— TOUCHE "AUTO FADE" (ATTÉNUATION AUTOMATIQUE DE LA MUSIQUE POUR ANNONCE AU MICRO) — RÉGLAGE DES GRAVES ET DES AIGUS — CONTRÔLE DU VOLUME PAR DIODES ÉLECTROLUMINESCENTES — COULEUR ARGENT OU OR EN OPTION
POWER	MPK 707 2 935 F 23	3 MICRO 2 PICK-UP 2 AUXIL.	— TOUCHE "TALK OVER" (ATTÉNUATION AUTOMATIQUE DE LA MUSIQUE POUR ANNONCE MICRO) RÉGLABLE — RÉGLAGE DE VOLUME GÉNÉRAL ET BALANCE — CORRECTION DE TONALITÉ À TRIPLE RÉGLAGE (GRAVES, MÉDIUMS, AIGUS) — CONTRÔLE DU VOLUME PAR VU-MÈTRES

résultat est obtenu par une différence de construction des haut-parleurs. Rappelons que le moteur d'un haut-parleur est constitué d'une bobine placée dans un champ magnétique intense. Lorsque la bobine est traversée par le courant provenant de l'amplificateur, elle se déplace proportionnellement à la modulation de ce courant, entraînant avec elle la membrane qui vibre ainsi pour restituer l'information musicale.

Cependant, pour que le procédé fonctionne correctement, il est indispensable que le champ magnétique soit constant quelle que soit la position de la bobine. En effet si, lors de ses déplacements, cette bobine vient à sortir du champ ou atteint des zones de champ moins intense, son déplacement ne sera plus proportionnel au courant fourni et une

distorsion apparaîtra. L'idéal serait donc d'avoir, dans un haut-parleur, un champ magnétique intense sur une grande longueur (plusieurs centimètres). Or, la réalisation d'un circuit magnétique répondant à ce critère reste extrêmement délicate.

Les constructeurs ont donc opté pour des compromis. Pour les haut-parleurs hi fi, le champ est effectivement large mais relativement peu intense, d'où peu de distorsion mais un rendement faible. Pour les haut-parleurs de sonorisation, tout le champ est concentré sur une faible distance. Le rendement est élevé mais la distorsion apparaît lors des grands déplacements de la membrane, à fort niveau sonore. Cependant à de tels niveaux l'oreille est moins sensible à la distorsion et le résultat reste acceptable.

De plus, afin d'assurer un bon rendement dans le registre des ex-

trêmes basses, la plupart des enceintes acoustiques de sonorisation sont conçues sur le principe "bass-reflex": l'onde sonore créée par l'arrière du haut-parleur est renvoyée vers l'avant en suivant un chemin tortueux calculé pour l'accorder sur une fréquence basse. Si ce procédé a pour effet d'accentuer les basses, si chères aux amateurs de "disco", il présente l'inconvénient de favoriser certaines fréquences. La bande passante de l'enceinte n'est donc plus linéaire et c'est pour cette raison que ce procédé a été abandonné pour les enceintes haute fidélité. En définitive, tous les maillons d'une chaîne de sonorisation ont leurs spécificités. Et il serait risqué de constituer une chaîne de sonorisation en utilisant un ou deux maillons de chaîne haute fidélité. Ces derniers pourraient bien être détériorés et de toute manière les performances de l'ensemble seraient médiocres. ▲

des études... un métier

APPRENDRE RAPIDEMENT - EFFICACEMENT - A SON RYTHME - PAR CORRESPONDANCE

Liste des brochures et enseignements de l'Ecole Universelle

ENSEIGNEMENT DU 1^{er} DEGRÉ

Classes de 11^e-10^e-9^e-8^e-7^e.

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

Classes de 6^e-5^e-4^e-3^e. Seconde-Premières-Terminales. A.B.C.D. - Baccalauréat.

ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

BTnF1-F3-F8-G1-G2-G3.

CAPACITÉ EN DROIT - DEUG

Institut d'études politiques.

ADM. EN FAC. DES NON BACHELIERS

ÉTUDES SUP. DE SCIENCES - DEUG - PCEM

ÉTUDES SUP. DE LETTRES - DEUG

ÉCOLES VÉTÉRINAIRES

ÉCOLES NORMALES (AVEC DEUG)

LANGUES ÉTRANGÈRES

Anglais - Allemand - Espagnol avec cassettes - Italien - Arabe - Russe - Examens Chambres Commerce étrangères.

COMPTABILITÉ

CAP - BEP - BP - BTnG2 - BTS - CPECF - DECS - Comptable - Secrétaire comptable - Technique comptable.

SECRÉTARIAT

CAP sténodactylo - BEP - BTnG1 - BTS direction et trilingue - Dactylo - Sténodactylo - Secrétaire commerciale, de direction, juridique, bi et trilingue - Opératrice traitement de texte.

COMMERCE

CAP Employé de Bureau, Banque, Assurances - BP Banque - BTnG3 - Représentant - Directeur Commercial - Gérant succursale - Vendeur - Hôtesse - Gestion des entreprises - Marketing - Economie.

HÔTELÉRIE

Maître d'hôtel - Directeur Gérant - Secrétaire, récept.

SOCIALES ET PARAMÉDICALES

Examens d'entrée écoles : Aide-soignante - Auxiliaire de puériculture - Infirmier(e) - Infirmier(e) en psychiatrie - Sage-femme (carrière médicale) -

Masseur - Ergothérapeute - Manipulateur d'électrodiologie - Pédicure - Educateur de jeunes enfants - Assistante sociale - Term. BTnF8 - Dactylo, Sténodactylo médicale - Secrétaire de médecin - Assistante dentaire.

FONCTIONNAIRE

PTT : préposé, Agent d'exploitation, contrôleur, inspecteur - Secrétaire comptable à la banque de France - Inspecteur Police Nationale - Gardien de la Paix - Contrôleur des impôts - Commis. - Secrétaire Adm. Scolaire Universitaire - Emplois réservés.

INFORMATIQUE

Opératrice saisie - Codifieur - Opérateur - Pupitreur - Comptable, contrôleur sur informatique - Programmeur de gestion, micro - Analyste programmeur - Analyste - Initiation - Basic avec micro - Cobol - Micro-ordinateurs.

PHOTOGRAPHIE

Cours de photographie - CAP.

INDUSTRIE

Dessinateur industriel en mécanique (CAP-BP) - Mécanique auto (CAP) - BTnF1, F3 - Électricien.

MONTEUR DÉPANNEUR RADIO - TÉLÉ - HIFI

CULTURE GÉNÉRALE

Orthographe - Réécriture - Calcul - Synthèse - Résumé de texte - Orthographe cassettes - Maths modernes - Formation scientifique - Perfectionnement culturel - Rédaction du journal - Lecture rapide - Conversation - Graphologie.

ESTHÉTICIENNE

CAP avec stages pratiques gratuits - Coiffure CAP mixte - Visagiste - Manucure.

DESSIN - PEINTURE

Cours élémentaire, universel, supérieur - Antiquaire - Décorateur intérieurs et ameublement - Dessinateur figurines de mode - Illustrateur.

COUTURE - COUPE - CAP

ÉTUDES MUSICALES

Solfège - Piano, violon, guitare... sous contrôle sonore - Ecriture musicale - DEUG.

Possibilité de bénéficier
des dispositions sur la
formation continue

Inscription à tout moment
de l'année

Orientation-Conseils
Documentation

APPElez LE 771.91.19



ECOLE UNIVERSELLE

Etablissement privé d'enseignement à distance

28, rue Pasteur 92551 Saint-Cloud Cedex

Institut de formation et d'ouverture aux réalités

BON POUR UNE DOCUMENTATION GRATUITE

Nom, prénom _____

Adresse _____ Tél. _____

Niveau d'études _____

Age _____ Diplômes _____

Brochure demandée Profession envisagée 308

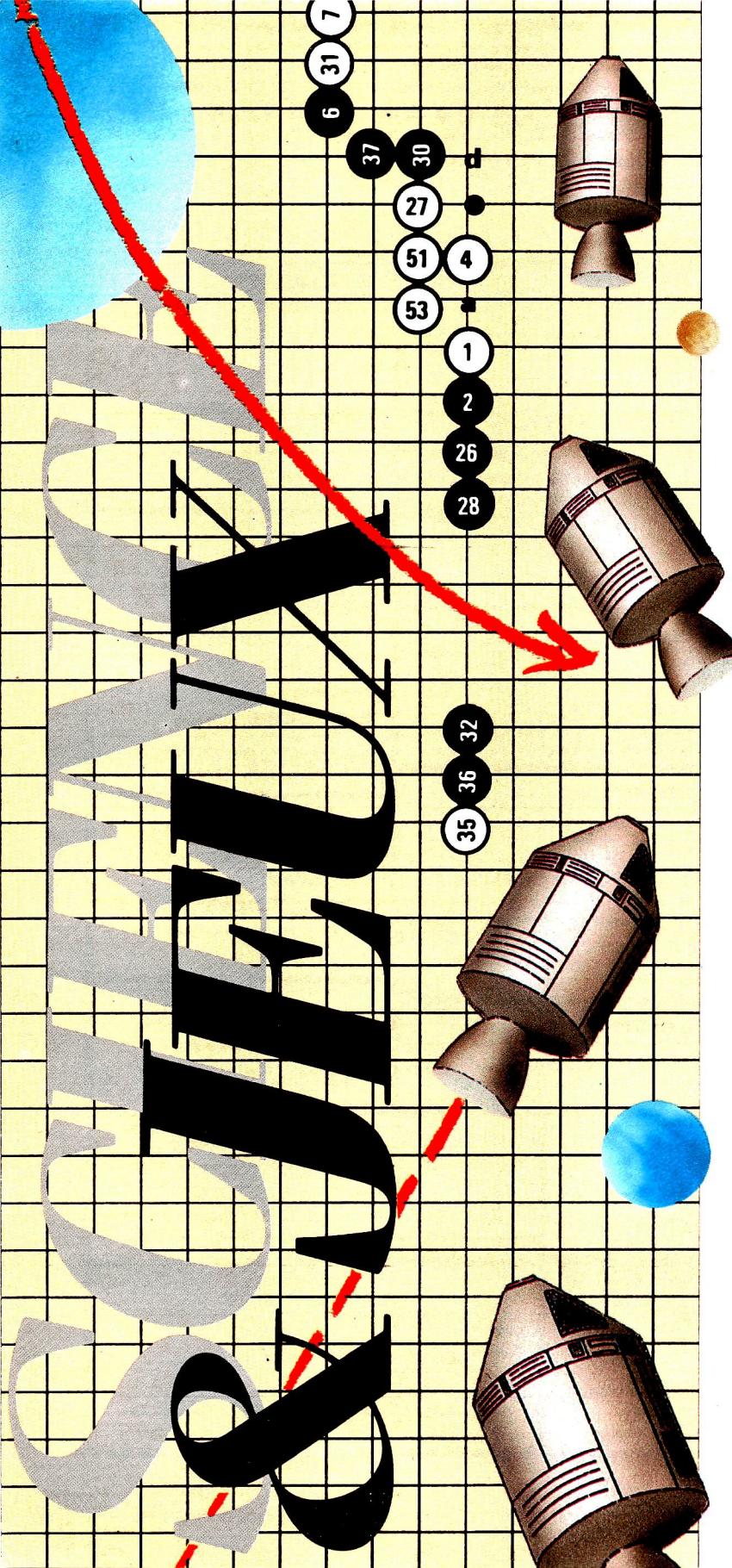
ECOLE UNIVERSELLE - IFOR
28 rue Pasteur 92551 Saint-Cloud Cedex.
Tél. 771.91.19

LA MACHINE DE WIMSHURST (IV)

Dans nos trois précédents articles, nous avons exposé en détail la construction de la machine électrostatique de Wimshurst; il s'agit d'un modèle qu'on trouve dans beaucoup de laboratoires, capable de délivrer des tensions très élevées, mais qui a le gros inconvénient d'être extrêmement coûteux. Grâce au dessin réalisé par P. Courbier et à l'usage de la méthode hobbystyrène dont il est également l'auteur, nous avons pu ramener le prix à une valeur plus compatible avec les exigences habituelles de cette rubrique. En contrepartie, il faut bien le dire, le montage est assez long à réaliser et réclame une attention certaine. Mais il est riche de possibilités spectaculaires. C'est pourquoi nous allons voir aujourd'hui des accessoires permettant de mettre en évidence divers effets de l'électricité statique.

Quelques conditions doivent être réunies pour que ces effets soient parfaitement nets et pleinement démonstratifs :

- La machine, correctement montée et testée, sera munie de ses deux condensateurs annexes, réglés de telle façon que leurs tiges supérieures soient en contact avec les axes des peignes et que leurs bases reposent bien sur la bande d'étain collée sur le socle. Ainsi le contact électrique sera suffisant pour éviter des étincelles qui affaibliraient la tension disponible sur les sphères des éclateurs.
 - Chaque fois que l'on aura à intervenir sur la machine, ne serait-ce que pour mettre ou enlever un accessoire, on veillera à décharger tout l'ensemble en mettant les deux sphères des éclateurs en contact. Faute de cette précaution, on recevra des décharges.
 - Dans la plupart des cas, et avant de commencer l'expérience, on tournera la manivelle avec les sphères en contact; on les écartera ensuite progressivement.
 - Pour mieux observer les effets lumineux, il est préférable d'opérer dans la pénombre, voire, pour certains cas, dans l'obscurité totale.
- La première expérience concerne le pendule*** (ou araignée) de Franklin — araignée parce que l'inventeur ajoutait parfois 8 pattes à la



petite boule. Cette manipulation, comme son nom l'indique, est due au savant américain et son succès n'a pas subi les atteintes du temps. Jadis elle se faisait à partir d'une bouteille de Leyde chargée, à l'éclateur de laquelle on suspendait une boule en moelle de sureau.

Cette matière, assez difficile à trouver en ville et même en banlieue, est remplacée par une sphère en polystyrène expansé que l'on recouvrira de peinture à l'argent ou, ce qui est plus économique, de papier d'aluminium. Dans ce dernier cas, on lissera ce papier afin d'éviter les aspérités, sources de pertes électriques comme nous l'avons vu dans les articles précédents.

Cette boule sera suspendue par un fil de nylon à une potence réalisée entièrement en polystyrène-choc de 2 mm d'épaisseur ; toutes les pièces seront tracées, marquées, découpées et assemblées aux cotes indiquées **figure 1**. Comme on peut le remarquer, elle se fixera sur le support du plateau arrière par un système d'assemblage fort simple. Le trou de 4 mm de la partie dépassante sert d'ancrage sur l'axe des plateaux ; le simple poids de la potence suffit à l'immobiliser. Il est donc facile de l'engager, et de la dégager quand l'expérience est terminée.

Il restera à suspendre la sphère en réglant la longueur du fil de telle façon que, les éclateurs étant disposés à 45 °C, elle puisse s'en approcher sans les toucher lors de ses oscillations. Ceci fait, on tournera la manivelle et l'on verra, dès le premier tour, le pendule se mettre en mouvement ; ceci démontre son extrême sensibilité. Pour un tour de manivelle, le déplacement ne sera ni très ample, ni très long. En revanche, si l'on tourne vivement pour charger les condensateurs, l'oscillation durera plusieurs minutes. En réglant finement la distance qui sépare les éclateurs, on observera des oscillations irrégulières et saccadées, mais toujours très vives (**figure 2**).

On peut agrémenter la boule métallisée avec des pattes, des ailes, des yeux ou une queue pour simuler un animal bombinant devant la machine. L'explication du phénomène relève de l'électrisation par influence que nous avons déjà étudiée : autour de tout corps chargé règne un champ électrique qui agit sur tout corpuscule lui aussi chargé, donc sur les électrons libres d'un métal. Ceux-ci étant de charge négative, se rassem-

blent du côté du corps influençant s'il est positif, tandis que le côté opposé, par répulsion, se couvre de charges positives.

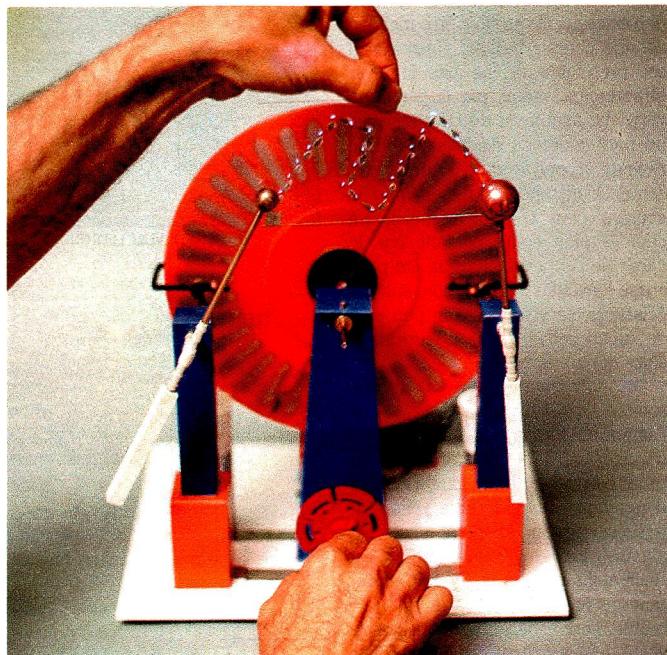
Avec nos deux éclateurs à charges opposées, les choses deviennent plus compliquées et, surtout, instables. La boule métallisée est attirée par la sphère la plus proche, supposée positive ; le côté qui fait face se charge négativement, celui opposé positivement ; mais alors celui-là est attiré par l'autre sphère, négative, et la boule repart dans cette direction. Les charges accumulées ne restant jamais constantes, puisqu'il y a toujours un certain courant de fuite dans l'air, les forces attractives et répulsives prédominent tour à tour d'un côté ou de l'autre, d'où l'agitation perpétuelle du pendule.

La seconde expérience est relative au vent électrique, phénomène assez étonnant et mis en évidence avec les premières machines électrostatiques : on dispose une simple pointe horizontalement sur l'un des éclateurs, comme indiqué **figure 3** et on la dirige vers l'autre éclateur en laissant entre les deux une distance de plusieurs centimètres. On approche alors de la pointe la flamme d'une bougie, et on voit celle-ci se courber et s'aplatis comme si on soufflait dessus dès que la machine est chargée. En fait, il y a bien un déplacement d'air, mais il n'est nullement dû à un quelconque

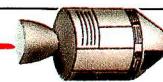
soufflet.

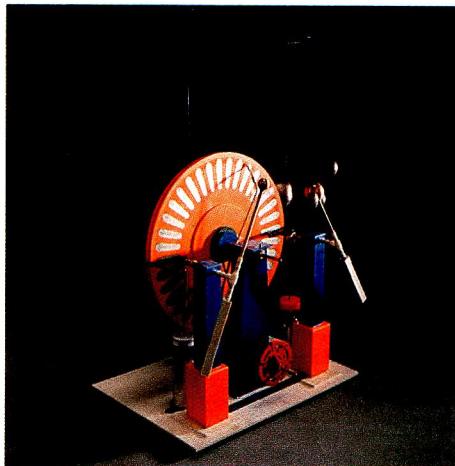
En réalité, quand on établit avec un générateur électrostatique, une différence de potentiel entre une pointe et une surface conductrice de dimensions nettement plus grandes (ici la sphère de l'autre éclateur) le champ électrique est intense au voisinage de la pointe, puisque les charges se concentrent sur les zones de courbure minimale. Or, le diamètre d'une pointe est minuscule comparé à celui de la sphère des éclateurs. Or, dans un champ intense, les ions (atomes ou molécules chargés) présents dans l'air sont accélérés et ionisent par chocs les molécules d'air.

Cette ionisation s'accompagne d'une luminescence qu'on peut observer dans l'obscurité au voisinage de la pointe. A une distance un peu plus grande, le champ n'est plus assez fort pour que les ions, après un choc, reprennent la vitesse nécessaire à une nouvelle ionisation. Toutefois, ils déplacent les molécules en les heurtant, et il en résulte un mouvement de l'air qui s'écarte de la pointe. Ce courant d'air, appelé aussi vent électrique, n'est qu'un souffle léger mais il est capable d'incliner la flamme d'une bougie, et même de l'éteindre si le potentiel est très élevé. Ajoutons que dans une flamme il existe beaucoup plus de particules ionisées que dans l'air ambiant, et l'effet est donc accentué.



Le "carreau étincelant" : l'étincelle suit la ligne de plus haute différence de potentiel.





Le "pendule de Franklin" : l'exemple le plus connu d'électrisation par influence.

La troisième expérience concerne les décharges dans les gaz raréfiés ; elle a été illustrée par une photo présentée dans le premier article de la présente série et elle est très démonstrative. Non seulement elle donne l'impression que l'étincelle traverse le verre d'une ampoule, ce qui est faux, mais elle montre les effets lumineux provoqués par l'ionisation d'un gaz. Ce qui se passe dans l'ampoule préfigure le tube de Crookes et l'écran cathodique des oscilloscopes ou des téléviseurs.

Pour être aisément observable, l'expérience doit se faire dans la pénombre ou même l'obscurité complète. Pour maintenir l'ampoule, dont le culot touchera l'une des sphères de l'éclateur et qui doit être inclinée ensuite comme indiqué **figure 4**, il est préférable de ne pas la tenir directement, même par la partie en verre. Le mieux est de la coller avec un petit morceau d'adhésif sur une réglette en polystyrène, et de la présenter à distance, faute de quoi le courant peut très bien choisir un chemin plus court passant par le corps de l'expérimentateur. On peut aussi l'installer en position sur les éclateurs, en y mettant un peu plus de ruban collant, mais il faudra ensuite défaire le tout.

On observera que l'étincelle semble traverser le verre de l'ampoule (tout modèle, même hors d'usage, convient), sa couleur étant toutefois différente à l'intérieur et dépendant du gaz dont elle est remplie : argon, krypton, azote — aucune lampe d'aujourd'hui n'est réellement vide, et d'ailleurs le courant ne passe pas dans le vide. En réalité, l'étincelle ne traverse pas le verre qui est isolant, mais la paroi se

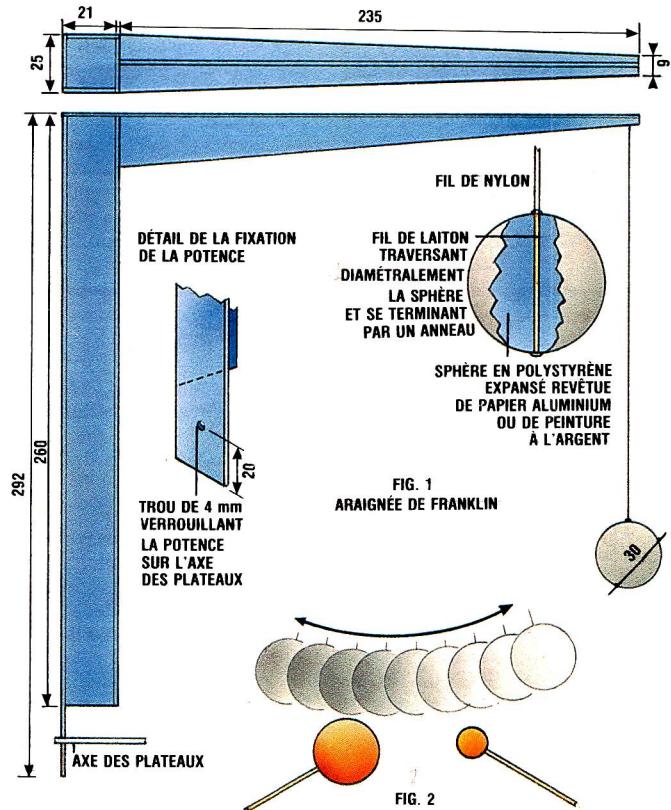


FIG. 1
ARaignée de Franklin

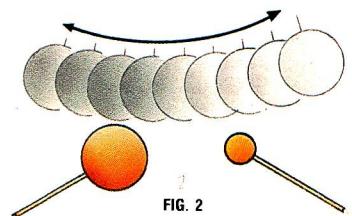


FIG. 2

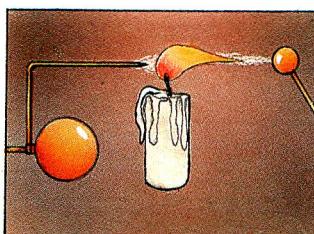


FIG. 3 LE VENT ÉLECTRIQUE

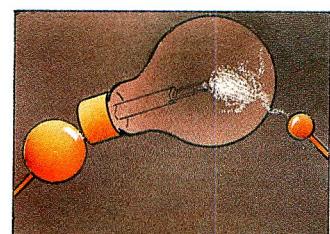


FIG. 4 DÉCHARGES DANS LES GAZ RARES

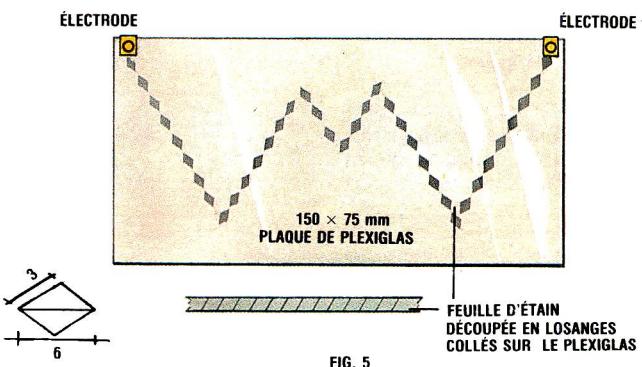


FIG. 5

charge par influence à l'extérieur et à l'intérieur, et il y a en fait deux étincelles aboutissant à une zone commune, mais non, comme on le vérifiera, à un point commun.

Ceux qui ont d'anciennes ampoules de radio peuvent se livrer à des essais similaires, soit comme décrit précédemment, soit en amenant la tension à des broches différentes commandant par exemple deux grilles, ou une grille et une entrée filament, et ainsi de suite. Les phénomènes peuvent devenir extrêmement curieux, et c'est ainsi que nous avons vu une bille de lumière remonter en spirale le long d'une grille. Une autre fois, les plaques se projetaient en ombre sur le verre devenu luminescent de teinte verte.

Pour être précis, la décharge dans un gaz à basse pression varie de manière continue à mesure qu'on fait le vide. A 760 mm de mercure, c'est l'étincelle classique ; à 100 mm (assez facile à obtenir avec une pompe) l'étincelle est remplacée par un fillet lumineux de couleur rose (pour l'air) ayant l'aspect d'une chenille dont le diamètre augmente à mesure que la pression diminue : c'est la colonne luminescente. Vers 10 mm la chenille

devient assez épaisse pour remplir tout le tube de verre portant une électrode à chaque bout et qui sert à faire les essais : c'est la colonne positive.

Pour 1 mm de mercure, l'électrode négative ou cathode, et on la reconnaît d'ailleurs grâce à cela, s'enveloppe d'une gaine lumineuse dite lumière négative ; elle est séparée de la colonne positive par un espace sombre. Si on continue à faire le vide, la colonne positive se fractionne et prend un aspect stratifié comme une pile d'assiettes.

A 1/10 de pression, la lumière négative s'est éloignée et un espace sombre s'installe entre elle et la cathode. La colonne positive est toujours là aussi, mais les zones éclairées sont refoulées vers l'anode à mesure que baisse encore la pression. Au centième de millimètre de mercure, la décharge électrique continue à passer et elle se manifeste par une fluorescence verdâtre des parois du tube : c'est le tube de Crookes ou tube cathodique. Si on pousse le vide encore plus loin, le courant ne passe plus dans le tube, et la décharge se manifeste le plus souvent par une étincelle très classique

passant par dessus le verre.

Notre quatrième expérience utilise la propension qu'a l'étincelle électrique de choisir le plus court chemin ou plus exactement de suivre la ligne de plus haute différence de potentiel. Cette tendance constitue l'une des sources de fuite, et donc l'un des inconvénients, que nous avons eu à combattre tout au long de la fabrication de notre machine. Ici, avec le carreau étincelant, nous allons au contraire l'exploiter pour obliger l'étincelle à passer par de nombreuses interruptions afin que son trajet, électriquement plus court que la ligne droite à travers l'air, reconstitue visuellement un dessin.

Cette manipulation, au temps où les sources lumineuses se limitaient aux flammes des bougies ou des lampes à pétrole, eut un grand succès. Seul le firmament étoilé présentait un spectacle aussi plaisant et harmonieux. Aujourd'hui, nous sommes littéralement saturés d'effets lumineux de toutes sortes et notre œil est devenu bien moins sensible à ce genre de spectacle. Le carreau étincelant garde quand même ses partisans et en tout cas les

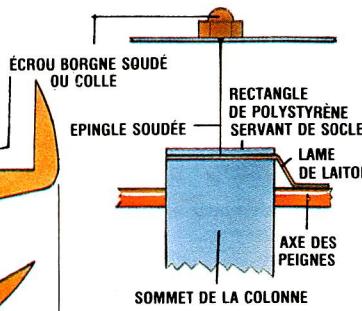


FIG. 6

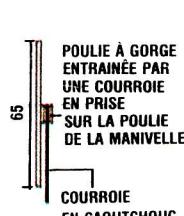


FIG. 7

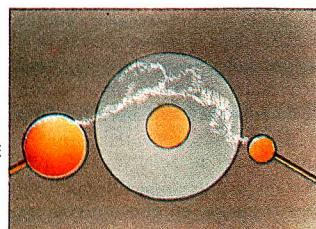
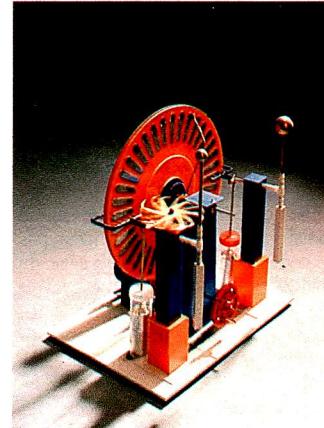
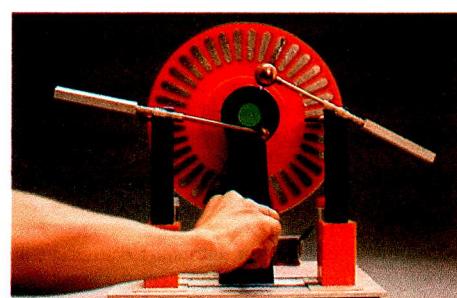


FIG. 8 LE DISQUE ÉTINCELANT



Le "tourniquet électrique", mis en branle par le vent de même nature.



La "roue étincelante" fera varier la trajectoire du courant.

enfants ne restent jamais insensibles devant ses feux à éclipses d'où émane une odeur d'ozone très caractéristique de toutes les décharges à haute tension.

Comme on le voit **figure 5**, la fabrication de l'appareil est fort simple. Il suffit de découper de petits losanges dans une bande d'étain, de laiton, d'aluminium ou de tout autre métal genre or, argent, ou zinc, et de les coller ensuite sur un rectangle de plexiglas (colle néoprène). Le mieux est de les saisir avec des pinces de philatéliste, évidemment peu courantes, ou à la rigueur des pinces à épiler. On collera aux extrémités deux petits rectangles qui serviront d'électrodes.

Divers facteurs s'allient pour rendre assez pointu le réglage qui permet de tirer les meilleures résultats du carreau étincelant. Leur exposé minutieux et complet prendrait trop de place, et il faut savoir que le dessin présenté n'est pas unique : d'innombrables variations sont possibles, mais il ne faut pas non plus faire un trajet trop long, ou, plus exactement, tel que la somme des intervalles entre les losanges soit supérieure à la distance entre les deux électrodes ; à ce moment, la décharge électrique risque de choisir le trajet le plus court pour elle, lequel peut être celui qui va d'une électrode à une autre. Cela dit, le chemin électrique n'est pas fatallement le chemin géométrique : tout dépend du degré hygrométrique de l'air, de l'effet capacatif des losanges métalliques, du degré d'ionisation, etc.

Dès que le dessin, ou le motif, choisi est un peu long, il n'est pas immédiat d'obtenir une belle série de pointillés lumineux ; après avoir chargé la machine, et tout en continuant à tourner la manivelle, on approche les deux électrodes des sphères de l'éclateur. On recherche alors à obtenir la série d'étincelles, et la première fois il peut être nécessaire de tourner la manivelle pendant trois ou quatre minutes pour avoir un résultat ; par la suite, il suffit souvent de quelques secondes, ou d'une demi-minute : le succès est irrégulier. **Pour la cinquième expérience, nous avons choisi un moteur original**, bien que connu depuis fort longtemps : le tourniquet électrique. Tout à fait analogue dans son principe au tourniquet d'arrosage, il en diffère évidemment par la nature du fluide qui provoque la réaction. Ici, c'est le vent électrique, dont nous

LA MACHINE EN PIÈCES DÉTACHÉES

A. Outilage et ingrédients

- Compas de découpe et té en polystyrène (à fabriquer soi-même) ;
- perceuse, si possible à variateur ;
- fer à souder et soudure type radio ;
- colles : néoprène, cyanocrylate et maquette, trichloréthylène ;
- papier adhésif grains moyen et fin. Crayon, règle graduée, cutter X-Acto avec lames courbe n° 28 et droite n° 24.

B. Construction de la machine elle-même (total : 855 F)

- Polystyrène choc, blanc ou couleur, épaisseur 2 mm ;
- polystyrène choc 310 × 230 × 5 mm ;
- plaque de Latté 310 × 230 × 25 ou 30 mm ;
- feuille d'étain ;
- 2 axes acier poli 200 mm, Ø 4 mm ;
- 3 pouilles à gorge Fischertechnik, Ø 62 mm ;
- 6 clips d'écartement Fischertechnik ;
- 2 tiges laiton 100 mm, Ø 4 mm (axes des peignes) ;
- 2 tubes laiton 150 mm, Ø 4 mm (peignes) ;
- 2 tubes laiton, Ø intérieur 4 mm, Ø extérieur 6 mm, longueur 20 mm (manchons des peignes) ;
- 24 clous laiton ;
- 4 tiges laiton 92 mm, Ø 2 mm (balais) ;
- 4 tubes laiton, Ø int. 2 mm, Ø ext. 3,5 mm, longueur 9 mm (support des tresses) ;
- tresse de cuivre extraite d'un fil lumière ;
- 2 serre-axes en laiton à vis, percés de 4 trous diamétralement

- opposés (fabrication des balais) ;
- 1 serre-axe à vis, longueur 14 mm (blocage de l'axe des plateaux) ;
- 3 rondelles Ø int. 4 mm ;
- 2 courroies en caoutchouc ;
- 2 tubes plastique avec bouchon Ø 33 mm, hauteur 69 mm ;
- 2 tiges laiton 220 mm, Ø 2 mm (condensateurs internes) ;
- 2 tubes plastique avec bouchon Ø 26 mm, hauteur 110 mm ;
- 2 tiges laiton 250 mm, Ø 2,5 mm (condensateurs externes) ;
- 4 sphères laiton : deux Ø 12 mm, une Ø 24 mm, une Ø 13 mm ;
- 2 tiges laiton 130 mm, Ø 4 mm (éclateurs) ;
- 1 morceau tube laiton Ø ext. 6 mm, Ø int. 4 mm ;
- 2 raccords en T en plastique ;
- 2 blocs de plastique 90 × 10 × 10 mm (poignées des éclateurs) ;
- 1 axe acier poli 30 mm, Ø 4 mm ;
- facultatif (226 F supplémentaires) : 1 roue dentée Ø 62 mm et un moteur électrique Fischertechnik.

C. Construction des accessoires (65 F)

- 1 pouille à gorge en laiton Ø int. 4 mm, Ø ext. 12 mm, profondeur de gorge 2 mm, épaisseur 7 mm ;
- 1 sachet de poudre de fer ou de cuivre ;
- 1 plaque de plexiglas 15 × 75 mm, épaisseur 1,5 ou 2 mm ;
- 1 feuille de laiton 10 × 15 × 0,1 mm ;
- 1 écrou borgne 3 mm ;
- 1 sphère en polystyrène expansé Ø 29 mm ;
- facultatif (100 F supplémentaires) : encre conductrice à l'argent si on fait les peignes en plastique plutôt qu'en laiton.

avons déjà vu la nature, qui s'échappe des pointes de l'ensemble monté sur une crapaudine comme l'est l'aiguille d'une boussole.

Pour être précis, le tourniquet, mobile autour d'un axe vertical, porte des pointes horizontales toutes orientées dans le même sens. Relié à l'un des pôles de notre générateur électrostatique tandis que l'autre est, soit au sol, soit laissé libre pas trop loin des pointes, l'appareil se met à tourner dans le sens opposé à la direction des pointes. Chacune de celles-ci chasse en effet un courant d'air électrisé et subit, d'après le principe de l'égalité de l'action et de

la réaction, une force qui la fait reculer.

La réalisation est un peu moins simple que celle du carreau étincelant, mais n'offre pas de difficulté. On tracera le plus précisément possible le dessin du moulinet sur une feuille de laiton en se reportant à la **figure 6** et on découpera. Il faudra percer bien au centre un trou de 2 mm par où passera une épingle dont la pointe reposera dans un écrou borgne servant de crapaudine. Au moment de coller (ou de souder) cet écrou, on veillera à le mettre bien au centre du moulinet.

L'épingle servant d'axe sera en-

PRÉVISIONS MÉTÉO



foncée à chaud à travers un petit rectangle de polystyrène qui formera le socle du dispositif. Sous ce socle on collera (néoprène) une languette de laiton qui sera cousue en place sur l'une des colonnes afin qu'elle mette en contact l'axe des peignes et la tête de l'épingle. Ainsi, le courant électrique parviendra aux pointes du moulinet et dès qu'on tournera la manivelle, les tiges de l'éclateur étant verticales, il se mettra en mouvement.

Toutes les expériences décrites jusqu'ici ne sont que des adaptations de celles qui ont été déjà présentées depuis que les machines électrostatiques existent. Il n'en va pas de même de celle que nous abordons maintenant et dont P. Courbier, qui l'a conçue, n'a retrouvé place nulle part. **Avec la roue étincelante**, on va aborder une notion nouvelle qui n'apparaissait pas dans les manipulations précédentes : la vitesse de propagation de l'étincelle. Celle-ci est élevée, certes, mais bien éloignée de la vitesse de propagation du courant.

Pour fabriquer cet accessoire, on commencera par découper un disque de 65 mm de diamètre dans du polystyrène de 2 mm d'épaisseur. Dans un plastique adhésif genre Vénilia on découpera ensuite un autre disque de 38 mm que l'on collera au centre du premier, **figure 7**. Au verso, on centrera et on collera (cyanocrylate) une poulie à gorge en laiton destinée à recevoir une courroie engagée dans la gorge de la poulie avant, sur laquelle est fixé le maneton de la manivelle.

Avant d'exécuter le montage, il restera à floquer avec de la poudre de fer ou de cuivre la face avant du disque. Pour cela, on l'enduira avec une légère couche de colle type Uhu-Plast et on la saupoudrera avec la limaille métallique avant que la colle ne soit sèche. S'il y a des irrégularités dans la couche de poudre, on remettra un peu de colle et on recommencera jusqu'à ce qu'elle soit uniforme. Après quoi, on laissera sécher et on installera la roue et sa courroie sur l'axe des plateaux.

Il restera à disposer les sphères de l'éclateur comme indiqué **figure 8** et à tourner la manivelle pour observer le transport de l'étincelle partiellement entraînée par la rotation rapide du disque métallisé. Avec de la poudre de fer, l'étincelle sera rougeâtre, avec du cuivre, elle sera plutôt verte, et chaque métal possède d'ailleurs en ce domaine une

teinte caractéristique. Là n'est pas le but de l'expérience, d'ailleurs, mais plutôt de voir que l'étincelle qui semble instantanée se laisse entraîner par le disque. On vérifiera, en effet, que quand celui-ci est immobile, elle va sensiblement en ligne droite à travers la limaille avec une légère courbe pour contourner le cercle en plastique isolant.

Une fois le disque lancé à bonne vitesse, l'étincelle suit à peu près un demi-cercle comme si elle se trouvait emportée par la rotation. Tout d'abord il faut savoir que la vitesse de propagation du canal conducteur qui part d'un pôle pour atteindre l'autre n'est pas énorme : de 20 à 150 km/s, alors que la vitesse de la décharge elle-même, une fois tracé le canal ionisé, a été estimée à 100 000 km/s, soit le tiers de la vitesse de la lumière.

Pour être juste, les 20 km/s sont encore énormes par rapport à la vitesse de notre disque et c'est plutôt l'air ionisé qui est entraîné par la rotation ; or c'est lui qui sert de fil conducteur au courant et, au niveau des limailles, l'air est entraîné par les aspérités de surface et en même temps chassé vers la périphérie par la force centrifuge. Ce double mouvement explique le trajet courbe que va alors suivre l'étincelle.

Bien entendu, il y a quantité d'autres expériences possibles à partir de cette machine qui fournit une très haute tension difficile à obtenir autrement. C'est dire qu'il s'agit d'un montage sans doute plus complexe que ceux dont nous avons l'habitude dans cette rubrique, mais c'est aussi le plus puissant dans ses possibilités ultérieures. En fait, la machine électrostatique est un outil de base dans beaucoup de recherches sur l'électricité et notre modèle a le grand intérêt d'être à la portée de tous.

Comme nous l'avons déjà mentionné, on peut la construire en se procurant les éléments nécessaires dans divers magasins, ou même avec du matériel de récupération en adaptant les cotations données avec les figures. La troisième formule consiste à acheter directement tous les composants, dont nous redonnons la liste ci-contre, à Pierron Entreprise, 4 rue Gutenberg, 57206 Sarreguemines Cedex. Les prix donnés pour chaque sous-ensemble sont nets, TTC, frais de port et d'emballage compris.

Renaud de LA TAILLE △

Pour illustrer ceci prenons un exemple simple. Résumons l'ensemble des paramètres d'une journée par une lettre et supposons que l'état de la mémoire soit le suivant : A B C D E F G H I J. Si le doublet "jour-veille" correspond par exemple à E F, le programme utilisera les paramètres contenus en G pour établir sa prévision.

On comprendra aisément que, pour que ce procédé de prévision puisse fonctionner correctement, il est indispensable que le programme connaisse un grand nombre de cas. Il sera donc nécessaire de l'utiliser chaque jour pour qu'il puisse "apprendre" l'ordre d'enchaînement de diverses situations.

Pour établir son pronostic, l'ordinateur viendra analyser l'évolution du climat durant les quatre mois précédant le jour de l'utilisation. Il

```

10 DIM D$(12,31)
11 DIM F$(12,31)
12 DIM C$(12,31)
13 DIM T$(12,31)
14 DIM J$(4,1)
15 DIM U$(3,1)
20 DATA 3,15,63,63,127,127,255
,255,255,255,127,127,63,63,15,3,
192,240,252,252,254,254,255,255,
255,255,254,254,252,252,240,192
22 RESTORE 20
25 FOR I=0 TO 31
30 READ X
35 POKE USR "1"+I,X
40 NEXT i
45 PAPER 1: BORDER 1: CLS
50 INK 5: PRINT AT 0,17;"[REDACTED]"
",AT 1,13;"[REDACTED]"AT
2,7;"[REDACTED]"AT
3,7;"[REDACTED]"AT
4,8;"[REDACTED]"AT 5,1
2;"[REDACTED]"AT 6,16;"[REDACTED]"
55 PAPER 6: PRINT AT 6,20;"[REDACTED]"
60 PAPER 1: INK 6: PRINT AT 6,
21;"[REDACTED]"AT 7,20;"[REDACTED]"
65 FOR R=0 TO 100 STEP 20
70 PLOT 168,120
75 DRAW 80-R,-20-R
80 NEXT R
90 PRINT AT 16,5;"MICRO METEO"
INK 7: PRINT AT 20,10;"[REDACTED]"
95 BORDER 0: INK 6
100 OVER 1
105 FOR I=0 TO 200
110 PLOT I,32: DRAW 22,22
115 NEXT I
120 OVER 0
200 IF INKEY$="" THEN GO TO 200
250 LET Pr=0
260 BORDER 0: PAPER 0: INK 6: C
LS
270 BEEP .1,24: PRINT AT 0,0;"E
st-ce la premiere fois que vous
m'utilisez aujourd'hui?";AT 10,0
;"Pour OUI taper O";AT 15,0;"Pou
r NON taper N"
280 PAUSE 0
290 IF INKEY$<>"o" THEN LET Pr=
1: BEEP .1,24
300 CLS : BEEP .1,12
310 PRINT AT 5,10;"Indiquez moi
le mois"
320 PRINT AT 7,10;"S'il vous pl
ait."
330 PRINT AT 12,0;"Taper 1 pour
Janvier"
340 PRINT AT 14,0;"Taper 2 pour
Fevrier, etc.."
350 PRINT AT 16,0;"et 12 pour D
ecembre."
360 PRINT AT 21,15;"Puis taper
ENTER."
370 INPUT M
380 BEEP .1,24: IF M<1 OR M>12
THEN GO TO 370
399 REM Donnees de ce jour.
400 CLS
410 LET J=1
420 IF D$(M,J)="" OR J=31 THEN
GO TO 450
430 LET J=J+1
440 GO TO 420
450 PRINT "Pour aujourd'hui:"
460 GO SUB 5000
470 IF INKEY$<>"" THEN GO TO 47
0
480 IF INKEY$="" THEN GO TO 480
490 LET J$(1,1)=INKEY$: BEEP .1
,24
495 IF Pr=0 THEN LET D$(M,J)=J$(
1,1)
500 CLS
510 PRINT "Pour aujourd'hui:"
520 GO SUB 5100
530 IF INKEY$<>"" THEN GO TO 53
0
540 IF INKEY$="" THEN GO TO 540
550 LET J$(2,1)=INKEY$: BEEP .1
,24
560 IF Pr=0 THEN LET F$(M,J)=J$(
2,1)
560 CLS
570 PRINT "Pour aujourd'hui:"
580 GO SUB 5200
590 IF INKEY$<>"" THEN GO TO 59
0
600 CLS
610 PRINT "Pour aujourd'hui:"
620 GO SUB 5300
630 IF INKEY$<>"" THEN GO TO 63
0
640 IF INKEY$="" THEN GO TO 640
650 LET J$(3,1)=INKEY$: BEEP .1
,24
660 IF Pr=0 THEN LET C$(M,J)=J$(
3,1)
670 CLS
680 PRINT "Pour aujourd'hui:"
690 GO SUB 5300
700 IF INKEY$<>"" THEN GO TO 70
0
710 CLS
720 PRINT "Pour aujourd'hui:"
730 GO SUB 5300
740 IF INKEY$="" THEN GO TO 740
750 LET J$(4,1)=INKEY$: BEEP .1
,24
760 IF Pr=0 THEN LET T$(M,J)=J$(
4,1)
770 CLS
780 PRINT "Recapitulatif de ce
jour:";AT 3,0;"Si tout est exact
taper: O"; BEEP .5,0
790 LET U$=J$(1,1)
8030 LET K$=J$(2,1)
8040 LET S$=J$(3,1)
8050 LET H$=J$(4,1)
8060 GO SUB 6020
8070 PAUSE 0
8080 CLS
8090 IF INKEY$<>"o" THEN GO TO 4
50
8100 CLS
8110 PRINT "Voulez vous mes pre
visions pour les 24 heures a veni
r?"; BEEP .5,0
8120 PRINT AT 10,0;"Pour OUI tap
er O";AT 15,0;"Pour NON taper N"
8130 IF INKEY$<>"" THEN GO TO 11
30
8140 IF INKEY$="" THEN GO TO 114
0
8150 IF INKEY$="n" THEN GO TO 80
00
8160 IF Pr=1 OR J=1 THEN GO TO 1
200
8170 LET U$(1,1)=D$(M,J-1)
8180 LET U$(2,1)=F$(M,J-1)
8190 LET U$(3,1)=C$(M,J-1)
8195 GO TO 2000
8200 CLS : BEEP .1,24
8210 PRINT "Pour la journee d'hi
er."
8220 GO SUB 5000
8230 IF INKEY$<>"" THEN GO TO 12
30
8240 IF INKEY$="" THEN GO TO 124
0
8250 LET U$(1,1)=INKEY$
8260 CLS : BEEP .1,24
8270 PRINT "Pour la journee d'hi
er."
8280 GO SUB 5100
8290 IF INKEY$<>"" THEN GO TO 13
30
8300 IF INKEY$="" THEN GO TO 134
0
8310 LET U$(2,1)=INKEY$
8320 CLS : BEEP .1,24
8330 PRINT "Pour la journee d'hi
er."
8340 GO SUB 5100
8350 IF INKEY$<>"" THEN GO TO 13
30
8360 IF INKEY$="" THEN GO TO 134
0
8370 LET U$(3,1)=INKEY$
8380 CLS : BEEP .1,24
8390 PRINT "Pour la journee d'hi
er."
8400 GO SUB 5200
8410 IF INKEY$<>"" THEN GO TO 14
30
8420 IF INKEY$="" THEN GO TO 144
0
8430 LET U$(4,1)=INKEY$
8440 CLS : BEEP .1,24
8450 PRINT "Pour la journee d'hi
er."
8460 GO SUB 5200
8470 IF INKEY$<>"" THEN GO TO 14
30
8480 IF INKEY$="" THEN GO TO 144
0
8490 LET U$(5,1)=INKEY$
8500 CLS : BEEP .5,0
8510 INK 2: FLASH 1: PRINT AT 10
,5;"ATTENDEZ": FLAS
8520 LET T=0

```

Notre pro
gramme
avec, en bas
à droite, la
modification
pour les pos
sesseurs
d'une unité
microdrive.

```

2110 LET P=1
2120 LET Dr=0
2130 LET Fr=0
2140 LET Cr=0
2200 IF V$(1,1)=D$(M,P) AND J$(1,1)=D$(M,P+1) THEN LET Dr=1
2210 IF V$(2,1)=F$(M,P) AND J$(2,1)=F$(M,P+1) THEN LET Fr=1
2220 IF V$(3,1)=C$(M,P) AND J$(3,1)=C$(M,P+1) THEN LET Cr=1
2230 IF Dr=1 AND Fr=1 AND Cr=1 AND D$(M,P+2) <> "" THEN GO TO 3000
2240 LET P=P+1
2250 IF P<30 THEN GO TO 2120
2260 IF T=4 THEN GO TO 2300
2270 LET M=M-1
2280 IF M=0 THEN LET M=12
2290 LET T=T+1
2295 GO TO 2110
2300 CLS
2310 PRINT AT 10,10;"Désolé";AT 15,0;"Ce cas ne s'est pas presente";AT 17,0;"durant les 4 mois precedents.";BEEP 1,-12
2320 PRINT AT 21,0;"Pour continuer taper une touche."
2330 PAUSE 0;BEEP .1,24
2340 GO TO 9000
3000 CLS
3010 PRINT AT 0,0;"Voici mes previsions";AT 2,0;"pour les 24 Heures a venir."
3020 LET W$=D$(M,P+2)
3030 LET K$=F$(M,P+2)
3040 LET S$=C$(M,P+2)
3050 LET H$=T$(M,P+2)
3100 GO SUB 6000
3110 BEEP 1,0;PRINT AT 4,0;"Pour continuer taper une touche."
3120 PAUSE 0
3130 GO TO 9000
4999 STOP
5000 PRINT AT 5,0;"Donnez moi la direction du vent."
5010 PRINT AT 7,0;"Pour Nord taper .";AT 9,0;"1"
5020 PRINT AT 9,0;"Pour Nord-Est taper .";AT 11,0;"2"
5030 PRINT AT 11,0;"Pour Est taper .";AT 13,0;"3"
5040 PRINT AT 13,0;"Pour Sud-Est taper .";AT 15,0;"4"
5050 PRINT AT 15,0;"Pour Sud taper .";AT 17,0;"5"
5060 PRINT AT 17,0;"Pour Sud-Ouest taper .";AT 19,0;"6"
5070 PRINT AT 19,0;"Pour Ouest taper .";AT 21,0;"7"
5080 PRINT AT 21,0;"Pour Nord-Ouest taper .";AT 23,0;"8"
5090 RETURN
5100 PRINT AT 5,0;"Donnez moi la force du vent."
5110 PRINT AT 9,0;"Pour nule taper .";AT 11,0;"1"
5120 PRINT AT 11,0;"Pour faible taper .";AT 13,0;"2"
5130 PRINT AT 13,0;"Pour moyenne taper .";AT 15,0;"3"
5140 PRINT AT 15,0;"Pour forte taper .";AT 17,0;"4"
5150 PRINT AT 17,0;"Pour tres forte taper .";AT 19,0;"5"
5160 PRINT AT 19,0;"En cas de rafales taper .";AT 21,0;"6"
5170 RETURN
5200 PRINT AT 5,0;"Le ciel est-i ."
5210 PRINT AT 9,0;"Degage (soleil)? taper .";AT 11,0;"1"
5220 PRINT AT 11,0;"Legerelement nuageux? taper .";AT 13,0;"2"
5230 PRINT AT 13,0;"Nuageux? taper .";AT 15,0;"3"
5240 PRINT AT 15,0;"Tres nuageux taper .";AT 17,0;"4"
5250 PRINT AT 17,0;"Si il pleut (ou neige) taper .";AT 19,0;"5"
5260 RETURN
5300 PRINT AT 5,0;"La temperature est-elle:";AT 13,0;""
5310 PRINT AT 13,0;"Identique a celle d'hier taper .";AT 15,0;""
5320 PRINT AT 15,0;"Plus basse qu'hier taper .";AT 17,0;""
5330 PRINT AT 17,0;"Plus elevee qu'hier taper .";AT 19,0;""
5340 RETURN
6020 PRINT AT 10,0;"Vent d:";AT 12,0;""
6030 IF W$="1" THEN PRINT "Nord"
6040 IF W$="2" THEN PRINT "N-E";AT 12,0;""
6050 IF W$="3" THEN PRINT "Est"
6060 IF W$="4" THEN PRINT "E Sud-Est"
6070 IF W$="5" THEN PRINT "S Sud"
6080 IF W$="6" THEN PRINT "S Sud-Ouest"
6090 IF W$="7" THEN PRINT "Ouest"
6100 IF W$="8" THEN PRINT "Nord-Ouest"
6200 IF K$="1" THEN PRINT "tres faible"
6210 IF K$="2" THEN PRINT "faible"
6220 IF K$="3" THEN PRINT "moyen"
6230 IF K$="4" THEN PRINT "fort."
6240 IF K$="5" THEN PRINT "violet"
6250 IF K$="6" THEN PRINT "en rafales."
6300 IF S$="1" THEN PRINT AT 15,0;"Ciel degage."
6310 IF S$="2" THEN PRINT AT 15,0;"Ciel legerelement nuageux."
6320 IF S$="3" THEN PRINT AT 15,0;"Ciel nuageux."
6330 IF S$="4" THEN PRINT AT 15,0;"Ciel tres nuageux."
6340 IF S$="5" THEN PRINT AT 15,0;"Pluie (ou neige)."
6400 PRINT AT 20,0;"Temperature"
6410 IF H$="1" THEN PRINT "statonnaire."
6420 IF H$="2" THEN PRINT "en baisse."
6430 IF H$="3" THEN PRINT "en hausse."
6440 RETURN
9000 CLS
9010 PRINT AT 5,0;"Preparez votre magnetophone";AT 10,0;"puis de marez la cassette et";AT 15,0;"tapez une touche."
9020 SAVE "Meteo" LINE 20
9030 GO TO 20

```

Modification de la sous routine 9000 pour les possesseur d'un ZX Microdrive.

```

9000>CLS
9010 PRINT AT 5,0;"Preparez votre Microdrive";AT 10,0;"puis tapez une touche."
9015 PAUSE 0
9020 ERASE "M";1;"METEO"; SAVE * "M";1;"METEO" LINE 20
9030 GO TO 20

```

Modification de la sous routine
9000 pour les possesseur d'un
ZX Microdrive.

```
9000>CLS
9010 PRINT AT 5,0;"Preparez votr
e Microdrive";AT 10,0;"puis tape
z une touche."
9015 PAUSE 0
9020 ERASE "M";1;"METEO": SAVE *
" ",1;"METEO" LINE 20
9030 GO TO 20
```

(suite de la page 133)

n'est donc pas surprenant que ce programme ne soit réellement opérationnel qu'au bout de quatre mois. Cependant, dans la plupart des cas, il sera capable de fournir une prévision au bout d'un mois. Passons maintenant à l'écriture du programme.

En premier lieu nous devons indiquer à l'ordinateur que nous allons mémoriser diverses données. Afin de les retrouver facilement, nous les classerons par catégories et par mois. Les lignes 10 à 15 incluses sont construites autour de l'ordre DIM. Notons que dans un but de simplification nous avons doté chaque mois de 31 jours.

Dans D\$ nous classerons les paramètres relatifs à la direction du vent, dans F\$ ceux relatifs à sa force, dans C\$ les indications sur l'état du ciel et dans T\$ l'évolution de la température.

Enfin, deux tableaux auxiliaires seront utilisés pour introduire, depuis le clavier, les conditions météorologiques du jour et de la veille. Nous trouverons ces deux tableaux, respectivement, en lignes 14 et 15.

Les lignes 20 à 120 incluses sont réservées à la page de présentation du programme (*notre photo*). Cette partie de programme ne concerne que les possesseurs d'un ZX Spectrum. La ligne 20 comporte l'ensemble des données nécessaires à la création des symboles graphiques que nous utiliserons pour tracer le nuage et le soleil. Le procédé utilisé ici est identique à celui que nous avons déjà employé de nombreuses fois.

Notons cependant que la portion de disque présentée à la ligne 35 correspond à la touche "a" en mode graphique.

Afin de simplifier la frappe nous vous conseillons de taper jusqu'à la ligne 40, puis de demander RUN. Par la suite les divers symboles affichés sur l'écran seront conformes à ceux présentés par le listing. Signalons que les touches "b", "c" et "d" en mode graphique vous permettront d'obtenir les autres portions de disque. Elles seront utilisées pour réaliser le dessin du nuage ainsi que la touche "espace" en position vidéo inversée. Les rayons du soleil sont, quant à eux, obtenus à l'aide de l'instruction DRAW de la ligne 75. Enfin la boucle des lignes 100 à 115 encadrant l'ordre DRAW permet de

faire apparaître "MICRO MÉTÉO" sur un losange jaune.

En fait, le programme réel commence à la ligne 250 par l'initialisation de la variable Pr à 0. Celle-ci nous permettra, par la suite, de savoir si le programme est utilisé pour la première fois sur une journée et donc si les informations fournies doivent être mémorisées ou non. L'ordre PRINT de la ligne 270 a pour fonction d'afficher cette question sur l'écran, et en 290 nous donnerons à Pr la valeur 1, si la réponse est négative.

Ensuite l'utilisateur sera questionné sur le mois en cours. Ce dernier sera pris en compte par la variable M grâce à l'instruction INPUT M placée en 370. Notons que le nombre indiqué est refusé par le programme s'il est supérieur ou inférieur à 1. Dès lors l'ordinateur va chercher, dans le fichier correspondant au mois indiqué, où se trouve le premier emplacement libre à l'aide de la boucle et des tests des lignes 410 à 440.

Viennent ensuite les questions concernant les paramètres météorologiques de la journée.

En premier lieu, la direction du vent est demandée. Comme cette question peut être posée depuis plusieurs points du programme, le tableau d'indications est placé dans une sous-routine comprise entre les lignes 5000 et 5090 incluses. Il n'est donc pas étonnant de trouver l'ordre GO SUB 5000 en 460.

Dès que la réponse aura été fournie, l'ordinateur la mémorisera dans le fichier provisoire regroupant les paramètres de la journée (J\$) et si le programme est utilisé pour la première fois elle sera également inscrite au fichier général concernant la direction du vent (D\$).

On trouve ensuite l'ensemble des autres questions concernant la force du vent (mémorisée dans F\$), l'état du ciel (mémorisé dans C\$) et l'évolution de la température (mémorisée dans T\$); le principe de fonctionnement de ces diverses parties du programme étant identique à celui concernant la direction du vent nous ne reviendrons pas dessus.

Vient ensuite le récapitulatif de la journée en cours. Pour cela les variables W\$, K\$, S\$ et H\$ seront initialisées par les valeurs contenues dans le fichier provisoire de la journée en

cours (J\$) — lignes 1020 à 1050. Puis la routine placée de 6020 à 6440 effectuera l'opération inverse de celle pratiquée jusqu'alors : en effet en fonction des valeurs contenues dans le fichier "journée" elle fournira des réponses en "clair" et non sous forme d'une simple liste de chiffres.

Le questionnaire concernant les conditions météorologiques de la veille ne sera posé que dans deux cas ; en début de mois, ou quand le programme aura déjà été utilisé au cours de la journée. En effet, dans ces deux hypothèses l'ordinateur ne peut retrouver automatiquement les conditions du jour précédent et demandera donc de les préciser. En fait, cette partie du programme se résume à une "initialisation manuelle" des variables de la veille : V\$(1,1), V\$(2,1) et V\$(3,1).

La recherche de cas similaires et l'estimation du temps pour le lendemain sont ensuite effectués par le programme. Le principe de cette recherche est simple ; l'ordinateur comparera les éléments des deux fichiers provisoires J\$ et V\$ à ceux contenus en D\$, F\$ et C\$.

Lorsque la correspondance est obtenue, par similitude des données contenues, l'ensemble des mesures, correspondant au jour suivant ce type d'évolution dans le passé, sera lu. Dès lors la sous-routine débutant en 6020 sera de nouveau utilisée, pour traduire en clair les prévisions pour le lendemain.

Notons que cette recherche est effectuée sur les quatre mois précédant le jour de l'utilisation. De plus, cette recherche s'effectue en marche arrière.

En effet, pour se placer au plus proche des conditions climatiques du jour de l'utilisation, l'ordinateur commence par explorer la partie des fichiers correspondant au mois en cours. Si aucune situation semblable n'est trouvée, le programme analysera alors le mois précédent et ainsi de suite à concurrence de quatre mois. Cet ensemble de tests est placé aux lignes 2000 à 3130.

Notons qu'il est possible de modifier le nombre de mois sur lequel porte la recherche en faisant varier la borne fixée pour T à la ligne 2260. Dans notre cas il n'est pas surprenant de voir porter le test sur la condition T = 4.

Enfin une consultation, que des prévisions aient pu être obtenues ou non, se terminera toujours par une

“FUSEKI” PARALLÈLES

Il n'y a pas de théorie générale, au coup par coup, du début de partie — *Fuseki* — parce qu'une théorie exhaustive ne présente pas d'intérêt. Si on prend la formation du **diagramme 1**, le blanc peut avoir occupé avec les coups 2 et 4 les deux autres coins de 64 manières différentes, même si toutes ne sont pas également attractives. Il faudrait tout recommencer avec 5 en “a” ou 3 en “b”, ou toute autre formation. Ensuite, à chaque approche du coin sud-est, “c”, “d” ou “e”, le noir a plusieurs manières de répondre et, pour chaque réponse, le blanc dispose lui aussi d'un choix assez large. On procède autrement.

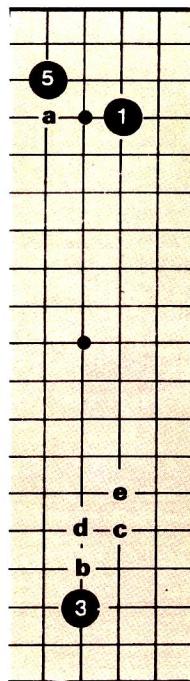
1. Les “Joseki”. Il y a une théorie pour les séquences de coin; quand une séquence est équitable et qu'elle se termine sur une position relativement stable, si on ne tient compte que du coin, elle est dite *Joseki*.

Diagramme 2. Si le noir occupe le coin en 1 et que le blanc approche en 2, les prochains coups noirs possibles vont de “a” à “k”; certains sont usuels, d'autres rares, circonstanciels, voire irréguliers ou désuets, mais tous ont été étudiés, et le sont encore, en détail.

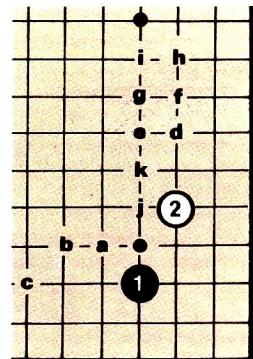
Diagramme 3. Le coup 3, “g” du diagramme 2 est un des plus usuels. Là, les réponses du blanc vont de “a” à “e”, avec les mêmes remarques que précédemment.

Ensuite, on s'embarque dans des séquences plus ou moins longues, difficiles et arborescentes. Pour donner une idée, le *Dictionary of Basic “Joseki”* de Ishida en 3 volumes, 900 pages au total, est loin d'être exhaustif — puisque “basic” —, mais 38 *Basic “Joseki”* de Kosugi, cela fait déjà un bon bagage. Il y a en effet des *Joseki* standard, ce sont les séquences à posséder en priorité, parce qu'elles expriment les idées qui sont derrière les coups.

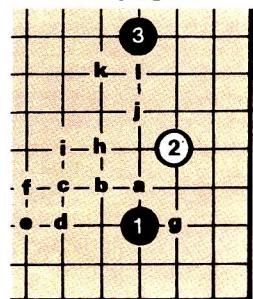
2. Les “Shimari”. Laissons provisoirement les *Joseki*, et revenons au diagramme 1. On laisse aussi provisoirement en paix la partie gauche du terrain. Le noir a un coin renforcé 1-5; on appelle ça un *Shimari* et en général on n'aime pas trop laisser l'adversaire avoir deux *Shimari*, il y a donc une urgence indépendante, c'est l'approche du coin sud-est. Quand on étudie le *Fuseki*, on va



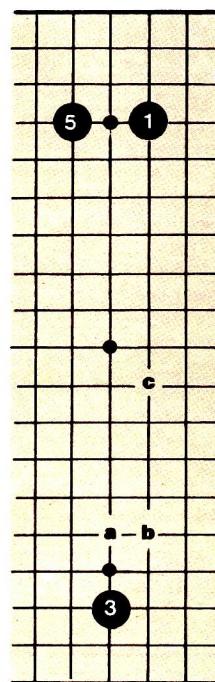
DIA. 1



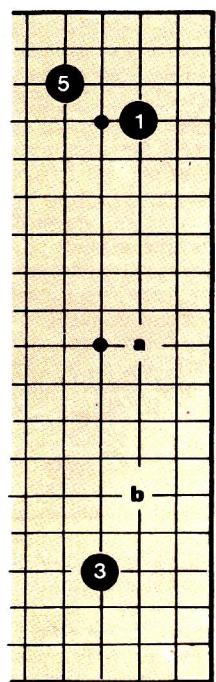
DIA. 2



DIA. 3



DIA. 4



DIA. 5

sauvegarde du programme afin que l'ordinateur puisse se “souvenir” des conditions météorologiques des diverses journées. Une sauvegarde automatique est prévue par la sous-routine débutant à la ligne 9000. Nous vous en proposerons deux versions.

Dans notre listing on trouve la version correspondant à une utilisation du ZX Spectrum avec une mini-cassette standard, et nous proposons, à part, les modifications à effectuer pour ceux d'entre vous qui possèdent une unité de Microdrive.

L'usage de ce périphérique est très appréciable pour ce programme en raison de sa simplicité d'utilisation et de sa rapidité de sauvegarde. Seule contrainte: au lieu, la première fois, de lancer le programme à l'aide de RUN il faudra taper au clavier SAVE* “m”; 1, “MÉTÉO”.

La frappe de ce programme ne doit pas poser de problème à condition de bien utiliser les mots-clés. Pour son adaptation au ZX 81 il suffira d'éliminer les lignes 20 à 250 incluses ainsi que l'ensemble des instructions INK, PAPER, FLASH et BEEP ainsi que l'ordre LINE 20 de la ligne 9020.

Rappelons que les caractères seront tapés en majuscules — le ZX 81 étant dépourvu de minuscules — et qu'un module d'extension 16 ko RAM devra être utilisé pour disposer d'une zone mémoire suffisante.

Aucune difficulté au niveau de l'utilisation: précisons toutefois que l'ordre RUN ne doit jamais être employé (sauf la première fois), il détruirait l'ensemble des fichiers. Si donc, par suite d'une fausse manœuvre, le message BREAK apparaît sur l'écran, il sera impératif de relancer le programme, soit à l'aide de CONTINUE, soit en tapant GOTO 20.

Pour finir: afin que l'ordinateur puisse effectuer une prévision il est indispensable qu'un grand nombre de cas soient déjà mémorisés et qu'ils correspondent à une évolution réelle du temps. Il est donc nécessaire, pour obtenir de bons résultats, d'utiliser ce programme chaque jour en lui fournissant avec exactitude l'ensemble des renseignements demandés.

Normalement, les premières prévisions sont obtenues au bout d'un mois d'utilisation et notre programme devient réellement exploitable au bout de quatre mois.

Henri-Pierre PENEL △

prendre plutôt les coups par paquets ; on aura par exemple les *Fuseki* parallèles et, dans cette catégorie, les *Fuseki* parallèles où noir a un *Shimari*. Dans cette catégorie se rangent les formations des **diagrammes 1, 4, 5...** parmi d'autres.

Dans le **diagramme 1**, un coup d'approche blanc, en "c", "d" ou "e" est plausible. Imaginons que le blanc joue "e", le **diagramme 2** donne les coups suivants possibles du noir dans le coin. Il choisira normalement un de ceux qui mettent le plus en valeur la présence du *Shimari* dans le coin nord-est. Dans certains cas le noir sera plutôt tenté de jouer dans la partie gauche du terrain. Pour le prochain coup noir, on a donc besoin de l'ensemble du terrain. On entre dans le *Fuseki* concret avec le rapport entre *Joseki* et *Fuseki* ; quel *Joseki* choisir en fonction de la position ? Est-ce bien le moment de s'intéresser à ce coin ?

Diagramme 4. Le *Shimari* 1-5 regarde davantage le bord est que celui du diagramme 1 ; à cause de ça on rejette généralement l'approche en "b", parce qu'on considère que le coup suivant noir, en "c", est idéal ; dans cette formation le blanc jouera plutôt en "a" et c'est à partir de cette hypothèse qu'on étudie ce *Fuseki*.

Diagramme 5. Le coup 3 occupe le coin en un seul coup ; "a" est le point d'extension idéal des 2 formations noires ; si le blanc joue "b", un coup noir en "a" est prévisible et désagréable ; en revanche une pierre blanche en "a" ne peut pas être attaquée sévèrement ; elle a suffisamment d'espace pour une extension, quel que soit le côté d'où l'on attaque ; après blanc "a", le *Fuseki* se continuera vraisemblablement en priorité de l'autre côté du terrain.

On a plutôt des schémas de début de partie avec, momentanément une focalisation sur telle ou telle partie du terrain. La durée du *Fuseki* est très variable : de 10 à 50 coups environ, comme la théorie exhaustive n'existe pas, le *Fuseki* est la partie du jeu où l'imagination joue le plus grand rôle ; malgré la somme fabuleuse de connaissances dont dispose un professionnel 9-dan il doit à chaque fois inventer presque dès le début, concevoir un plan, se projeter en avant, sortir de sa rêverie et choisir. On dit de Rin, que sa force de concentration est telle qu'on a l'impression de faire face à un océan. C'est un peu l'incarnation du *Go*.

Pierre AROUTCHEFF △

LE CHOIX DU "JOSEKI"

BLANCS : KATAOKA

NOIRS : AWAJI

DATE : 28 NOVEMBRE 1983, 3^e

PARTIE DU « TENGEN »

RÉSULTAT : NOIR ABANDONNE

APRÈS 200 COUPS

Le *Joseki* est une des parties les plus délicates du *Fuseki* ; c'est l'ensemble de la position qui doit être examinée, et en priorité la relation avec les deux coins contigus ; comme un *Joseki* fixe la physionomie d'une partie, il s'agit souvent d'une décision cruciale, impliquant tous les concepts principaux à l'œuvre dans le plan global qu'on établit à ce moment : urgences, di-

coup naturel parce qu'avec 1-3-5 le noir est en position de force sur toute la partie droite du terrain : une pierre haute est par nature plus difficile à attaquer.

Le coup 11 est circonstanciel. En général on joue en "a", après quoi le bord sud devient inintéressant parce que "a" est très solide ; il laisse une faiblesse en "b" qui est la contrepartie à l'ambition plus grande manifestée par 11.

Normalement, le noir doit continuer en jouant "c" : renforcer l'influence noire sur le bord sud rendrait l'exploitation de la faiblesse en "b" plus problématique.

Pour la même raison, l'échange de 13 pour 14 est discutable : 14 donne au blanc une formation très solide et le noir n'en aura que plus de mal à miser sur l'influence ; cet échange

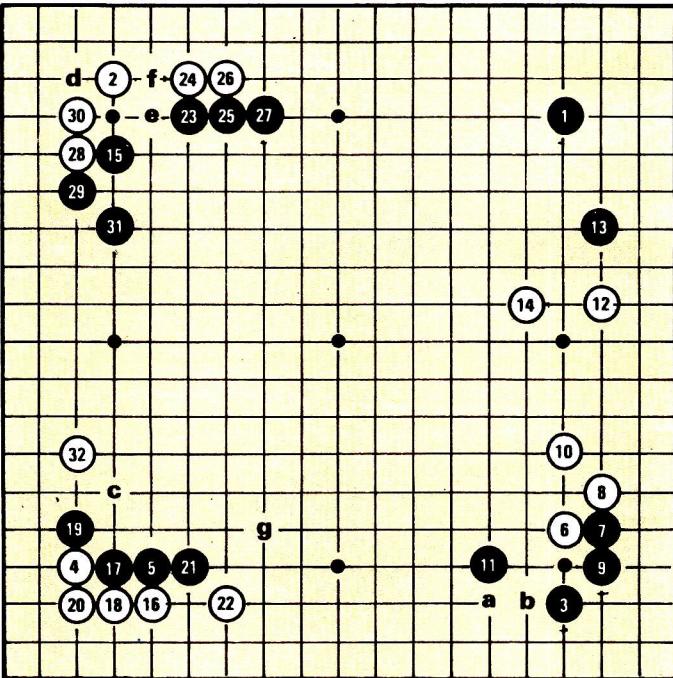


FIGURE 1

rection, balance entre l'influence et le territoire, rapidité de développement, flexibilité.

Dans une partie récente, un professionnel s'est trompé d'un bout à l'autre ; ce ne sont pas les séquences elles-mêmes qui sont en cause, mais leur choix et leur combinaison. À partir du coup 11, pratiquement tous les coups sont faux.

Le jour "sans" d'Awaji (Fig. 1).

Après l'approche en 5, le blanc approche lui-même en 6 ; c'est un

serait normal, si 11 était en "a".

A la place de "c", le noir joue 15 et, pour essayer de valoriser l'influence de cette pierre, il continue en 17 et 19. Quand le blanc joue 22 il a pris fermement position sur le bord sud et pourra ensuite vraisemblablement faire parler la faiblesse en "b" ; conséquence ultime, il finira par réduire à zéro le coin sud-est, le transformant en *Seki* au coup 200, et décider alors le noir à abandonner.

Autant "c" était un bon point, au-

FAITES LE BON CHOIX AVEC L'ANALYSE MULTICRITIÈRE

tant 23 ne l'est pas : le noir va bâtrir une influence qui regarde en direction de... 14. Il valait mieux abandonner les rêves d'influence et jouer "d". 25 insiste dans la mauvaise voie ; il fallait bloquer en 26 et engager un combat, tout à fait jouable après la coupe blanche en 25 ; 26 est normalement joué en 28 et il était encore possible de répliquer en "d", la séquence du **diagramme 1** récupérant les points du coin ; 29 en 30 était également possible ; enfin, influence pour influence, 31 n'est toujours pas adapté à la situation ; le noir pouvait jouer l'échange "e" pour "f" et prendre l'initiative pour jouer en "g". Après 31, le coup blanc 32, qui n'est pas vraiment une trouvaille, prouve tout simplement que le noir a été complètement à côté de la plaque ; pourtant la séquence 23-31, si on

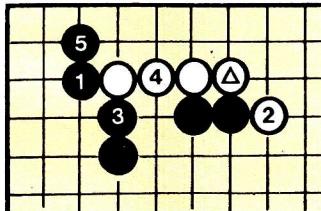


DIAGRAMME 1

néglige l'interversion de coup (26-28), est intégralement *Joseki*, c'est même un *Joseki* standard.

Visiblement le noir avait décidé de jouer cette séquence sans se rendre compte de sa tragique inefficacité.

ÉCHOS DU GO

Strasbourg. Frédéric Qonzet a mis un terme à l'invincibilité d'André Moussa en championnat de France, en remportant la finale par deux victoires à une.

Paris. Le tournoi de Paris bat des records d'affluence : 284 participants cette année, dont plus d'une centaine d'étrangers. Lee l'emporte devant André Moussa et Yoo : 5 victoires pour tous les trois, mais un meilleur SOS pour Lee.

Japon. Takemiya s'attaque au *Honinbo* après avoir échoué dans le *Kisei*. Il a gagné la première partie contre Rin.

Hollande. Le championnat d'Europe 1985, sponsorisé par IBM Néderland se tient du 20 juillet au 3 août dans une petite île frisonne, Terschelling. Les Hollandais, dans leur ensemble, sont les meilleurs joueurs de Go d'Europe.

Pierre AROUTCHEFF Δ

Savez-vous comment l'Armée de l'Air américaine a choisi le mode de déploiement des missiles MX, composante essentielle de sa future force de frappe ? Une dizaine de solutions s'offraient à elle : du système de transport souterrain le long de tunnels, à l'implantation dans les silos des missiles Minuteman actuellement opérationnels, en passant par le transport aérien permanent, le convoyage sur camion spécial, etc.

Chacune des solutions fut analysée et chiffrée selon une liste de critères bien précis, après quoi un ordinateur se mit en devoir de classer les divers modes possibles par ordre de préférence, ce quiaida grandement les militaires à prendre leur décision. Finalement, les MX seront installés dans les silos des actuels Minuteman, mais les abris seront renforcés.

Dans la théorie de l'aide à la décision, l'analyse multicritère — méthode utilisée par l'ordinateur américain — constitue une branche relativement récente mais qui a connu récemment des développements intéressants. Elle permet de traiter une foule de problèmes où il s'agit d'effectuer des choix et qui se présentent sous forme d'un tableau ; il comporte, en colonne, les "actions" possibles et, en ligne, les "critères" (voir **tableau p. 142**), le but étant de déterminer la meilleure action, compte tenu des critères.

Pour fixer les idées, considérons une entreprise qui désire trouver un site pour construire une usine. Les actions possibles seront relatives aux sites eux-mêmes car on suppose fixées à l'avance les caractéristiques de l'usine. Les critères seront économiques, financiers (coût de la construction, taxes locales...), logistiques (possibilité de transporter les produits fabriqués, acheminement des matières premières), commerciaux (impacts sur la clientèle), voire politiques (...).

Avant de décider la construction, de la rocade ouest de Paris, les ministères de l'Équipement et de l'Agriculture, étudieront — séparément — sept tracés possibles les "actions" — chacun en présence de dix critères (coût financier, décongestion, atteinte aux sites, effets sur le développement urbain...).

En soi, chaque problème peut être facile à énoncer. Mais pour le résoudre, il convient d'abord de le modéliser, puis de le traiter numériquement.

Modélisation du problème

C'est là surtout que se situe la difficulté majeure de réalisation, car elle diffère grandement d'une situation à l'autre. La méthode que nous allons exposer, en effet, nécessite de chiffrer quantitativement chacune des solutions, ce qui est rarement aisément : comment faire pour évaluer l'atteinte aux massifs forestiers (et son impact) lors de la construction d'une route ? Comment chiffrer l'aspects agrément et esthétique dans le choix d'une maison individuelle ?

La part laissée au subjectif est grande, et d'ailleurs deux personnes seront probablement amenées à formuler des choix très différents, voire même à noter différemment une même solution qui plaît également aux deux. Le mieux dans ce cas est de s'imposer une échelle de valeurs, de 0 à 20 par exemple, étant bien entendu que les notes sont attribuées dans l'ordre croissant des préférences.

Quand on dispose de données chiffrées, la tâche est plus facile. Mais étant donné, d'après le principe précédent, que les valeurs les plus grandes sont attribuées aux actions les meilleures, il faut dans le cas du coût, par exemple, effectuer un complément ou changer le signe, de façon à inverser l'ordre.

Une fois le tableau rempli, il faut pondérer les critères, car leur importance relative peut varier beaucoup. Ainsi, le ministère de l'Agriculture attribua un coefficient de 1 au coût financier et un autre de 220 à l'aspect "destruction des massifs". Inutile de préciser que du côté de l'Équipement, les études aboutirent à une pondération toute différente !

Dorénavant nous noterons a_1, a_2, \dots, a_n les actions, p_1, p_2, \dots, p_m leurs poids respectifs, et $n_i(a)$ la note de l'action a , suivant le critère n° i.

Résolution du problème

Plusieurs algorithmes ayant été mis au point, nous allons exposer celui de Roy-Bertier et Bernard Besson appelé Electre II (Electre signifie "Élimination et choix traduisant la réalité"). Cette méthode semble avoir surmonté la principale

difficulté dans un problème de décision en présence de critères multiples, qui est d'obtenir un classement unique à partir de plusieurs classements différents et souvent contradictoires (un par critère).

Son exposé, relativement simple, est le suivant : on compare deux à deux les critères. Pour cela, en les nommant a_1 et a_2 , on note :

- $p^+(a_1, a_2)$ la somme des coefficients (poids) des critères i pour lesquels $n_i(a_1) > n_i(a_2)$
- $p^-(a_1, a_2)$ la somme des poids des critères i pour lesquels $n_i(a_1, a_2) < n_i(a_1, a_2)$
- $p =$ la somme des coefficients des critères i , tels que $n_i(a_1, a_2) = n_i(a_1, a_2)$.

On se donne ensuite trois seuils de concordance c_1 , c_2 et c_3 , ainsi que deux seuils de discordance d_{1i} et d_{2i} par critère, vérifiant $0 < c_3 < c_2 < c_1 < 1$, et $0 < d_{1i} < d_{2i}$.

Ces paramètres sont choisis par l'utilisateur de l'analyse.

Le principe est alors le suivant : a_1 "surclasse fortement" a_2 si l'une des deux situations suivantes a lieu :

Première situation

- $p^+(a_1, a_2) / p^-(a_1, a_2) \geq 1$ et
- $\frac{p^+(a_1, a_2) + p^-(a_2, a_2)}{p^+(a_1, a_2) + p^-(a_1, a_2) + p^-(a_1, a_2)} \geq c_1$ et
- Il n'existe pas de critère i tel que : $n_i(a_2) - n_i(a_1) > d_{2i}$

Deuxième situation

Similaire à celle ci-dessus, avec c_2 à la place de c_1 et d_{1i} à la place de d_{2i} et d_{1i} à la place de d_{2i} .

Dans le but d'affiner l'analyse, on introduit un "surclassement faible", et on dit que a_1 surclasse faiblement a_2 si :

- $p^+(a_1, a_2) / p^-(a_1, a_2) \geq 1$, et
- $\frac{p^+(a_1, a_2) + p^-(a_2, a_2)}{p^+(a_1, a_2) + p^-(a_1, a_2) + p^-(a_1, a_2)} \geq c_3$, et
- Il n'existe pas de critère i tel que $n_i(a_2) - n_i(a_1) > d_{2i}$.

Une première remarque s'impose. Étant donné que $c_3 < c_2 < c_1$ et que $d_{1i} < d_{2i}$, si a_1 surclasse fortement a_2 , elle la surclasse aussi faiblement : qui peut le plus peut le moins.

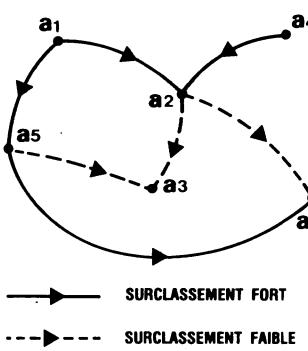
A l'issue de cette première analyse, on peut tracer un graphe, dit graphe de surclassement, dans lequel les actions sont représentées par des points, des flèches en trait plein pour les surclassements forts, en traits discontinus pour les faibles (**fig. ci-contre**).

Deuxième remarque : suivant le choix effectué au niveau de seuils de

```

10 REM
20 REM ANALYSE MULTICRITERE
30 REM
40 HOME : PRINT : PRINT " **** ANALYSE MULTICRITERE ****" : PRINT : PRINT
50 INPUT "COMBIEN D'Actions AVEZ-VOUS ? ";NACT: DIM ACT*(NACT): PRINT
60 FOR I = 1 TO NACT
70 PRINT : PRINT "QUELLE EST L'ACTION N°";I; INPUT ACT*(I)
80 NEXT I
90 PRINT : INPUT "COMBIEN DE CRITERES UTILISEZ-VOUS ? ";NCRI: DIM CRIC*(NCRI)
100 FOR I = 1 TO NCRI
110 PRINT : PRINT "QUEL EST LE CRITERE N°";I; INPUT CRIS*(I)
120 INPUT "QUEL EST SON POIDS ? ";POIDS(I): SIGMA = SIGMA + POIDS(I)
130 NEXT I
135 DIM DO(NACT,NCRI): DIM NO(NACT,2,2): DIM RANG(NACT,3)
140 FOR I = 1 TO NACT
150 PRINT : PRINT "*** ACTION ";ACT*(I); " : "; PRINT
140 FOR J = 1 TO NCRI
170 PRINT "QUELLE EST SA NOTE D'APRES LE CRITERE ";CRIS*(J); INPUT DO(I,J)
180 NEXT J
190 NEXT I
200 PRINT : INPUT "VOULEZ-VOUS MODIFIER UNE NOTE ? (O/N) ";REP8
210 IF REP8 = "N" GOTO 320
220 INPUT "QUELLE ACTION ? ";IA
230 FOR I = 1 TO NACT
240 IF ACT*(I) = IA GOTO 270
250 NEXT I
260 PRINT : PRINT "INEXISTANTE"; GOTO 200
270 PRINT : INPUT "QUEL CRITERE ? ";C9
275 FOR J = 1 TO NCRI
280 IF CRIS*(J) = C9 GOTO 310
290 NEXT J
300 PRINT : PRINT "INEXISTANT"; GOTO 270
310 INPUT "QUELLE EST LA NOTE ? ";DO(I,J)
320 REM
330 REM CALCUL DES P+ ET DES P-
340 REM
350 DIM PP(NACT,NACT): DIM PM(NACT,NACT): DIM DMAX(NACT,NACT): DIM RESU
L(NACT,NACT,2)
360 FOR I = 1 TO NACT
370 FOR J = I + 1 TO NACT
380 PP(I,J) = 0: PM(I,J) = 0
390 FOR K = 1 TO NCRI
400 DI = DO(I,K): DJ = DO(J,K)
410 IF DI > DJ THEN PP(I,J) = PP(I,J) + POIDS(K)
420 IF DI < DJ THEN PM(I,J) = PM(I,J) + POIDS(K)
430 NEXT K
435 IF PM(I,J) = 0 THEN PM(I,J) = 0.0001
440 NEXT J
450 NEXT I
455 BC = 0
457 DIM DI(NCR): DIM D2(NCR)
458 PRINT : INPUT "C1= ? ";C1: PRINT : INPUT "C2= ? ";C2: PRINT : INPUT
"C3= ? ";C3: PRINT
459 IF BC = 0 GOTO 462
460 PRINT : PRINT : INPUT "VOULEZ-VOUS MODIFIER LES COEFFICIENTS DI ET
D2 (O/N) ? ";REP8
461 IF REP8 = "N" GOTO 480
462 PRINT : PRINT : FOR I = 1 TO NCRI
464 PRINT "POUR LE CRITERE ";CRIS*(I); PRINT
465 INPUT "DI= ? ";DI(I)
466 INPUT "D2= ? ";D2(I): PRINT
470 NEXT I
480 REM
490 REM ETABLISSEMENT DES RELATIONS DE SURCLASSEMENT
500 REM
510 K1 = I+K2 = 2:BC = 1
520 FOR I = 0 TO NACT
530 FOR J = 0 TO NACT
540 FOR K = K1 TO K2
550 RESULT(I,J,K) = 0
560 NEXT K
570 NEXT J
580 NEXT I
590 FOR I = K1 TO NACT - K1
600 FOR J = I + K1 TO NACT
601 DMAX(I,J) = 0:DMAX(J,I) = 0

```



concordance et de discordance retenus, les actions seront plus ou moins facilement comparables. En particulier si c_1 , c_2 , c_3 sont grands et d_{1i} , d_{2i} petits, le nombre de flèches du graphe ("arcs") est le terme approprié sera plus réduit. A la limite, certains éléments seront incomparables, car n'apparaîtront ni plus forts ni plus mauvais que d'autres.

Troisième remarque : contrairement à ce que le bon sens pourrait laisser penser, un tel graphe n'est pas forcément transitif. Expliquons-nous.

Supposons que a_1 surclasse a_2 , et

```

602 FOR K = 1 TO NCRI
603 DK = DO(J,K) - DO(I,K)
604 IF DMAX(J,I) = K2 GOTO 607
605 IF DK > D2(K) THEN DMAX(J,I) = K2: GOTO 607
606 IF DK < D1(K) THEN DMAX(J,I) = K1
607 IF DMAX(J,I) = K2 GOTO 612
608 IF DK < - D2(K) THEN DMAX(J,I) = 2: GOTO 612
609 IF DK < - D1(K) THEN DMAX(J,I) = K1
610 IF NEXT K
615 RP = PP(I,J) / PM(I,J):RM = K1 - PM(I,J) / SIGMA: IF RP = 0 AND PM(I
, J) = 0.0001 THEN GOTO 660
620 IF RP < K1 GOTO 770
630 IF RM < C1 GOTO 690
640 IF DMAX(I,J) = K2 GOTO 710
650 RESUL(I,0,K1) = K1:RESUL(I,0,K2) = K1:RESUL(I,J,K1) = K1:RESUL(I,J,K2
) = 2:K1:RESUL(0,J,K1) = K1:RESUL(0,J,K2) = K1
660 NEXT J
670 NEXT I
680 GOTO 900
690 IF RM < C2 GOTO 730
700 IF DMAX(I,J) = 0 GOTO 650
705 GOTO 740
710 IF RP = K1 GOTO 770
720 GOTO 660
730 IF RM < C3 GOTO 710
740 IF DMAX(I,J) = K2 GOTO 710
750 RESUL(I,0,K2) = K1:RESUL(0,J,K2) = K1:RESUL(I,J,K2) = K1
760 GOTO 660
770 RM = K1 - PP(I,J) / SIGMA
780 IF RM < C1 GOTO 820
790 IF DMAX(J,I) = K2 GOTO 660
800 RESUL(J,0,K1) = K1:RESUL(J,I,K1) = K1:RESUL(0,I,K1) = K1:RESUL(J,0,K
2) = K1:RESUL(J,I,K2) = K1:RESUL(0,I,K2) = K1
810 GOTO 660
820 IF RM < C2 GOTO 850
830 IF DMAX(J,I) = 0 GOTO 800
840 GOTO 660
850 IF RM < C3 GOTO 660
860 IF DMAX(J,I) = K2 GOTO 660
870 RESUL(J,0,K2) = K1:RESUL(J,I,K2) = K1:RESUL(0,I,K2) = K1
880 GOTO 660
890 FOR I = 0 TO NACT
910 FOR J = 0 TO NACT
920 FOR K = K1 TO K2
930 RS(I,J,K) = RESUL(I,J,K)
932 NEXT K
935 NEXT J
938 NEXT I
940 AZ = 1:BZ = 0: GOSUB 2000
950 HOME : PRINT : PRINT : PRINT
955 PRINT " LONGUEURS DES CHEMINS ISSUS :": PRINT : PRINT
960 FOR I = 1 TO NACT
970 A8 = ACT*(NO(I,K1,K1)):GM = INT(ND(I,K2,K1))
980 PRINT : PRINT "DE ";A8;" : LONGUEURS= ";GM;" ET ";ND(I,K2,K2)
990 NEXT I
1010 RANG(I,K1) = NO(K1,K1,K1)
1020 RANG(K1,K2) = K1
1030 FOR I = K2 TO NACT
1040 IF NO(I,K2,K1) < NO(I - K1,K2,K1) GOTO 1070
1050 RANG(I,K2) = RANG(I - K1,K2)
1060 GOTO 1080
1070 RANG(I,K2) = I
1080 RANG(I,K1) = NO(I,K1,K1)
1090 NEXT I
1100 FOR K = K1 TO K2
1110 FOR I = 0 TO NACT
1120 FOR J = 0 TO NACT
1130 RESUL(I,J,K) = RS(I,J,K)
1140 NEXT J
1150 NEXT I
1160 NEXT K
1170 AZ = - 1:BZ = NACT: GOSUB 2000
1210 ND(I,K2,K1) = 1E30
1220 FOR I = K1 TO NACT
1230 IF NO(I,K2,K1) < NO(I - K1,K2,K1) GOTO 1250
1240 NO(I,K2,K2) = NO(I - K1,K2,K2): GOTO 1260
1250 NO(I,K2,K2) = I
1260 FOR J = K1 TO NACT
1270 IF RANG(J,K1) = NO(I,K1,K1) GOTO 1290

```

que a_2 soit lui-même meilleur que a_3 . La méthode ci-dessus ne conduit pas forcément au surclassement de a_3 par a_1 . En effet, pour illustrer ce paradoxe, une personne préférant une croisière sur le Nil à un séjour dans les Seychelles, et ce dernier à une traversée de l'Amazonie ne préfère pas nécessairement l'Égypte à l'Amazonie, pour ses vacances.

Ces remarques faites, songeons au palmarès. Un premier classement, dit classement inverse, s'effectue en mesurant, pour chaque point du graphe, la longueur du chemin le plus long

```

1280 NEXT J
1290 RANG(J,K2) = RANG(J,K2) + NO(I,K2,K2)
1300 NEXT I
1320 FOR I = K1 TO NACT - 1
1330 FOR J = I + 1 TO NACT
1340 IF RANG(I,K2) < = RANG(J,K2) GOTO 1370
1350 Z = RANG(I,K1):RANG(I,K1) = RANG(J,K1):RANG(J,K1) = Z
1360 Z = RANG(I,K2):RANG(I,K2) = RANG(J,K2):RANG(J,K2) = Z
1370 NEXT J
1380 NEXT I
1390 CLAS(K1,K1) = RANG(K1,K1)
1400 RANG(K1,3) = K1
1410 FOR I = K2 TO NACT
1420 IF RANG(I,K2) > RANG(I - 1,K2) GOTO 1450
1430 RANG(I,3) = - ABS(RANG(I - K1,3))
1440 GOTO 1460
1450 RANG(I,3) = I
1460 NEXT I
1500 REM
1510 REM AFFICHAGE DU CLASSEMENT
1520 REM
1530 HOME : PRINT "*** CLASSEMENT ***": PRINT
1540 FOR I = K1 TO NACT
1550 PRINT : PRINT ABS(RANG(I,3)):" ";ACT*(RANG(I,K1)): IF RANG(I
, 3) < 0 THEN PRINT " ex-æquo";
1560 NEXT I
1570 PRINT : PRINT : INPUT "VOULEZ-VOUS RECOMMENCER L'ANALYSE (O/N) ? ";
1580 IF REP$ = "O" GOTO 458
1590 END
2000 REM
2010 REM RECHERCHE DES CHEMINS LES PLUS LONGS DANS LE GRAPHE
2020 REM
2030 FOR K = K1 TO K2
2040 B = 0
2050 FOR I = K1 TO NACT
2060 FOR J = K1 TO NACT
2065 RR = RESUL(I,J,K)
2070 IF RR < = 0 GOTO 2180
2075 B = K1
2080 IF RESUL(J,0,K) < = 0 GOTO 2110
2090 RESUL(J,0,K) = - RR
2100 GOTO 2180
2110 I1 = J
2115 B1 = 0
2120 FOR J1 = K1 TO NACT
2125 RT = RESUL(I1,J1,K)
2130 IF RT = 0 THEN GOTO 2160
2135 IF RT > 0 THEN B1 = K1: GOTO 2160
2140 VA = RR - RT
2150 IF VA > ABS(RESUL(I1,J1,K)) THEN RESUL(I1,J1,K) = - VA
2160 NEXT J1
2170 IF B1 = 0 THEN RESUL(I1,J1,K) = 0
2180 NEXT J
2190 NEXT I
2200 IF B = K1 GOTO 2040
2210 NEXT K
2220 FOR K = K1 TO K2
2230 FOR I = K1 TO NACT
2240 MM = 0
2250 FOR J = K1 TO NACT
2260 IF ABS(RESUL(I,J,K)) > MM THEN MM = ABS(RESUL(I,J,K))
2270 NEXT J
2280 NO(I,K1,K) = I: NO(I,K2,K) = MM
2290 NEXT I
2310 NEXT K
2320 FOR I = K1 TO NACT
2330 NO(I,K2,K1) = (NO(I,K2,K1) + NO(I,K2,K2)) / 1000 = AZ + BZ
2335 NEXT I
2340 FOR I = K1 TO NACT - K1
2350 FOR J = I + 1 TO NACT
2360 IF NO(I,K2,K1) < NO(I,K2,K1) THEN GOTO 2390
2365 FOR K = K1 TO K2
2370 Z = NO(I,K1,K):NO(I,K1,K) = NO(I,K1,K):NO(I,K1,K) = Z
2380 Z = NO(I,K2,K):NO(I,K2,K) = NO(I,K2,K):NO(I,K2,K) = Z
2385 NEXT K
2390 NEXT J
2395 NEXT I
2400 RETURN

```

qui en est issu. Ainsi, dans l'exemple de la **page de gauche**, a_1 , avec une longueur de 2, devance a_4 et a_2 . Ceci est d'abord fait en tenant compte uniquement du surclassement fort, les éventuels ex-æquo étant ensuite départagés par le surclassement faible. Toujours en se rapportant à l'exemple précédent, le classement inverse serait celui-ci :

1^{er}: a_1
2^{er}: a_4
3^{er}: a_5
4^{er}: a_2
5^{er}: a_3 et a_7 ex-æquo (aucun arc ne

part de ces trois points).

Un deuxième classement est effectué (classement direct) en mesurant cette fois la longueur des chemins qui aboutissent à chacun des points, le surclassement faible venant, ici encore, départager les éventuels ex-æquo ; ce qui donnerait dans notre exemple :

1^{er}: a_1 , a_1 et a_6 ex-æquo (aucun chemin incident)
4^{er}: a_3
5^{er}: a_5 et a_2
7^{er}: a_7

Finalement il ne reste plus qu'à

Notre programme

effectuer une moyenne de ces deux classements, qui conduit au classement final recherché :

- 1^{er} : a₁
- 2^{er} : a₄
- 3^{er} : a₆
- 4^{er} : a₅
- 5^{er} : a₂ et a₃ ex-æquo
- 7^{er} : a₇

On le voit, l'algorithme n'est pas bien sorcier. Il comporte cependant un petit "os", qui se présente dès que l'on songe à programmer une telle méthode sur ordinateur : c'est la difficulté de trouver le chemin le plus long partant d'un point. Nous touchons d'ailleurs là à l'intelligence artificielle dans une de ses formes les plus élémentaires. Bien que notre intention soit de publier ultérieurement des programmes plus spécifiques aux traitements des graphes (recherche du plus court chemin entre deux points, par exemple), nous allons expliquer brièvement la méthode appliquée au programme de ce mois.

Nous notons CI un tableau à deux dimensions, dans lequel CI (I, J) vaut 1 ou 0 que I surclasse ou ne surclasse pas J (les cas "fort" et "faible" étant traités séparément).

Le principe consiste à balayer ce tableau, ligne par ligne (action par action), I allant de 1 à NACT. Pour chaque I, on fait balayer J de 1 à NACT. Dès que l'on trouve un couple (I, J) tel que CI (I, J) = 1, on regarde si l'action n° J surclasse une autre action (S (J) = 0?) laquelle devra constituer une "voie de garage", autrement dit, cette dernière ne surclassera aucune autre. Notons-la J₁, et voyons si le chemin de I à J₁, en passant par J, est plus long qu'un autre chemin de I à J₁, auquel cas celui-ci serait répertorié dans la case CI (I, J₁).

Suivant le cas, CI (I, J₁) sera rempli

par l'une ou l'autre des valeurs, de façon à ne garder que la plus grande. Et pour bien marquer qu'il s'agit d'un chemin que l'on ne peut plus prolonger, sa longueur sera précédée du signe moins. Ceci se fait pour tous les chemins issus du point J₁, après quoi on efface purement et simplement la case CI (I, J), qui n'aura constitué qu'un intermédiaire dans l'organigramme. Une fois que tous les CI (I, J) seront négatifs ou nuls, l'exploration sera terminée : chaque CI (I, J) négatif représentera la longueur du chemin allant de I à J. En lisant, pour une ligne donnée I, tous les CI (I, J), le plus grand en valeur absolue indiquera le chemin le plus long issu de I. Remarquons simplement que lorsqu'il s'agira d'effectuer le classement direct, celui-ci sera équivalent au classement inverse, en permutant préalablement les lignes et les colonnes.

Description du programme pour APPLE IIc

Les lignes de 10 à 300 constituent la partie demandant l'introduction des données propres aux actions et aux critères :

Nom, poids, notes, avec la possibilité d'appeler chaque chose par son nom, au moyen du tableau ACT \$ alphanumérique (pour les actions), de même que CRI \$ enregistre les noms des critères.

Les tableaux PP et PM, carrés, de dimension NACT × NACT (NACT est le nombre d'actions) consignent les valeurs de P⁺ (I, J) et de P⁻ (I, J) sachant que P⁺ (I, J) peut être oublié grâce à la relation

$$\frac{P^+ + P^-}{P^+ + P^- + P^0} = 1 - \frac{P^0}{P^+ + P^- + P^0}$$

où P⁺ + P⁻ - P⁰ est constant et vaut SIGMA, la somme des coefficients. Le tableau DMAX, également avec les dimensions NACT × NACT enregistre 0, 1 ou 2 dans la case mémoire

DMAX (I, J), suivant que l'action I vérifie, par rapport à J :

- n_I - n_J ≤ d₁
- ou n_J - n_I ≤ d₂
- ou n_J - n_I > d₂,

quel que soit le critère i.

Les seuils de concordance et de discordance sont introduits lignes 457 à 466.

Les relations de surclassement sont évaluées lignes 500 à 900, les résultats étant consignés dans le tableau RESUL à 3 dimensions (NACT, NACT, 2). Ainsi, RESUL (I, J, K) vaut 1 suivant que I domine J fortement (K = 1) ou faiblement (K = 2).

Le tableau est sauvegardé lignes 900 à 940 dans RS, car on en a besoin une deuxième fois lors du classement direct (ligne 1130 et suivantes). Quant au classement inverse, il commence déjà ligne 940.

Ensuite (lignes 950 à 990), le micro affiche ce classement inverse dans le but de donner une idée du nombre d'arcs issus de chaque point, ce qui peut éventuellement conduire à une révision des coefficients, en diminuant c₁, c₂, c₃ et/ou en augmentant d₁ et d₂ dans un ou plusieurs critères si jamais le nombre d'arcs était trop faible (ce qui conduirait en finale à trop d'ex-æquo).

Le sous-programme débutant ligne 2000 effectue le traitement indiqué dans l'organigramme, ainsi que le classement des résultats partiels obtenus à ce moment, dans le tableau NO (NACT, 2, 2,), qui enregistre, pour les 2 types de surclassement, les notes les plus fortes avec le numéro de l'action associée.

Le basic interprété est un langage lent, c'est bien connu. Notamment, lorsque le programme comporte les constantes numériques, que l'interpréteur doit convertir en binaire de façon répétée ; c'est pourquoi, à la ligne 510, avons-nous remplacé les

Choix d'une voiture haut de gamme.

d ₁	d ₂	POIDS	CRITÈRES	ACTIONS	AUDI 100 CD	BMW 520 I	CITROËN CX 25 GTI	FORD SIERRA 2.3 GHIA	OPEL SENATOR 2L	PEUGEOT 505 GTI	RENAULT 25 GTX
5	10	4	• VITESSE MAXIMALE	199	190	192	182	180	186	192	
0,5	1,5	4	• 1 000 m DÉPART ARRÊTÉ (SECONDES)	-32,3	-31	-31,2	-33	-33	-31,6	-31,5	
100	200	2	• DISTANCE POUR ALLER DE 80 À 120 km/h EN 5 ^e (s)	-505	-585	-415	-570	-670	-425	-380	
0,5	1	2	• CONSOMMATION À 90 km/h (LITRES)	-6,6	-7,35	-7,35	-7,25	-7,45	-7,05	-6,75	
1	2	4	• TENUE DE ROUTE (SUR 10)	8	5	7	6	5	7	8	
1	2	3	• CONFORT (SUR 10)	6	9	9	7	7	7	8	
5 000	10 000	5	• PRIX (FRANCS)	-132 000	-117 000	-120 000	-88 000	-112 000	-98 000	-105 000	

DANS CE TABLEAU NOUS AVONS AFFECTÉ DU SIGNE MOINS LES CRITÈRES DÉFAVORABLES, DE FAÇON À RESPECTER LA HIÉRARCHIE.

constantes 1 et 2, souvent utilisées, par les variables k_1 et k_2 . Ceci augmente très sensiblement la vitesse d'exécution.

Exemple

Nous nous proposons de choisir une voiture dans le haut de gamme, parmi sept modèles décrits dans notre tableau. En nous plaçant dans la peau d'un conducteur sportif nous avons volontairement favorisé les critères sportifs, en leur donnant un poids plus important, mais le prix nous a paru fondamental aussi.

Ces sept voitures sont relativement comparables par leurs caractéristiques, aussi opérer un choix ne paraît pas évident du tout, ce qui justifie l'intérêt de notre programme dans ce cas précis. Dans la réalité, le choix d'une automobile étant plus passionnel qu'autre chose, il est certain que bien d'autres critères entraîneraient en ligne de compte, tels que l'esthétique, la "classe", la finition, etc.

Aussi, notre exemple ne prétend pas du tout déterminer quelle est réellement la "meilleure" des 7 voitures, car ce ne sont pas 7 mais 77 critères qu'il faudrait utiliser. Rappons également que 2 personnes noteront différemment les 2 critères subjectifs de notre exemple, "tenue de route" et "confort". Quant aux valeurs des poids, elles peuvent varier encore, suivant la personne qui les détermine.

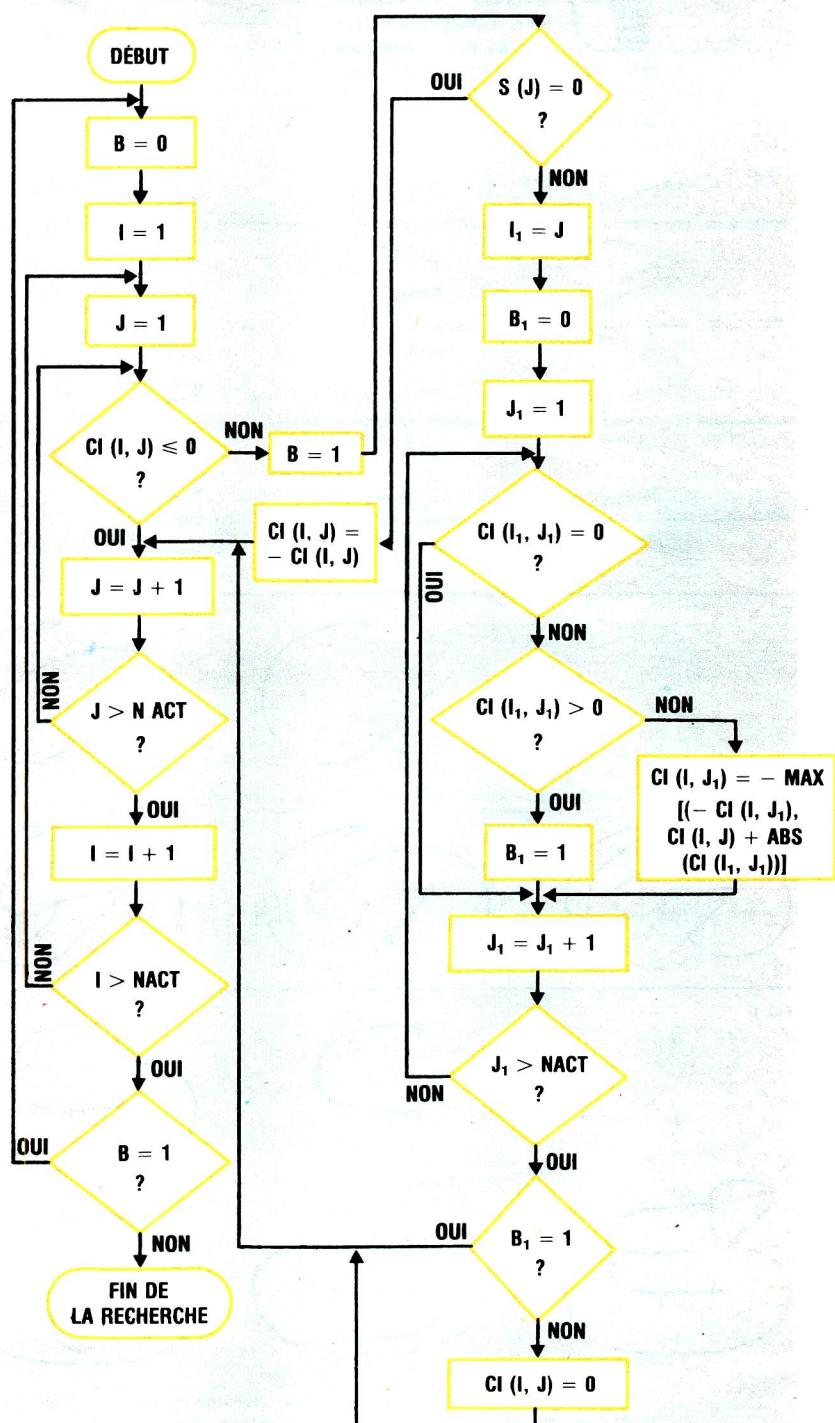
Après plusieurs essais portant sur le choix des coefficients c_1 , c_2 , c_3 et les d_1i , d_2i , il apparaît que le classement varie relativement peu. Ainsi, avec $c_1 = 0,8$; $c_2 = 0,7$ et $c_3 = 0,6$ et les valeurs de d_1 et d_2 du tableau, nous aboutissons au classement suivant :

- 1º: Renault 25 GTX
 - 2º: Peugeot 505 GTI
 - 3º: Citroën CX 25 GTI
 - 4º: Audi 100 CD
 - 5º: BMW 520 i
 - 6º: Ford Sierra 2,3 Ghia
 - 7º: Opel Senator 2L

Parole de *Science & Vie*, ce n'est vraiment que par hasard que les Françaises apparaissent premières dans ce palmarès !

A présent nous sommes convaincus que munis d'un tel programme, que ce soit pour choisir un lave-vaisselle, une voiture, une maison de campagne ou un président de la République, vous saurez effectuer le bon choix.

ORGANIGRAMME : **RECHERCHE DES CHEMINS LES PLUS LONGS DANS LE GRAPHE**



L'ALLUMETTE ET LES BOURGEONS

Une faille figurait dans le décompte des dispositions d'allumettes entrepris ici il y a quelques mois. Francis Humbert la remarque et précise quelles en sont les conséquences.

FIG. 3

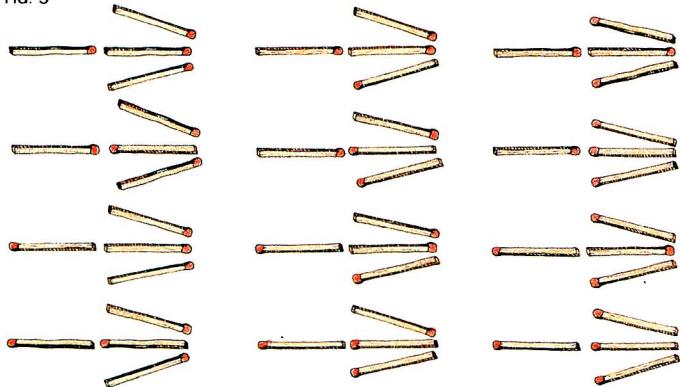


FIG. 1

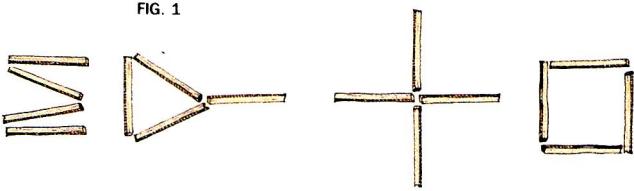


FIG. 2



FIG. 4

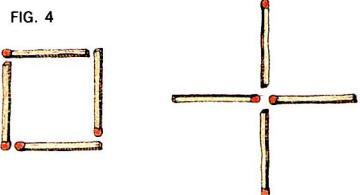


FIG. 5

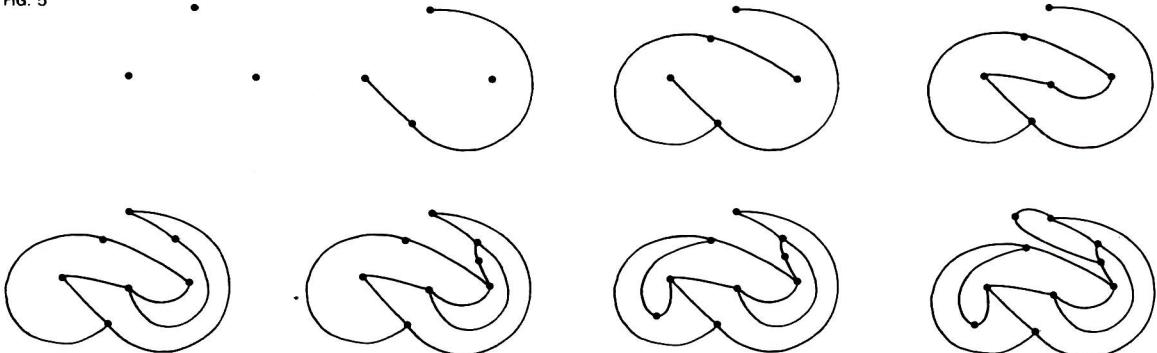
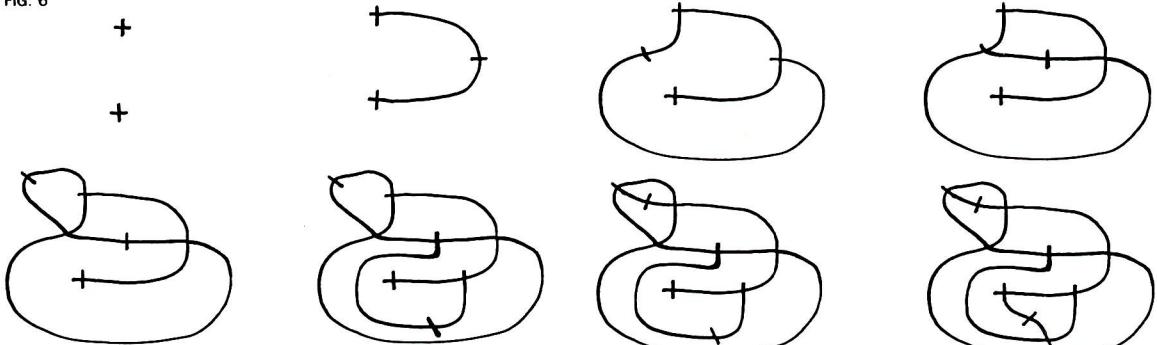


FIG. 6



En entreprenant de compter toutes les manières de poser 4 allumettes sur une table, de telle sorte

que chacune en touche une autre au moins par un bout, et sans se préoccuper des bouts rouges et des défor-

mations ne modifiant pas les contacts, nous avions aboutis aux 4 possibilités de la **figure 1**. Francis

ADAPTATEUR PÉRITEL POUR TÉLÉVISEUR NOIR ET BLANC

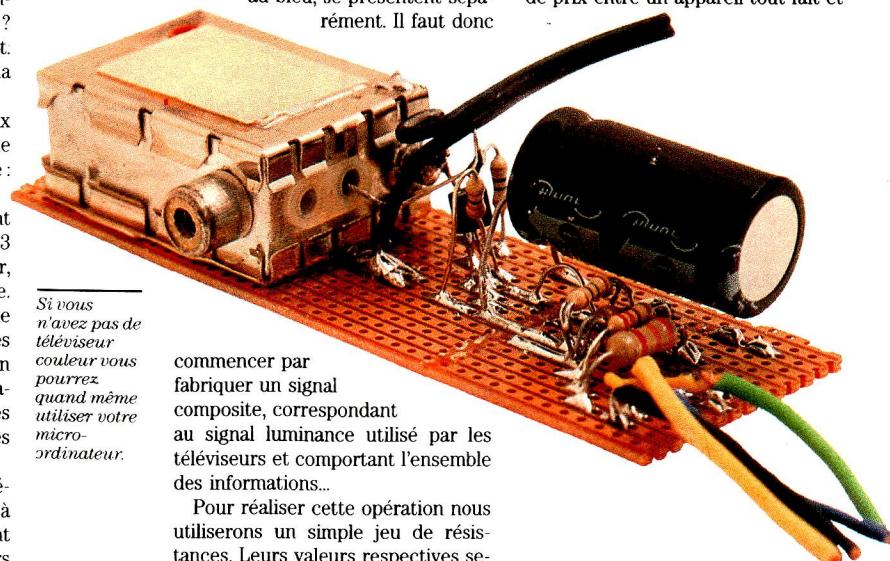
Si vous désirez utiliser votre micro-ordinateur durant les vacances en ne disposant que d'un téléviseur portatif noir et blanc, ce montage pourra vous être utile.

La plupart des micro-ordinateurs sont prévus pour fonctionner sur la fiche Péritel des téléviseurs couleurs, il est donc impossible de les raccorder directement à un appareil noir et blanc. Notre réalisation aura pour but d'adapter les signaux disponibles sur la fiche Péritel à la fiche antenne du téléviseur. Notons que les diverses couleurs seront remplacées par des dégradés de gris.

Voyons le principe de ce montage. En premier lieu, rappelons que sur une fiche Péritel les informations correspondant aux impulsions de synchronisation, au rouge, au vert et au bleu, se présentent séparément. Il faut donc

Cependant le signal composite que nous avons recréé plus haut se trouve en opposition de phase par rapport à ce qu'attend le modulateur ; il faut l'inverser. Un simple étage à transistor, monté en charges réparties, assurera cette fonction. Il sera dès lors possible d'appliquer notre signal vidéo à l'entrée du modulateur. Pour celui-ci nous avons employé un module compact disponible dans le commerce.

Diverses marques proposent des modulateurs aux caractéristiques identiques. Pour notre part nous avons employé un appareil de marque ASTEC, modèle relativement courant. Il aurait certes été possible de réaliser entièrement ce modulateur, mais mise au point et réglage de tels appareils demandent du matériel de mesure coûteux et, au total, l'écart de prix entre un appareil tout fait et



Si vous n'avez pas de téléviseur couleur vous pourrez quand même utiliser votre micro-ordinateur.

commencer par fabriquer un signal composite, correspondant au signal luminance utilisé par les téléviseurs et comportant l'ensemble des informations...

Pour réaliser cette opération nous utiliserons un simple jeu de résistances. Leurs valeurs respectives seront telles qu'elles permettront d'obtenir directement une échelle de gris en fonction des couleurs demandées. En fait ce signal, issu de la somme des informations fournies par la fiche Péritel, présentera, par rapport à sa valeur moyenne, d'un côté les impulsions de synchronisation et de l'autre des créneaux de tension correspondant aux divers niveaux de gris à afficher sur l'écran.

Il nous faut à présent appliquer ce signal à la fiche antenne du téléviseur. Cette opération ne pouvant s'effectuer directement il sera nécessaire d'utiliser un modulateur UHF.

EN RÉPONSE À UN ABONDANT COURRIER DES LECTEURS, voici ci-dessous des adresses où l'on peut se procurer les différents composants utilisés dans notre rubrique :

△ **RADIO M.J.**, 19 rue Claude Bernard, 75005 Paris, pour les commandes par correspondance, tél. 336 01 40.

△ **PENTASONIC**, 10 boulevard Arago, 75013 Paris, tél. 336 26 05.

△ **T.S.M.**, 15 rue des Onze Arpents, 95130 Franconville, tél. 413 37 52.

△ Ces composants sont également disponibles chez la plupart des revendeurs régionaux.

Humbert y ajoute une disposition qui a parfaitement le droit d'y coexister : la flèche de la **figure 2**, qui élève le total à 5.

Lorsqu'on étend le décompte à toutes les dispositions de 4 allumettes en se préoccupant des bouts rouges, les conséquences sont immédiates. Il faut reconnaître le droit à l'existence des 12 flèches de la **figure 3**. Il convient également d'intégrer les 2 autres dispositions de la **figure 4**. Cela élève le total des dispositions de 4 allumettes, où l'on se préoccupe des bouts rouges, à 40. Sommes-nous au bout du compte ?

Poursuivons cette réflexion sur l'occupation ludique du plan en déviant légèrement du jeu en solitaire vers le jeu à deux. L'affrontement à deux personnes, chacune munie d'une feuille blanche, devrait donner lieu à une production créative illimitée : sur la feuille blanche tout est possible. Mais est-ce la peur classique des écrivains devant la feuille blanche qui déborde sur les inventeurs de jeux et paralyse leur génie ? Le domaine est en fait très restreint : il y a donc beaucoup à faire et la situation est excellente.

Pour lancer le débat, voici deux jeux papier-crayon-feuille blanche dus à un mathématicien célèbre : Conway.

Le premier jeu est relativement répandu. La partie démarre avec 3 points. Chaque joueur, à son tour, joint deux points sur cette ligne. Aucune ligne ne peut croiser une ligne précédente. Plus de trois lignes différentes ne peuvent aboutir à un même point. Le dernier joueur capable de jouer en respectant les règles gagne. La **figure 5** décrit les étapes d'une telle partie.

Le deuxième jeu (**figure 6**) démarre avec 2 croix. Chaque joueur à son tour relie 2 croix en joignant d'une ligne continue deux de leurs branches libres, puis pose une croix, à cheval sur la nouvelle ligne. Aucune ligne ne doit croiser une ligne précédente. Le dernier joueur capable de jouer gagne.

La relation entre les deux jeux est évidente. Dans le second, il n'y a que deux points au départ, mais 4 branches sont permises par point, au lieu de 3, et elles sont matérialisées.

De ces deux jeux, qui s'appellent en anglais "Sprout" quel est le plus passionnant ?

Comment progresser dans cette voie ou une voie différente ?

Pierre BERLOQUIN △

IMPLANTATION DES COMPOSANTS

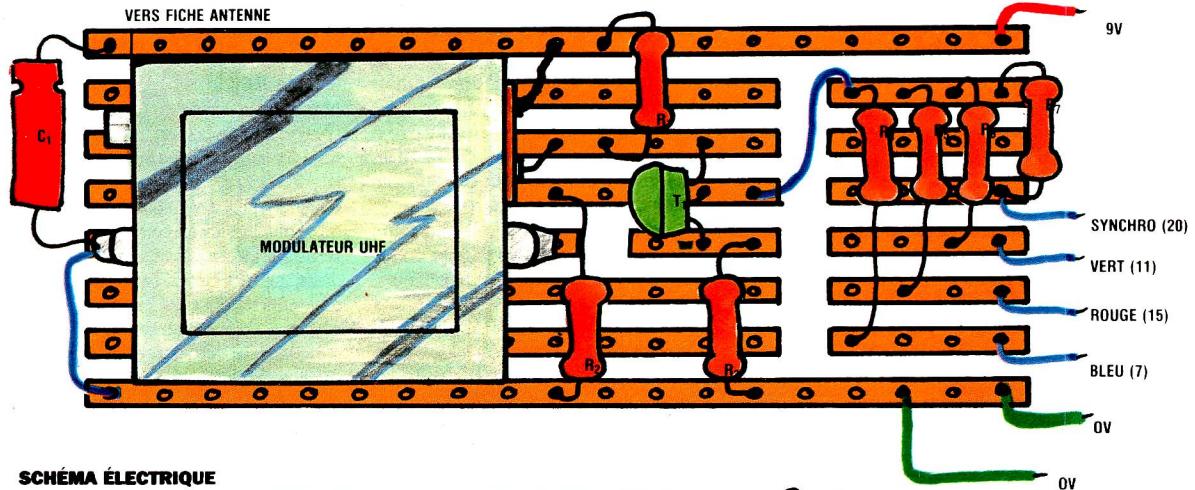
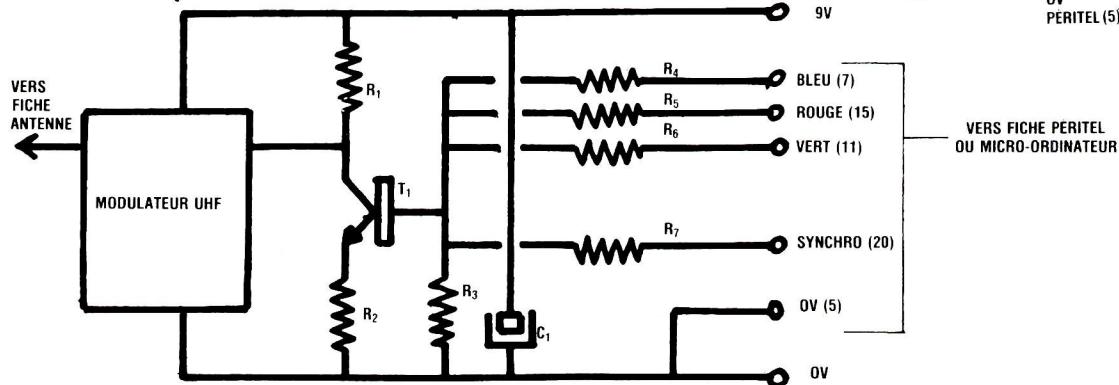


SCHÉMA ÉLECTRIQUE



NOMENCLATURE

- $R_1 = 75 \text{ OHMS (VIOLET, VERT, NOIR, OR)}$
 $R_2 = 22 \text{ OHMS (ROUGE, ROUGE, NOIR, OR)}$
 $R_3 = 220 \text{ OHMS (ROUGE, ROUGE, BRUN, OR)}$
 $R_4 = 330 \text{ OHMS (ORANGE, ORANGE, BRUN, OR)}$
 $R_5 = 220 \text{ OHMS (ROUGE, ROUGE, BRUN, OR)}$
 $R_6 = 150 \text{ OHMS (BRUN, VERT, BRUN, OR)}$
 $R_7 = 75 \text{ OHMS (VIOLET, VERT, NOIR, OR)}$
 $T_1 = 2N 3904 \text{ OU ÉQUIVALENT}$
 $C_1 = 2200 \text{ MICROFARADS 12 VOLTS}$
 MODULATEUR UHF ASTEC, OU ÉQUIVALENT

un montage bricolé est faible. Il ne reste plus qu'à brancher la sortie du modulateur sur la fiche antenne UHF du téléviseur (fiche verte) pour que le montage soit prêt à fonctionner.

Le câblage de cette réalisation ne doit pas soulever de problème particulier. Certains points doivent cependant être respectés en ce qui concerne les soudures sur le modulateur.

Il est, en effet, généralement assemblé dans un petit boîtier métallique relié au 0 volt. Une des bornes d'alimentation sera donc composée de l'une des cosses du boîtier. Il est conseillé de recouvrir le dessous du

boîtier, en vis-à-vis avec la plaquette de montage, de ruban adhésif afin d'éviter tout risque de court-circuit.

Le plus de l'alimentation et le signal vidéo seront, quant à eux, appliqués par l'intermédiaire de deux fils de connexion présents sur le côté du boîtier. La sortie, enfin, est généralement équipée d'une fiche de type RCA femelle. Il faudra donc prévoir d'acheter une fiche RCA mâle ainsi que du câble d'antenne pour effectuer la liaison avec le téléviseur.

Rien à dire sur le montage des autres composants; il faudra toutefois prendre bien soin de sectionner les bandes conductrices aux emplacements mentionnés sur notre schéma et respecter le brochage du transistor.

Afin d'éviter de surcharger les schémas nous n'avons pas représenté la fiche Péritel. Seuls les numéros de broche et la fonction sont indiqués. D'autre part, dans bien des cas, le cordon de raccordement Péritel des micro-ordinateurs comporte

à l'une de ses extrémités une petite fiche moins encombrante et moins chère qu'une fiche Péritel femelle. Il sera donc souvent préférable de connecter notre montage sur cette fiche; ce que nous avons fait. Présons que le brochage et les signaux délivrés par la fiche en question sont presque toujours indiqués dans le fascicule d'utilisation du micro-ordinateur.

La mise en route de ce montage est également extrêmement simple. Pour cela, une fois l'ensemble des appareils mis sous tension, on recherchera, sur une position correspondant à une chaîne vacante, l'émission du modulateur tout comme on le ferait pour une chaîne normale. En général les modulateurs sont « calés » sur le canal 33. Cependant si des interférences étaient constatées il reste possible de décaler légèrement la fréquence d'émission par une petite vis de réglage. Une fois une image correcte obtenue, l'ordinateur pourra être utilisé normalement.

Henri-Pierre PENEL △

“MACHINA SAPIENS”

UNE ESPÈCE EN VOIE D’APPARITION

LE VERTIGE EST INEVITABLE QUAND ON CONSIDERE

L’EVOLUTION DE L’ANCIENNE MACHINE “machinale” vers des ordinateurs “intelligents”. Que sera l’avenir ? Qu’en sera-t-il de notre concept d’intelligence, quand, ce qui n’est pas impossible, l’homme et la machine ne seront plus qu’un, des “puces” biologiques ayant été directement reliées à notre cerveau ? C’est le thème exploité par David Ritchie dans *Le cerveau binaire* (¹). Livre ambitieux qui part des origines et de l’apparition de l’intelligence chez les êtres vivants, puis dépeint l’évolution de nos enfants, les machines.

Nous avons fabriqué des outils pour étendre les capacités de nos sens et de nos muscles, mais très vite, nous avons mis au point des instruments, en particulier de calcul, pour accroître les possibilités de notre esprit. « L’Homme est un animal prolongé », postule l’auteur.

Belle formule. Pascal avec sa “machine arithmétique”, Jacquard avec son métier à tisser, Babbage avec sa “machine analytique”, Hollerith avec son système de tri des données reprenaient le flambeau déjà allumé par les Grecs (que l’on songe à la singulière, à l’extraordinaire “machine d’Anticythène”). La technique mit cent fois moins de temps à développer leurs créations, qu’il n’en avait fallu pour passer du boulier à la pascaline. Hollerith mourut en 1929 (après avoir créé IBM) ; en 1964 naissait l’ENIAC, premier ordinateur électronique, monstre lent, encombrant et coûteux. Et nous en sommes déjà à la 6^e génération d’ordinateurs !

Parallèlement à la technologie, les programmes ont fait des progrès fulgurants, les systèmes experts résolvent les problèmes

spécifiques aussi bien et parfois mieux que les meilleurs spécialistes, la traduction automatique et la compréhension des langues naturelles font leurs premiers pas.

Est-ce à dire que les machines vont surpasser l’Homme ? Pas encore, pense l’auteur, car elles sont encore totalement dépourvues de ces traits fondamentalement humains de curiosité, de vigueur créatrice et d’émotions. Mais au rythme où se font les progrès dans ce domaine, peut-être les acquerront-elles.

Et puis, poursuit David Ritchie, les recherches sur les “biopuces”, ces microprocesseurs bâtis sur des bases biologiques au lieu de matériaux inorganiques comme le silicium, vont bon train. Demain peut-être, on pourra les implanter dans le cerveau humain où elles fonctionneront en symbiose avec celui-ci. A quoi ressemblera alors cet être au “cerveau binaire” ? A un homme aux capacités intellectuelles démultipliées ? Ou à une machine douée de vie ?

Pour Geoff Simons, qui vient de publier *L’ordinateur est-il vivant ?* (²), la question ne se pose même pas ; car les ordinateurs doivent d’ores et déjà être considérés

comme une nouvelle forme de vie, une vie basée sur le silicium et non plus sur la chimie du carbone. Vertige ! Qu’est-ce qui différencie le vivant de l’inanimé ? demande l’auteur. La faculté de se reproduire, d’effectuer des transformations métaboliques, la capacité de croître, la faculté d’échanger des informations avec son environnement.

Si l’on s’en tient à cette définition les ordinateurs sont bien vivants : des robots construisent d’autres robots, des programmes aident à écrire d’autres programmes. Ces machines consomment de l’énergie pour fonctionner ; elles sont modulaires et peuvent se développer, enfin elles communiquent avec ce qui les entoure par des écrans, des claviers, des caméras et autres capteurs. Geoff Simons va même beaucoup plus loin, il considère que les machines ne tarderont pas à être dotées d’une conscience, qu’elles ont déjà un sens créatif et qu’elles ressentent des “émotions”, puisque certains programmes leur permettent de dessiner, d’autres de simuler les comportements humains.

Face à l’émergence de cette

nouvelle forme de vie, nous dit l'auteur, il faut dès aujourd'hui étudier les relations qu'il faudra entretenir avec ces "machinae sapientiae".

A la différence de celui de Ritchie, le livre de Geoff Simons n'est pas d'un abord facile, le style est pesant et les anecdotes sont rares.

Sur le même thème, mais beaucoup plus pragmatique est l'ouvrage d'Alain Bonnet, appelé tout simplement *L'intelligence artificielle* (3).

L'auteur sait de quoi il parle, il dirige un groupe de recherche sur le sujet à l'Ecole nationale supérieure des télécommunications. Pas de digressions vers le futur, pas de problèmes métaphysiques, pas d'extrapolations vers des lendemains peuplés de machines pensantes : l'auteur passe en revue les résultats obtenus, énumère et explique les recherches en cours dans les différentes branches de l'intelligence artificielle comme la reconnaissance de la parole, la compréhension des textes, la représentation informatique de la connaissance, les mécanismes du raisonnement, les systèmes experts. D'où un excellent bilan de cette branche de l'informatique qui est en train de faire passer les ordinateurs du simple stade de machines à dévorer les calculs à celui de cerveaux électroniques.

On pourra lire le premier ouvrage pour le plaisir, le second pour ses extrapolations et le troisième pour connaître la réalité des choses.

Françoise HARROIS-MONIN

HENRI BROCH

LE PARANORMAL

Seuil, 224 pages, 89 F

« Esprit (critique) es-tu là ? » Cette menue parenthèse, intercalée dans la formule rituelle des spirites formant la chaîne autour de leur guérison, pourrait résumer l'ouvrage. L'auteur, qui enseigne la physique à l'université de Nice, ne cache pas le plaisir qu'il éprouve, lors de ces réunions où l'on donne la parole aux fantômes, à se laisser prendre par l'ambiance. Après tout on sait que cela est arrivé à des gens très bien, comme Victor Hugo et Napoléon III. Non seulement Henri Broch ne demande pas qu'on l'interdise, mais il se

veut le premier à réclamer pour tous la liberté de rêver, le droit de s'intéresser à tout ce qui touche au paranormal. Toutefois, ajoute-t-il (et c'est là qu'intervient le petit adjectif qui change tout) le droit au rêve a pour pendant le devoir de vigilance.

Devoir pas toujours facile à exercer. Pour le montrer, l'auteur commence par nous donner un petit florilège des phénomènes dont se régalaient les amateurs : plantes qui devinrent les pensées humaines, gourous dotés du troisième œil qui permet de voir à travers l'espace et le temps, visites d'extraterrestres attestées par les sculptures précolombiennes, aura des êtres vivants révélée par les photographies de Kirlian, chevaux calculateurs et télépathes, "chirurgiens" extrayant avec leurs doigts des tissus malades à travers une peau qui reste intacte, tordeurs de métaux à distance, etc.

Comment ne pas se laisser séduire par d'aussi belles histoires, toujours bien ficelées par les spécialistes du genre ? Henri Broch ne les démolit pas avec la hargne vengeresse dont on accuse les scientifiques du siècle dernier. Il s'amuse à dénouer les ficelles, si bien serrées qu'elles soient, et du coup il amuse le lecteur plutôt qu'il ne l'indigne. Aucun chercheur n'a jamais reproduit les prétendues expériences de réactions affectives chez le citronnier ou le philodendron. L'homme au troisième œil qui prétendait descendre d'un collaborateur du dalaï-lama était le fils d'un plombier-zingueur londonien et n'avait jamais mis les pieds au Tibet. Les sculptures précolombiennes ne représentent pas un astronaute, mais la victime d'un sacrifice humain. Les images de Kirlian sont un effet de couronne, bien connu des électriques. Le numéro de cirque des chevaux télépathes combinait un dressage très ordinaire à un tour classique des illusionnistes, la "lecture au crayon". Les "chirurgiens aux mains nues" préparent à l'avance des lambeaux sanguinolents qu'ils dissimulent dans la paume de leur main. Les surdoués de la psychokinésie usent de trucs cent fois reproduits par des gens de métier comme Majax en France et Randi aux États-Unis. Broch ne se contente pas d'affirmer. Divertissant à la lecture, son travail reste celui d'un scientifique : il s'appuie sur une documentation solide et donne ses références, pour qui voudra s'y reporter.

Viennent ensuite quelques por-

traits de professionnels du paranormal. Ici l'humour se fait décapant. Point n'est besoin de jugements sévères : les faits suffisent à dégonfler les baudruches. Y compris celles qui s'abritent derrière des titres universitaires, parfois sujets à caution. Tel en Grande-Bretagne le Dr Soal, autorité mondiale en matière de perception extra-sensorielle, lequel, sommé de produire les données originales de son expérience la plus sensationnelle, ne trouva d'autre refuge que de prétendre les avoir égarées dans un train. Ou ce titulaire néerlandais d'une chaire de parapsychologie, Wilhem Tenhaeff, qui bâtit sa carrière (ainsi que devait le montrer une enquête menée par un journaliste du *Telegraaf*, Piet Hoebens) sur une complicité bien organisée avec un voyant nommé Croiset, dont il officiait les exploits imaginaires, ce qui en retour faisait accourir chez ce dernier de nouvelles dupes. Ne reprendons pas toute la liste : elle serait ici trop longue, et les fans des émissions sur le paranormal qui fleurissent sur les ondes de notre radio et de la télévision auraient le chagrin d'y trouver deux ou trois de leurs vedettes préférées.

Ne résistons pourtant pas au plaisir de résumer l'aventure du médium qui, se produisant dans un café de Munich en 1950, proposa à son public d'hypnotiser séance tenante un speaker de la radio. Choisissant "au hasard" une carte dans un jeu, il tire la dame de carreau et se "concentre" sur les trois mots qu'elle lui inspira : "reine", "losange", "dame". Le lendemain, les journaux rapportèrent qu'un speaker s'était étrangement interrompu au milieu d'une phrase et avait prononcé ces trois mots, sans rapport avec son contexte. Ne comprenant pas lui-même ce qui lui arrivait, il en avait subi un grave choc nerveux. Questionné par les journalistes, le professeur Hans Bender, autre sommité mondiale de la parapsychologie, expliqua que le trouble ressenti par le speaker suffisait à prouver qu'il n'était pas de mèche avec le médium. Malheureusement, l'enquête ouverte par les responsables de la radio établit que, peu de temps avant l'événement, il avait reçu 300 marks du médium. Outre une somme vraiment modeste pour un semblable service, l'affaire lui rapporta trois mois de prison.

Ayant rapporté ces histoires et bien d'autres, Broch en tire d'utiles enseignements sur la manière de sus-

(1) Robert Laffont, Collection La Fontaine des Sciences, 82 F.

(2) Editions Londrey, 88 F.

(3) InterEditions, 125 F.

citer ce fameux esprit critique, qui ne paraît pas être de nos jours la chose du monde la mieux partagée. C'est la partie la plus riche de son ouvrage, trop riche pour être résumée. Quelques exemples seulement. Ne pas se laisser prendre aux arguments qui n'en sont pas. Face aux sceptiques, les tenants du paranormal disent souvent : prouvez-nous que cela n'existe pas. Mais non, c'est à eux d'abord, de faire la preuve que cela existe. Et de se plier aux vérifications. Car les faits ont largement montré qu'aveuglés par la croyance, ils sont incapables de déceler les fraudes les plus élémentaires et d'analyser la valeur d'un témoignage.

S'inquiéter de l'origine des informations, comme de la compétence des informateurs. Se rappeler que si un événement très inhabituel s'est cependant produit, cela ne prouve rien en faveur d'une explication paranormale. La probabilité que de tels événements se réalisent est d'autant plus grande qu'ils peuvent jouer sur un plus grand nombre d'individus et sur un laps de temps plus important. (La probabilité qu'ayant acheté un billet de loterie, je gagne le gros lot est extrêmement faible. Mais la probabilité que quelqu'un gagne le gros lot est égale à 1. Cela ne devra rien à son horoscope.)

Bonne leçon de logique et d'épistémologie de la pseudo-science. L'auteur explique comment il a lui-même médusé des publics en devinant des nombres pensés par les assistants ou pratiqué la télépathie par téléphone. Je ne vendrai pas la mèche. Si vous voulez en savoir davantage, lisez Henri Broch.

Michel ROUZÉ

NICOLAS SKROTKZY

LA PLANÈTE ÉLECTRICITÉ

Hologramme, 225 p., 295 F

Si l'eau, fluide matériel, est de manière certaine à la base de toute vie animale et végétale, l'électricité, fluide immatériel, est tout aussi sûrement à la base de toute vie industrielle : éclairage, chauffage et réfrigération, transport, communication pour la partie la plus visible, mais aussi usinage, raffinage, métallurgie, calcul et détection, contrôle et toutes

recherches de laboratoire pour la part moins connue. Sans l'électricité, il n'y aurait que des machines à vapeur et des moteurs diesel : pas de quoi alimenter la civilisation de consommation.

Autant dire que cette forme d'énergie, simplette, propre, facile à transporter mais pas à stocker mérite d'être mieux connue sans pour cela se lancer dans les études qui mènent à Supélec ; c'est le pari qu'a voulu réussir, avec succès disons-le tout de suite, notre confrère Skrotzky.

Le sujet étant vaste, l'ouvrage est imposant, mais cette masse était nécessaire pour loger une illustration extrêmement complète, très précise et qui permet d'éclairer tout de suite, c'est le cas de le dire, par une simple série de schémas, des notions d'électricité statique, de charge, de conduction qui seraient trop ardues à suivre par le texte seul : un croquis fait plus pour la compréhension qu'un long exposé.

L'auteur commence donc par traiter les bases, c'est-à-dire la nature de l'électricité, sa mise en évidence dès l'antiquité grecque, son interprétation par les physiciens à partir du XVIII^e siècle et les connaissances qui la relient aux structures atomiques. Le deuxième volet de l'ouvrage concerne sa production, à savoir les centrales de tout type et les problèmes que pose leur alimentation en combustibles, qu'il s'agisse de pétrole ou d'uranium.

La troisième partie traite, bien sûr, des utilisations depuis l'éclairage ou la machine à laver jusqu'aux ordinateurs et aux cyclotrons, sans négliger pour autant les perspectives d'avenir qu'ouvrent la supraconductivité ou l'automatisation des processus industriels. Il ne s'agit donc pas d'un "petit livre" sur l'électricité mais plutôt d'un ouvrage de nature encyclopédique, complètement actualisé et qui répond à toutes les questions que pose le sujet.

Comme nous l'avons dit, la lecture en est facilitée par une illustration complète et très bien adaptée qui vient compléter un texte par ailleurs bien écrit et bien documenté. Malgré son format imposant, il ne s'agit donc pas d'un lourd volume indigeste, mais d'une étude très complète, facile à suivre et agréable à regarder sur un fluide encore mystérieux à bien des égards, mais dont l'utilisation planétaire justifie amplement le titre qu'a choisi l'auteur. Renaud de LA TAILLE

BENJAMIN HANNUNA ET HIPPILE

GAGNEZ AU SCRABBLE, DE LA PARTIE LIBRE À LA COMPÉTITION

Ed. du Rocher, coll. Jeux et Stratégie, 206 p., 78 F

Avec 700 000 jeux vendus chaque année et quelque 20 millions de joueurs, le Scrabble est de loin le premier jeu de société français.

Gagnez au Scrabble entraîne le lecteur sur la voie de la victoire. Au fil des pages, Benjamin Hannuna, deux fois champion du monde (en 1979 et 1984), plusieurs fois champion de France, finaliste au Masters 1984 des "Chiffres et des Lettres", et Hippile, autre pédagogue averti, responsable de la rubrique "Scrabble" à l'hebdomadaire *L'Express*, développent une méthode permettant aux joueurs de tous niveaux de progresser rapidement, et de ne pas compter uniquement sur leur mémoire ou leur culture.

Un travail de perfectionniste, exigeant réflexion et stratégie. A vos lettres !

Michèle HILLING

HENRI H. MOLLARET ET JACQUELINE BROSSOLET

ALEXANDRE YERSIN OU LE VAINQUEUR DE LA PESTE

Fayard, 317 p. n°... 95 F

C'est un peu fort de café que de placer une biographie de Yersin dans une collection intitulée les Inconnus de l'Histoire. Bref, heureusement que Mollaret est spécialiste de la peste. Il permet de comprendre combien grand est le mérite de Yersin, qui identifia le bacille de la peste (qui porte son nom) dans des conditions détestables et à une époque où la médecine découvrait à peine la bactériologie et la virologie. C'est ainsi que, soit dit en passant, lui-même se trompera sur la nature de la fièvre bilieuse hématurique, complication de la malaria, qu'il croyait due à un bacille.

C'est ainsi, également, que le Japonais Kitasato, que certains ont prétendu substituer à Yersin comme vainqueur de la peste, crut que les malades morts de peste avaient en fait succombé à la typhoïde. Mais c'est Yersin qui eut la bonne et naturelle idée d'examiner le pus des bons pesteux ; il y découvrit « un bacille trapu, court, à bouts arrondis », Gram négatif. Kitasato, lui, était alors incapable, après 10 ans de recherches énervées, de dire si le

bacille qu'il avait, lui, découvert, était Gram positif ou négatif, ce qui est incroyable. C'était d'ailleurs sans doute un pneumocoque.

Le livre a aussi le mérite de rappeler les efforts fructueux de Yersin dans le domaine agricole et horticole, ainsi que dans l'élevage (ce qu'on a eu la sottise de lui reprocher). On peut dire à cet égard que la colonisation, dont on dit si volontiers pis que pendre, ne fut pas toujours pendable.

Un modèle de biographie, minutieuse, touchante, où la compétence des auteurs est toujours présente quand il s'agit d'exposer un problème, mais dont la personnalité s'efface toujours quand il s'agit de mettre le modèle en lumière. Un grand bravo pour cet ouvrage de référence et de qualité exceptionnelle.

G.M.

ALAIN LELARGE

LE TROC

AdeTeX, 208 p., 370 F

Qu'est-ce, en matière de commerce international, qu'un compte "trustee" ou "escrow"? Un compte dont le gestionnaire, le plus souvent une banque, vérifie que chaque partenaire a rempli ses obligations vis-à-vis de l'autre avant de transférer les actifs qu'il a en dépôt. En quoi consiste le "switch"? A régler au comptant, en devises ou en produits, une créance payable par un tiers, *via*, le plus souvent, un achat de produits à ce dernier.

Que signifie un accord de "clearing"? La définition, sur une période donnée, des marchandises (nature et quantités) qui seront échangées par les signataires.

Tous ces mots recouvrent des mécanismes bien particuliers propres à cette nouvelle technique du commerce international: les échanges compensés, le troc, ou encore le "barter", qui représente une part croissante du commerce mondial (20 à 30 %) et concerne de ce fait désormais toutes les entreprises. Le troc est en effet devenu un mode de règlement très pratiqué et systématiquement recherché par de nombreux pays, pour lesquels il constitue le meilleur moyen de répondre à leurs difficultés de paiement.

Maîtriser cette technique et ses subtilités est ainsi devenu aussi indispensable que de connaître les modes de règlement classiques de

l'exportation et de l'importation. Car, derrière les pièges qu'il faut savoir éviter, le troc ne peut plus être ignoré ou méprisé car il est devenu un véritable argument commercial présentant trois atouts majeurs: limiter les risques d'incident de paiement, développer sa présence sur des marchés difficiles et répondre à la nécessité chez nombre de nos partenaires étrangers d'équilibrer leur commerce extérieur.

Cet ouvrage est le premier à mettre à la disposition des chefs d'entreprise un savoir-faire fiable, développé par les entreprises les plus

dynamiques sur les marchés extérieurs. Avant tout, document d'usage pratique et instrument de travail précis, présentant des exemples et des contrats commentés, il aide à identifier les opportunités d'exportations et d'importations payables en marchandises, à mettre rapidement en place un processus de négociation efficace, à choisir les solutions qui minimisent les coûts et les risques, à négocier aux meilleures conditions l'intervention éventuelle d'un partenaire spécialisé, à définir enfin une stratégie globale à l'égard des compensations.

Gérard MORICE

AUTRES LIVRES REÇUS

Drs Tran Ky et François Drouard & Robert Descombes

Les racines du sexe

Presses de la Renaissance, 473 p., 120 F

Compendium historique, anatomique, physiologique et neurologique de la sexualité. Très bien mis à jour, quoiqu'un peu indigeste, mais enfin, c'est l'un des rares ouvrages du genre qui ne conte pas de fariboles, qui soit clair et qui soit complet. Une réserve sur les risques de la pilule, qui sont mal expliqués: le risque de cancérisation liés à la contraception orale n'existent que chez les femmes qui présentent déjà un cancer évolutif.

Marie-Christine Debourse et Léone Bérard

La superforme

Marabout, 252 p., 32 F

Hygiène générale, battue en crème glacée.

Alexandre Borély

Les secrets du sommeil

Belfond, 229 p., 98 F

Le plus intéressant de l'ouvrage porte sur le caractère essentiel du cycle circadien, sur ses variations (tendance à l'allongement), sur la perception faussée du temps de veille et de sommeil chez ceux qui se disent insomnius et sur la neurologie du sommeil. Une nouveauté: l'effet positif de l'interleucine, substance naturelle anti-infectieuse libérée par les globules blancs, mis en lumière par le Zurichois Fontana. Ouvrage compétent, assorti de conseils d'hygiène et de bon sens (se coucher à heures régulières, ne pas abuser du tabac, etc.).

Dr Peter Tyer

Dormez mieux

Marabout, 150 p., 17 F

Rien de très neuf, mais des rappels utiles aux profanes, par exemple le fait que la position allongée réveille certaines douleurs, et encore le fait que l'insomnie n'est souvent que le prolongement d'une névrose.

Guy-Claude Burger

La guerre du cru

Roger Faloci, 221 p., 87 F

Thèses folles de l'instinctothérapie, selon laquelle toute maladie découle du fait que nous faisons cuire les aliments. P. 25, l'auteur écrit: « Je laisse mes enfants manger librement tous les champignons qu'ils veulent, qu'ils soient vénérables ou comestibles. » P. 37 et à propos des coquillages infectés: « ... le microbe peut déclencher un processus de désintoxication. » P. 67, il y a un inventaire de l'âge des patriarches, qui auraient vécu plusieurs siècles parce qu'ils ne faisaient pas cuire la viande. Aux limites de l'inéptie!

Jean-Jacques Rocca

Solignez-vous à petites doses

Encres, 188 p., 68 F

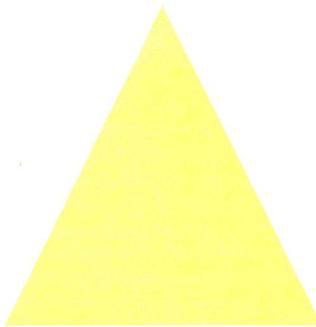
Oligothérapie über alles.

Dr Roger Moatti et Guy Deluchey

Le guide des plantes-médicaments

Marabout, 191 p., 75 F

Enième version d'un vade-mecum phytothérapique, où l'on trouve des assertions difficilement vérifiables, comme les gélules d'*Harpagophytum* et de saule contre l'adénome de la prostate et l'ail contre les troubles de la mémoire.



TIC-TAC

L'HEURE ATOMIQUE SUR VOTRE TABLE DE NUIT

Ceux qui ne jurent que par la devise "le temps, c'est de l'argent" pourront bien s'offrir ce petit luxe : une pendulette qui coûte la bagatelle de 7 400 F (pour le modèle le moins cher !!). L'investissement leur garantit une ponctualité à faire pâlir les chefs de gare.

En effet, cette pendulette, signée de l'horloger suisse Himhoff, donne "l'heure étalon", celle d'une horloge atomique.

Pour comprendre le mécanisme de cette pendulette de haute précision, il faut savoir que cette "heure étalon" est fondée sur la mesure des radiations périodiques émises par l'atome de Césium 133. C'est à partir de ces mesures que fonctionnent les horloges atomiques.

Une des horloges atomiques de l'Observatoire de

(suite du texte page 152)

Neuchâtel, en Suisse, est dotée d'un dispositif permettant d'émettre des signaux hertziens (radio) à partir des radiations du césum. Un récepteur à bord de la pendulette "atomique" capte ces signaux et les transforme, grâce à un oscillateur à quartz et un moteur pas à pas, en mouvements d'horlogerie.

L'heure est donnée avec une précision maniaque : une seconde de retard... en 250 000 ans. La pendulette fonctionne par monts et par vaux dans un rayon de 2 000 km, l'émetteur étant basé sur les rives du lac Léman.

Enfin, quel que soit le pays européen où vous habitez, le changement d'heure hiver-été se fait automatiquement. Et, bien évidemment, la pendulette ne se remonte pas : elle est équipée d'une pile d'une autonomie de 10 ans. Bref, une invention en tous points digne du pays des horloges... et des banques.

Pour tous renseignements : Himhoff-Observatory-Time, Pierre Dominique Mugler, 4 avenue de l'Opéra, Paris, tél. (1) 575 57 16.



▲ Stages d'initiation et de pratique en micro-informatique organisés à Largentière, en Ardèche, par l'association Microtel-club locale. Ces séminaires de 13 jours s'adressent aux jeunes à partir de 12 ans comme à tous ceux pour qui l'informatique, c'est encore de l'hébreu ! Ils comprennent l'hébergement, dans une vaste maison familiale entourée d'un jardin en terrasse et côtoyant une piscine, et allient le travail à la détente : natation, tennis, randonnées pédestres, descente des gorges de l'Ardèche, pour 2 770 F tout compris. Dates : 1 au 13 juillet, 15 au 27 juillet, 19 juillet au 10 août, 12 au 24 août. Renseignements et inscriptions : Microtel Ardèche Sud, la Croix de Malet, BP 36, 07110 Largentière, tél. (75) 39 18 80.

JARDIN

UN TAILLE-HAIE SANS FIL

Dans un jardin de grandes dimensions, les longueurs de fil sont souvent source de problèmes divers et parfois même d'accidents graves.

Sans fil, d'un poids net qui ne dépasse pas 1,6 kg, le taille-haie à batterie de "Makita" apporte une liberté de mouvement et une marge de sécurité incontestables puisque la machine est dotée d'une double gâchette de sécurité fonctionnant simultanément, qui évite ainsi les

mises en marche accidentelles.

Avec sa batterie de 7,2 V (fonctionnement moyen de 20 mn en continu), aucun risque d'électrocution, même dans un jardin inondé.

Longueur de coupe effective : 30 cm. Nombre de coups/mn : 950. Temps de recharge : 1 heure. Prix : 1 000 F environ. Pour tous renseignements : Makita-France, Z.I. des Richebarts, 2 allée des Performances, 93162 Noisy-le-Grand, tél. (1) 304 96 10.

NAVIGATION

UN SONDEUR VIDÉO GRAND PUBLIC

Le "Michigan 66" est le premier sondeur vidéo à haute définition d'une utilisation simple et d'un prix abordable par le plus grand nombre des plaisanciers.

Avec son écran de 16 384 points (sur 128 lignes), il a un pouvoir séparateur nettement meilleur que les versions à imprimante sur papier. Sans compter que la suppression du papier élimine les problèmes d'étanchéité puisque l'appareil n'est plus exposé aux hasards des manipulations qu'implique une imprimante. Et, de toute façon, rares sont les utilisateurs qui relisent ou archivent leurs enregistrements.

Les trois tons de l'image représentant le fond sous-marin en donnent une idée plus précise : le blanc indique la présence de roches, de sable dur ou d'un banc de poissons dense ; le gris clair traduit un fond de vase ou de sable, ou un banc dispersé ; le gris foncé, un fond tapissé d'herbiers ou d'algues.

Outre l'écran vidéo, le dispositif comprend une sonde à fixer sur la coque, sous le bateau. La pose de la

sonde nécessite une grande attention, car une mauvaise installation risque de piéger des bulles d'air sous sa membrane, ce qui se traduirait par un parasitage permanent visible sur le haut de l'écran.

Afin d'éviter le perçage de la coque, la sonde peut être livrée avec un kit de montage (220 F).

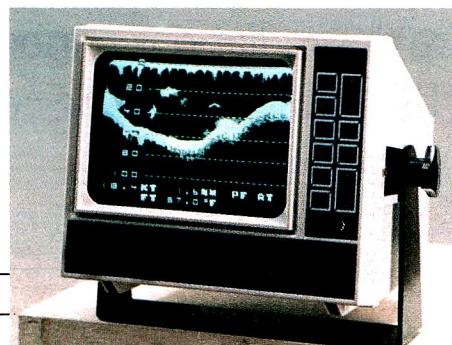
Doté d'une base temps électronique, ce sondeur évitera d'éventuels dérégagements du système. Une mémoire incorporée supprime l'affichage de signaux parasites, dus par exemple à un réfrigérateur qui démarre ou à d'autres appareillages électriques à bord ou sur un bateau voisin.

Le "Michigan 66" possède huit gammes de profondeur, la plus grande pouvant sonder jusqu'à 160 m, ainsi que quatre vitesses de défilement et un arrêt sur image. Toutefois, lors d'un passage d'une vitesse à une autre, un petit temps de réponse est nécessaire (1 à 2 s).

Enfin, deux alarmes, une haute et une basse, réglables de 0 à 160 m, permettent de prévenir tout risque d'échouage ou de dérive au large.

D'une consommation de 10 watts-heure environ, il se branche sur la batterie (12 V). De petite taille (190 × 160 × 187 mm), l'écran trouvera facilement sa place à bord. Il est en outre livré avec un étrier de fixation.

Prix : 5 450 F, accessoires compris. Pour tous renseignements : Navicom, 245 av. Clemenceau, 92000 Nanterre, tél. (1) 724 38 88.



GADGETS

LA PILE À PATATES

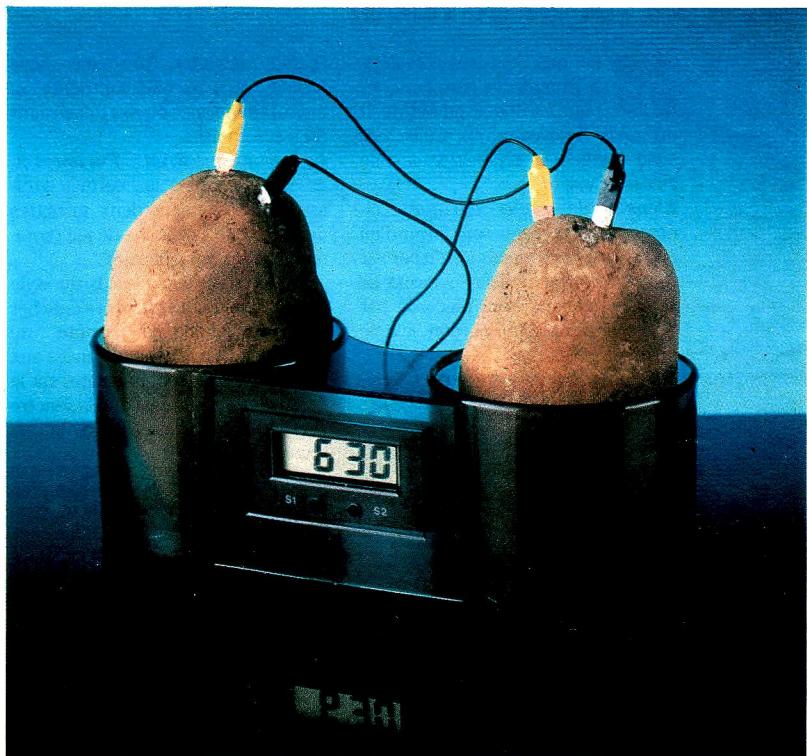
Désormais, ce n'est plus chez le quincailler ou au supermarché du coin qu'il vous faudra acheter les piles pour votre pendulette à quartz, mais chez le marchand de fruits et légumes.

En effet, patate, pomme, orange, etc. placées dans chacun des deux pots de cette pendulette suffisent à lui fournir l'énergie électrique nécessaire à son quartz et à son affichage à cristaux liquides.

Son principe de fonctionnement est celui de la pile Volta : deux électrodes, une en cuivre et l'autre en zinc, plongées dans un milieu électrolyte. La réaction chimique entre les deux métaux et l'électrolyte (le jus de patate) produit les électrons qui créent une différence de potentiel entre les deux électrodes.

Disons quand même que les patates sont à changer un peu plus souvent que des piles plus classiques.

Prix : 399 F. Bien sûr, il ne faut pas en attendre la même précision que celle présentée en première page de cette rubrique. Pour tous renseignements : Pionca, 19 bd Montmartre, 75002 Paris, tél. (1) 296 94 58.



SÉCURITÉ

DOUBLE PROTECTION ANTI-CAMBIOLEUR

Avec le V-Matic, finis les fils à brancher partout et, surtout, les détecteurs de choc ou d'ouverture à installer sur chaque porte ou fenêtre donnant sur l'extérieur. L'appareil surveille à distance toutes les issues d'un appartement ou d'une maison quel que soit leur nombre et jusqu'à 250 m² de surface globale sur deux niveaux.

L'originalité de cette surveillance périmétrique (détexion de toute effraction) est le fait d'un détecteur infrasonique (au-dessous de 5 Hz) qui reconnaît l'ouverture d'une porte ou d'une fenêtre ou un bris de glace à l'onde de pression qu'ils provoquent dans le volume de l'habitation : il déclenche alors une pré-alarme intérieure de 80 dB.

Ce mode de détection rend le V-Matic insensible aux bruits, et à l'abri

de toute interférence (parasites dus à des appareils électroménagers, par exemple), puisqu'il ne comporte aucun émetteur ni récepteur radio.

Une contrainte, toutefois : si les habitants peuvent circuler librement dans les lieux, par contre les portes intérieures doivent rester ouvertes ou fermées (sauf, petites portes : d'armoire, de placard, etc.), ce qui demanderait aux personnes restant à la maison dans la journée un minimum d'adaptation.

Après la pré-alarme de 80 dB, si les agresseurs persistent et pénètrent à l'intérieur du domicile protégé, une seconde détection, volumétrique celle-là (qui décèle tout mouvement dans un volume donné), assurée par un radar hyperfréquence d'une portée réglable jusqu'à 15 m, déclencherait une sirène extérieure de 125 dB.

En option, un transmetteur téléphonique à 3 numéros programmables alertera le propriétaire de toute effraction ou tentative d'effraction, où qu'il soit (au bureau, chez des amis, à l'étranger), et lui permettra ainsi de prendre aussitôt les mesures qui s'imposent.

A la base du V-Matic, un coffret compact (360 x 260 x 130 mm), contenant l'électronique du système. L'ensemble du dispositif est couvert par une garantie de 5 ans pièces et main-d'œuvre (l'usage est de 1 an dans la profession).

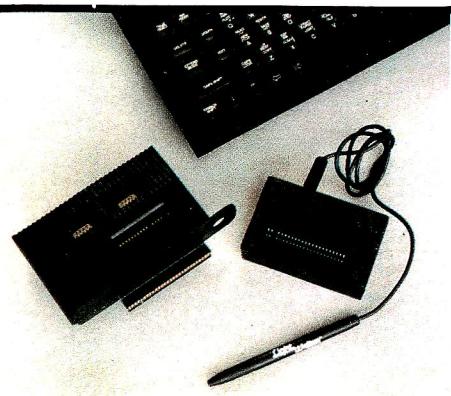
Prix moyen : 15 000 F, soit la moitié moins qu'une installation classique complète. Pour tous renseignements : SOGESEC, 21 bis bd Chancel, 06600 Antibes, tél. (93) 33 73 34. Ou Société Gérard Matic, 34 rue Massue, 94300 Vincennes, tél. (1) 374 51 71.

MICRO-INFORMATIQUE

DEUX NOUVELLES EXTENSIONS POUR LE ZX SPECTRUM

Bien que déjà très complète, la gamme des périphériques pour ZX Spectrum s'enrichit de deux nouveaux appareils : un stylo optique et un boîtier destiné aux jeux vidéo.

L'ensemble stylo optique (ci-dessous) est présenté sous forme d'un boîtier compact venant s'enficher sur le connecteur arrière du Spectrum. Le stylo lui-même y sera raccordé par l'intermédiaire d'un cordon souple muni d'une fiche Jack.



Notons qu'une cassette comportant un programme adapté à la création de graphismes est également fournie. Ce logiciel très souple d'emploi permet de nombreuses fonctions telles que traçage de courbes, de cercles, de rectangles, ainsi que le remplissage par une couleur préalablement choisie de toute partie de

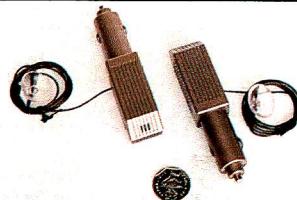
l'écran délimitée par une ligne fermée, sans aucune contrainte au niveau des formes ou des dimensions du tracé choisi.

Le module RAM Turbo (ci-dessous), quant à lui, permet d'utiliser simultanément deux manettes de jeu et une cartouche de jeu (commercialisées par Sinclair).

Tout comme dans le cas du stylo optique, ce module viendra s'enficher sur le connecteur arrière du Spectrum. Deux fiches destinées aux manettes de jeu sont présentes sur le dessus du boîtier ainsi que la fenêtre nécessaire pour l'insertion de la cartouche de jeu.

Notons que jusqu'à présent une telle utilisation demandait la mise en place de deux extensions différentes à l'arrière de l'ordinateur.

Ces produits, disponibles chez la plupart des dépositaires de la marque Sinclair, sont proposés à un prix particulièrement attractif : 290 F pour le crayon optique ; 345 F pour le module RAM Turbo seul ; 490 F pour le coffret comprenant un module RAM Turbo et deux manettes de jeu.



AUTOMOBILE

POUR COMMUNIQUER ENTRE VOITURES

Lors d'une randonnée entre amis ou lors des vacances, quoi de plus ennuyeux que de devoir interrompre les conversations pour embarquer dans deux véhicules différents. Le Call Mate peut aider à résoudre ce problème.

Il s'agit en effet d'un petit émetteur en modulation de fréquence équipé d'un micro très sensible. Guère plus gros qu'un briquet, cet appareil s'enfiche directement sur l'allume-cigare de la voiture. La ré-

ception sera assurée par l'autoradio de l'autre véhicule. Deux Call Mate devront être utilisés simultanément pour obtenir une conversation.

Afin d'éviter tout brouillage dû à une radio proche, la fréquence du Call Mate est ajustable à l'aide d'un petit tourne-vis.

Prix : 750 F la paire. Pour tous renseignements : Dune, 12/14 rond-point des Champs-Elysées, 75008 Paris, tél. (1) 562 06 86.

PHOTO



UN REFLEX SEMI-AUTOMATIQUE DE 1 600 F

Simple, robuste et ayant malgré tout les possibilités des appareils professionnels, tel est le Fuji STX-2, dernier-né des reflex 24 × 36 du constructeur japonais.

Ce boîtier, qui reçoit tous les objectifs et la plupart des accessoires de la gamme Fuji, comporte un réglage semi-automatique de l'exposition commandé par une cellule au silicium : il suffit que l'opérateur tourne le bouton des vitesses ou le diaphragme jusqu'à ce que, dans le viseur, une diode centrale s'allume (au-dessus, une diode + indique la surexposition, au-dessous une diode - indique la sous-exposition).

On ne saurait imaginer un système plus simple et plus sûr. L'obturateur donne les vitesses de 1/2 à 1/1000 s et la pose. Le posemètre est utilisable de 25 à 3200 ISO. Le viseur comporte un dépoli avec, au centre, un anneau de microprismes entourant un stigmomètre pour la mise au point.

Le Fuji STX-2 est un boîtier compact de 133 × 87 × 87 mm et pèse 655 g avec un objectif de 1,9/50 mm compris dans le prix.

Connaissez-vous la région parisienne ? Amusant et éducatif, ce puzzle édité par Michelin est une reproduction exacte de la carte n° 101, région parisienne, échelle 1/50 000. 500 pièces à assembler pour mieux connaître Paris et sa région... ou calmer les enfants pendant les embouteillages ! Prix : 36 F. En vente au rayon auto du BHV, 52 rue de Rivoli, 75004 Paris, tél. (1) 274 90 00.

VIDÉO

LES IMAGES DU MINITEL SUR VOTRE TÉLÉVISEUR

Placé entre le téléviseur et le Minitel, le GFB 501 permet de transférer sur un téléviseur couleur les images noir et blanc reçues du Minitel. Ceci sans utiliser la prise périphérique du téléviseur, qui reste libre pour le magnétoscope.

D'où l'enregistrement possible, sur cassettes ordinaires, des consultations des banques de données et leur relecture à volonté, toujours en couleurs, sans l'aide du Minitel : la durée des communications s'en trouve réduite et l'utilisation du Minitel moins chère.

Bâti autour d'un microprocesseur 8 bits, d'une mémoire de 2 Koctets, et d'un circuit générateur de caractères et de synchronisation, le GFB 501 possède 6 signaux de sortie vidéo : 3 de couleurs autorisant 8 couleurs, 1 de synchronisation, 1 de commutation lente et 1 de commutation rapide. Il est doté d'un jeu de 127 caractères alphanumériques et de 128 caractères graphiques. Il permet l'emploi simultané d'une sortie imprimante.



mante.

L'appareil peut aussi servir de support publicitaire peu cher et efficace : utilisé dans les halls d'accueil, les salles d'attente ou d'exposition, les supermarchés, les banques, les administrations, etc., il permet, grâce à

l'utilisation de cassettes sans fin, la diffusion d'un journal cyclique, sur un ou plusieurs écrans couleur, sous forme de spots publicitaires.

Prix : 3 380 F. Pour tous renseignements : GFB, 29 bis rue Albert-Joly, 78000 Versailles, tél. (3) 021 57 57.

VIDÉO

UN CAMESCOPE VHS COMPACT UTILISABLE DIRECTEMENT EN LECTURE

Une caméra-magnétoscope utilisant les cassettes vidéo VHS est lancée ce mois-ci sur le marché français par Panasonic. Appelé M1-VHS Movie, cet appareil de 2,5 kg se caractérise par une grande simplicité d'utilisation, la plupart des réglages étant automatiques (balance des blancs, exposition, rebobinage, variation de focale par moteur, fondus, modulation sonore).

La cassette standard VHS permet jusqu'à 4 heures de programme et le camescope est utilisable directement pour l'enregistrement et la lecture.

Un viseur électronique orientable sur 180° autorise tous les angles de prise de vue. Le Panasonic M1 est équipé de l'arrêt sur image, des marches avant et arrière, d'une prise casque et micro unidirectionnel, d'un enregistreur de date et d'un zoom pour prise de vue rapprochée (type macro).

La sensibilité du tube Newvicon et la luminosité du zoom (1 : 1,4) autorisent la prise de vue à partir de 10 lux. L'autonomie d'enregistrement est de 2 heures avec le bloc batterie standard.

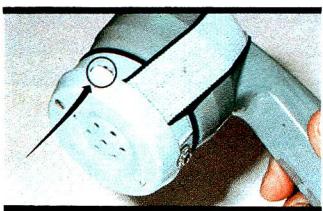
Les caractéristiques de l'appareil : résolution horizontale vidéo : 250 lignes, couleur système PAL, rapport signal/bruit vidéo et audio meilleur que 43 db, bande passante audio de 80 à 8000 Hz.



▲ Crédit gratuit ou paiement au comptant avec réduction. Les magasins proposant le crédit gratuit sont tenus de faire bénéficier leurs clients payant comptant d'une réduction correspondant au coût du crédit. Doivent être affichés dans les magasins, pour chaque produit ou service, le prix avec crédit gratuit, le prix pour paiement comptant ou le montant de la réduction accordée, la durée de l'opération et la période de crédit. Le prix comptant est calculé selon un barème semestriel du ministère de l'Economie et des Finances. Pour toute précision, un dépliant est mis à la disposition des clients auprès des Associations de consommateurs de tous les départements.

▲ Le "fourre-tout-buvette" est un sac de plage plastique, dont la base est un double fond isotherme gardant au frais boissons et sandwichs. De taille moyenne (hauteur 52 cm), avec un fond de 13 cm de haut sur 35 x 25, il sera bien pratique pour les longues journées au bord de la mer. Prix : 138 F. En vente au rayon camping du BHV, 52 rue de Rivoli, 75001 Paris, tél. (1) 274 90 00.

ÉCOUTEURS POUR MALENTENDANTS



Premier dispositif amovible et que l'on peut transporter dans sa poche (58 x 18 mm, 80 g), le "P 1701" (ci-dessus) élève jusqu'à 18dB (il est réglable) le niveau sonore de tous les combinés téléphoniques existant sur le marché international.

Il peut aussi se fixer sur un petit haut-parleur dont on veut amplifier le son.

Le "P 1701" a une autonomie de 50 heures, à l'aide de deux piles de surdité, réf. MP 675. Son amplificateur peut actionner des accessoires tels que les vibrateurs ou les écouteurs de surdité pour malentendants: il est connectable à un appareil de surdité ou à un magnétophone. Prix: 689 F.

Un second dispositif, le "P 1700" (ci-dessus, à droite) s'utilise en lieu et place du combiné PTT standard. Comme sur le "P 1710", un potentiomètre (flèches) permet une amplification de 18 dB également, le minimum



étant le niveau d'écoute normal.

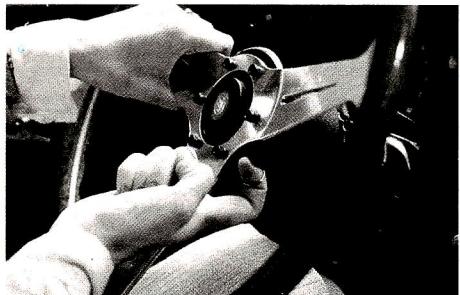
L'écouteur envoie de plus un rayonnement magnétique qui permet aux possesseurs de prothèses auditives de communiquer normalement au téléphone.

Le microphone "charbon" du combiné standard a été conservé, ce qui permet à l'appareil de rester relativement économique: il coûte 743 F.

Pour tout renseignement: Société Lem, 127 av. de la République, 92320 Châtillon, tél. (1) 253 77 60.

AUTOMOBILE

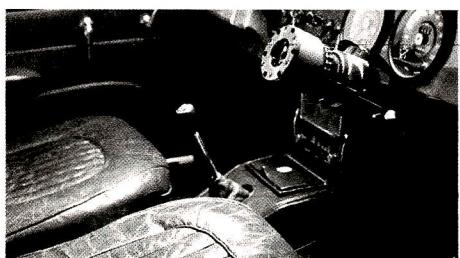
VOLER UNE VOITURE SANS VOLANT ?



1



2



3

Stopovol" augmente considérablement vos chances de retrouver votre voiture là où vous l'avez laissée. Il vous suffit de tirer sur un petit levier avec un seul doigt (1) pour démonter le volant du véhicule, et de glisser dans votre poche ou votre sac à main la "disclé", un petit disque métallique de 4 cm de diamètre.

Contrairement à un système de protection concurrent (voir *Science & Vie* n° 799, page 159), inutile d'emporter le volant, car, sans sa "disclé", celui-ci ne pourra que tourner à vide sur la colonne de direction, rendant votre voiture inutilisable par un tiers peu délicat.

Le "Stopovol" comprend trois parties.

Une base qui se fixe une fois pour toutes sur la colonne de direction (2); au centre de ce cylindre, 3 piétages à disposition unique (aussi individuelle qu'une clé).

Une "disclé" portant sur une face (côté colonne) 3 trous correspondant aux 3 piétages et qui se monte dessus, et sur l'autre face (côté volant), 3 autres piétages standard.

Un moyeu à fixer sous le volant et portant 3 trous où se logent ces 3 piétages (3).

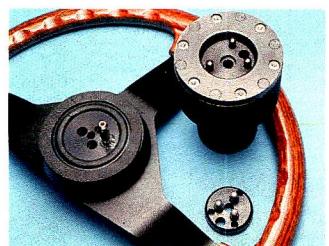
Une fois le volant mis en place, une légère pression vers le bas le fixe fermement à la colonne. Un petit

déclic indique que l'opération est correctement exécutée: impossible alors de déloger le volant sans tirer sur le levier déjà cité.

Seule condition: acheter un volant de deuxième monte auprès d'un accessoiriste, puis se présenter chez le fabricant de "Stopovol" (ou chez un dépositaire) pour l'acquisition des trois parties de ce système, et la pose de la base et du moyeu.

En cas de perte de cette dernière, la présentation de votre numéro de code individuel (figurant sur le bon de garantie) vous permettra d'en acquérir un double aux mêmes cotés.

Prix: 995 F pour le petit modèle de volant et 1 180 F pour le grand modèle, l'un ou l'autre convenant à tous types de voitures. Pour tous renseignements: FIDAV, 126 bd Auguste-Blanqui, 75013 Paris, tél. (1) 535 53 44.



VACANCES

UNE CARAVANE CAMPING-CAR

La "clip-car" concilie avantageusement les caractéristiques d'un camping-car et d'une caravane. Il s'agit d'une remorque adaptable sur la plupart des voitures de tourisme (puissance minimale : 5 CV). Son système de verrouillage permet — à l'instar d'une caravane — de l'atteler et la dételer en quelques minutes, une fois déniché le lieu de séjour rêvé.

Mais surtout, il garantit une maniabilité de conduite comparable à celle d'un camping-car. Et pour cause : la "clip-car" est fixée en deux points, l'un à l'arrière de la voiture (boule d'attelage ordinaire), l'autre sur le toit du véhicule tracteur qui s'encastre sous la partie avant de la remorque, si bien nommée "Capucine" par son designer.

L'ensemble est donc compact ; sur route, les deux éléments se maintiennent constamment en ligne et les manœuvres avant-arrière sont identiques à celles d'une voiture seule. En outre, les mécanismes de fixation sont conçus de façon à absorber torsions et dénivellations (grimpette sur



un trottoir, passage d'un dos d'âne...). Sécurité supplémentaire prévue : l'équipement d'un freinage à inertie.

Enfin, la "clip-car" est de faible encombrement routier : 2 m de large sur 5 m 90 de long, attelée à une Renault 11, par exemple. Il est toutefois recommandé de disposer d'un box relativement spacieux pour héberger ses 4 m 20 de long.

Côté habitacle, c'est la portion congrue mais tout à fait suffisante pour abriter deux couchages dans la "Capucine" et les rudiments du confort moderne dans la "partie haute sous toit" (bloc cuisine, réfrigérateur, table, rangements...). Un point fort : la possibilité de disposer deux auvents, l'un en relevant le panneau arrière de la remorque, l'autre étant aménageable sous la

"Capucine". Ce qui permet aux gamins, si la météo est clémente, de faire chambre à part...

Prix moyen TTC : 28 000 F en version nue, 40 000 F en version meublée. Pour tous renseignements : Direct'Expansion, Châtillon s/Thouet, BP 106, 79200 Parthenay, tél. (49) 94 67 26.



▲ Deux haut-parleurs sur un gilet. Quand Apple, le fabricant d'ordinateurs, se laisse séduire par le charme provocateur de la mode, cela donne un gilet muni d'un haut-parleur incrusté sur chaque épaule. Prix : 600 F. Pour tous renseignements : Apple Sédrin, av. de l'Océanie, ZA de Courtabœuf, BP 131, 94944 Les Ulis cedex, tél. (1) 928 01 39.

PERSONNES SEULES

LE BOUTON-SECOURS

Appuyez sur un bouton et, dans un temps record, la personne secourable de votre choix est à votre porte. C'est le service original que propose Centraveil, premier système de télé-assistance destiné aux particuliers.

Le dispositif est simple : un appareil transmetteur branché chez vous est relié à un central de veille qui, dès votre alarme donnée par pression d'un bouton, vous rappelle afin de prendre vos instructions. La centrale contacte alors immédiatement à votre place les secours que vous souhaitez recevoir à votre domicile, qu'il s'agisse du SAMU, de la police, de

l'aide de votre concierge ou de vos proches.

Mieux, si vous avez eu juste le temps d'appuyer sur le bouton avant de perdre connaissance ou d'être maîtrisé par un agresseur (imaginons le pire), la centrale, ne réussissant pas à vous joindre, alerte les personnes que vous avez, lors de votre abonnement à Centraveil, désignées par ordre prioritaire d'urgence.

Sécurité supplémentaire : l'appareil transmetteur est équipé d'une télécommande "passe-murailles" d'une portée de 50 mètres : vous pouvez ainsi lancer votre signal de détresse où que vous vous trouviez

dans votre appartement. Bien évidemment, le centre de surveillance est ouvert 24 heures sur 24, tous les jours de l'année.

Un service particulièrement intéressant pour les malades sujets à des crises aussi graves qu'imprévisibles, les personnes âgées et isolées, les handicapés... et les angoissés bien portants.

Installation : 300 F. Abonnement mensuel : 150 F (210 F avec télécommande). Le matériel peut également être acheté pour 1 960 F. Renseignements : Téléassistance Centraveil, 53 rue des Entrepreneurs, 75015 Paris, tél. (1) 579 97 98. ▲

L'INFORMATIQUE À L'ÉCOLE (I) C'EST DANS DEUX MOIS (suite de la page 81)

avons mis au point un système qui oblige les fabricants à respecter les délais fixés. Un planning de livraison a été arrêté, et toute firme qui ne tiendra pas ses engagements se verra automatiquement retirer la part de la commande qui n'aura pas été livrée. Exemple : s'il a été convenu que la société SMT livrerait le 30 juin 1 500 micro-ordinateurs de type Goupil, et si à cette date elle n'en fournit que 1 000, les 500 manquants seront automatiquement achetés à une

entreprise concurrente. »

Environ 80 % des machines ont été commandées à des sociétés françaises qui avaient déjà signé des contrats avec l'Education nationale dans le cadre de l'opération "100 000 micros". Il s'agit de Thomson (pour ses ordinateurs familiaux TO 7 et MO 5), de Bull (pour le Micral 30), de SMT (pour le Goupil), de Leanor (pour le Sil'z 16) et de Logabax-Olivetti. Les 20 % restants ont fait l'objet d'un appel d'offres auquel ont pu sou-

missionner des sociétés étrangères (IBM et Apricot, entre autres).

Etant donné les circonstances, il ne semble pas que de grosses défaillances soient à redouter du côté de la fourniture du matériel : les constructeurs s'évertueront sans doute à respecter leurs contrats, trop heureux d'avoir trouvé l'occasion d'écouler leurs stocks ou de faire tourner leurs usines.

Mais qu'en sera-t-il de la formation des enseignants ? Beaucoup de ceux qui l'ont déjà suivie se plaignent de son insuffisance. Les professeurs, qui ont participé à l'un des 500 stages de 8 jours organisés durant les dernières va-

(suite du texte page 160)

DU CENTRE MONDIAL DE L'INFORMATIQUE AU PLAN "INFORMATIQUE POUR TOUS"

M. Jean-Jacques Servan-Schreiber, c'est bien connu, est l'homme des défis. Autant que possible de dimension planétaire. Ainsi, en 1981, soit quatorze ans après *le Défi américain*, engageait-il un nouveau pari à l'échelle du globe, propre à révolutionner nos vieilles sociétés et à sortir le tiers monde de son sous-développement : le défi informatique.

Concrètement, il proposait la création d'un Centre mondial de l'informatique qui, d'une part, mettrait au point l'ordinateur le plus accessible et le moins cher qui soit et, d'autre part, patronnerait des "ateliers informatiques" ouverts à tous, afin qu'enfants et adultes, citadins et campagnards, Européens et Africains puissent se familiariser avec l'informatique et entrer ainsi de plain-pied dans le XXI^e siècle.

Ce Centre mondial s'installa à Paris, dans des locaux somptueux, et s'attacha les services de chercheurs américains de grande réputation, comme MM. Seymour Papert, le père du LOGO (langage informatique pour enfants), et Nicolas Negroponte, tous deux transfuges du prestigieux Massachusetts Institute of Technology.

OUvert au public au début de 1982, le Centre connut sa première crise en octobre de la même année. Apparemment sans en avoir averti ses hôtes étrangers, J.-J. S.-S. avait négocié le rattachement du Centre, qui jusque-là dépendait du ministère de l'Industrie, à la puissante Direction générale des télécommunications (DGT).

Ce transfert de tutelle s'accompagnait d'un discret changement d'objectif : désormais le Centre se donnait pour mission de « transformer la conception de la télématique française », c'est-à-dire, en fait, de favoriser les desseins de la DGT.

Stupeur et colère des chercheurs étrangers, qui, estimant qu'ils n'étaient pas venus en France pour travailler pour les PTT, claquent la porte. Conséquence : le projet d'ordinateur à prix réduit et à vocation universelle est ajourné ; dorénavant, le Centre reportera tous ses efforts sur la création d'ateliers informatiques ouverts au grand public.

En février 1984, J.-J. S.-S. parvient à convaincre M. Gaston Deferre, alors ministre de l'Intérieur, de l'importance de la mission que s'est assigné le Centre. Les deux hommes tombent d'accord pour proposer au gouvernement la création, dans les 35 000 communes françaises, de 50 000 ateliers de pratique informatique. Ces ateliers seraient installés dans les écoles, et tous les citoyens pourraient, en dehors des heures de cours, venir s'y exercer au maniement de l'ordinateur. Coût du projet : entre 4 et 6 milliards de francs.

Qui fournira le matériel ? J.-J. S.-S. propose de faire appel à la firme Apple : son Macintosh est la machine idéale pour ce genre d'utilisation. Puissant, facile à manipuler, il permet un apprentissage rapide des travaux de bureau. Cependant, aux yeux du gouvernement, la société Apple a un défaut majeur : elle est américaine.

Déjà, en un temps où nos industries informatiques battent de l'ail, on ne peut pas confier un marché public de quelque 300 000 ordinateurs à une entreprise étrangère. Tant pis pour la supériorité technique du Macintosh, on s'adressera aux constructeurs français.

En outre, à Matignon, on trouve le projet de M. Jean-Jacques Servan-Schreiber trop ambitieux, autrement dit trop coûteux. Il ne saurait être question d'accorder les 300 000 ordinateurs demandés, tout au plus pourrait-on en financer 120 000. Mais, dans l'entourage du Premier ministre, certains pensent qu'il y aurait une solution beaucoup plus astucieuse. L'Education nationale n'en vient-elle pas de lancer un super-plan prévoyant l'installation dans ses établissements de 100 000 ordinateurs en cinq ans ? Alors, pourquoi ne pas fusionner les deux opérations, en accélérant le programme de l'Education nationale et en ouvrant aux adultes les salles de classe équipées de machines ? On sauvegarderait ainsi l'idée des ateliers communaux chère à J.-J. S.-S. mais on en diviserait le coût par trois.

C'est ainsi qu'est née, au début de 1985, l'opération "informatique pour tous". Mais M. Jean-Jacques Servan-Schreiber ne supportera pas de voir son monumental projet à la fois considérablement diminué et totalement dénaturé. Fin mars, il quitta avec fracas la présidence du Centre mondial de l'informatique. Son dernier défi avait fait long feu...

COUP DE FIL - COUP DE COEUR.



LE BONHEUR, C'EST SIMPLE COMME UN COUP DE FIL.



L'INFORMATIQUE À L'ÉCOLE (I) C'EST DANS DEUX MOIS

(suite de la page 158)

cances de Pâques, disent ne pas se sentir capables d'affronter leurs élèves et encore moins d'animer des ateliers pour adultes. La FEN elle-même s'inquiète : « Si cette formation de 8 jours est la seule que doivent recevoir les enseignants, elle est manifestement insuffisante. Elle ne peut être considérée, au mieux, que comme une première étape, disons de dégrossissage, qui devra être suivie de séances de perfectionnement. »

Même son de cloche de la part d'un professeur d'éducation physique qui a assisté à l'un des stages de Pâques : « Il faudrait que l'on puisse emporter un micro-ordinateur chez soi et le conserver quelques semaines, afin de s'entraîner et d'assimiler ce que l'on nous a appris. »

De plus, ces formations ne s'adressent qu'aux seuls volontaires. Si bien que, dans un certain nombre d'établissements, notamment ceux des provinces les plus reculées, les ordinateurs risquent d'arriver sans que personne ne sache les faire marcher !

Nous avons déjà longuement évoqué le problème des logiciels. Avec le plan "Informatique pour tous", il risque d'être encore plus aigu. Les didacticiels qui sont distribués avec les micro-ordinateurs ne sont pas modifiables. Un budget sera alloué à chaque établissement pour l'achat de programmes plus évolués, mais, nous l'avons dit, dans ce domaine l'offre est singulièrement restreinte. Tout au plus peut-on espérer que la demande aiguillonnnera la création, et que les producteurs français de logiciels pédagogiques sauront saisir la chance qui se présente à eux.

Dernier point : quelle sera l'attitude des maires ? C'est d'eux, en effet, que dépendront l'ouverture et l'organisation des ateliers d'informatique pour le grand public. Ils devront s'entendre avec les établissements scolaires dotés de micro-ordinateurs pour trouver des horaires qui ne gênent pas le travail des élèves, et pour constituer des équipes de moniteurs

avec les enseignants qui auront suivi les stages de formation.

Jusqu'ici on ne leur a pas demandé leur avis, et l'on ne sait pas s'ils sont disposés à collaborer à cette grande expérience. Pour tenter de les convaincre autant que pour les conseiller, des membres de l'équipe de Gilbert Trigano et de la Mission aux technologies nouvelles ont pris leur bâton de pèlerin et visitent les mairies les unes après les autres.

Le ministre de l'Intérieur, de son côté, recevra les associations d'élus locaux afin de s'assurer leur collaboration pour la réussite de l'opération. Car il serait regrettable qu'une entreprise qui coûtera au pays environ 2 milliards de francs (1,1 milliard provenant de la Direction générale des télécommunications et le reste de l'Education nationale) se solde par un ratage ou par un gâchis de machines inutilisées ou sous-utilisées.

Toutes ces incertitudes et ces inconnues font que, à l'heure où nous écrivons, le succès du plan "Informatique pour tous" n'est nullement garanti. D'autant que des critiques commencent à être formulées. « Simple opération médiatique », insinue Jean-Claude Simon. « Coup de pouce donné aux industriels français de l'informatique, qui en avaient bien besoin », dit-on ailleurs.

Au-delà de toute polémique, nous posons, pour notre part, cette question : une fois que les élèves auront appris à se servir de leur machine, qu'ils sauront répondre aux questions des logiciels de l'ÉAO, qu'ils auront acquis quelques notions de traitement de texte ou de gestion de fichiers, que pourront-ils faire de leurs modestes connaissances ? Certes, ils ne seront plus intimidés par l'ordinateur. Mais qui hésite aujourd'hui à se servir d'une automobile sous prétexte qu'on ne lui en a pas appris le maniement à l'école ?

Peut-être, également, cette initiation les conduira-t-elle à ne pas être hypnotisés par la machine, à ne pas en attendre plus qu'elle ne

peut donner, et à la maintenir à sa véritable place, qui est celle d'un outil souvent très performant, mais parfois fort contraignant.

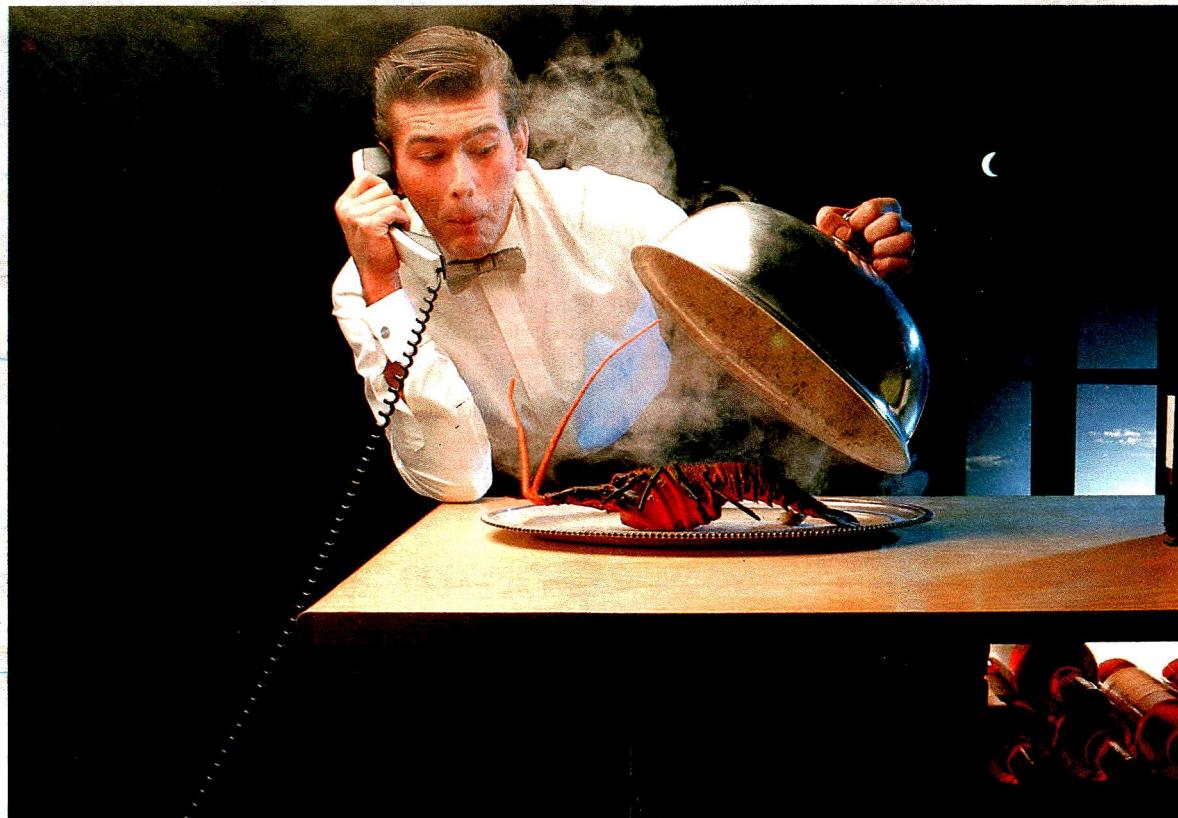
Enfin, il n'est pas impossible que cette vaste campagne nationale fasse naître quelques vocations d'informaticiens. On s'en réjouirait d'avance si l'on était certain qu'elle n'en contrariait pas encore davantage, par désempowerment ou par découragement devant la rigidité de la machine. Des esprits mal préparés ou peu motivés pourraient en effet considérer qu'avec quelques séances d'initiation, ils ont fait le tour de la question et épousé les joies de la programmation. Désormais rassasiés, ils ne seraient plus disposés à dépasser le cap des rudiments pour acquérir une véritable formation qui, elle, leur ouvrirait les portes de l'avenir.

Comme l'écrivait récemment M. Jean-Claude Simon dans *Le Figaro* : « Après quatre ans de fonctionnement du Centre mondial de l'informatique et des clubs informatiques, on constate que la mise à disposition libre de micro-ordinateurs a eu pour principal effet de favoriser les activités... ludiques. » Et il ajoutait : « On dit que les chômeurs retrouveront un emploi moyennant une formation à l'informatique. Ce n'est pas avec deux mois d'apprentissage de notions élémentaires, de trucs instrumentaux, et la lecture d'un mode d'emploi que l'on résoudra ce problème. C'est en formant des spécialistes de haut niveau que l'on peut espérer développer l'emploi, et en leur donnant les moyens de travailler. »

Autrement dit, mettre l'ordinateur à la portée de tous n'est peut-être qu'une fausse bonne idée. Car ce n'est pas en apprenant à tous les Français à pianoter sur un clavier d'ordinateur que l'on aidera notre pays à gagner la bataille de l'informatique. S'il fallait définir une priorité dans ce domaine, elle consisterait sans doute davantage à promouvoir une formation approfondie, en introduisant, par exemple, l'option informatique dans tous les collèges et tous les lycées, et en formant le personnel enseignant adéquat.

François HARROIS-MONIN ■

COUP DE FIL - COUP DE MAIN.



LE BONHEUR, C'EST SIMPLE COMME UN COUP DE FIL.

TELECOMMUNICATIONS



L'INFORMATIQUE À L'ECOLE (II) « L'IMPORTANT C'EST MOZART... »

(suite de la page 89)

Là-bas aussi, la télévision a opéré ses ravages. Et comme elle est souvent encore plus mauvaise que la nôtre... Il y a pourtant une différence : aux États-Unis, il y a tellelement de chaînes et tellelement de programmes que quelqu'un qui veut se cultiver peut le faire en regardant la TV. Ce qui n'est pas le cas chez nous. Cela dit, il y a tout de même de plus en plus d'analphabètes aux États-Unis ; les Américains ont la franchise, et aussi l'intelligence, de le reconnaître.

Mais ce qui les sauve, c'est la masse. Je m'explique. Même si l'élite américaine ne représente que 3 % du peuple américain, ces 3 % sont suffisamment importants, en valeur absolue, pour faire vivre des universités, des musées, des maisons d'édition, des maisons de disques, et continuer de propager le flambeau de la civilisation. Il ne faut pas chercher ailleurs l'explica-

tion de l'attraction intellectuelle des États-Unis : aujourd'hui, Paris est devenu le désert ; tout se passe à New-York ou à Los Angeles. Et, tôt ou tard, cette élite américaine, qui va en se renforçant, finira par fertiliser la masse inculte du pays.

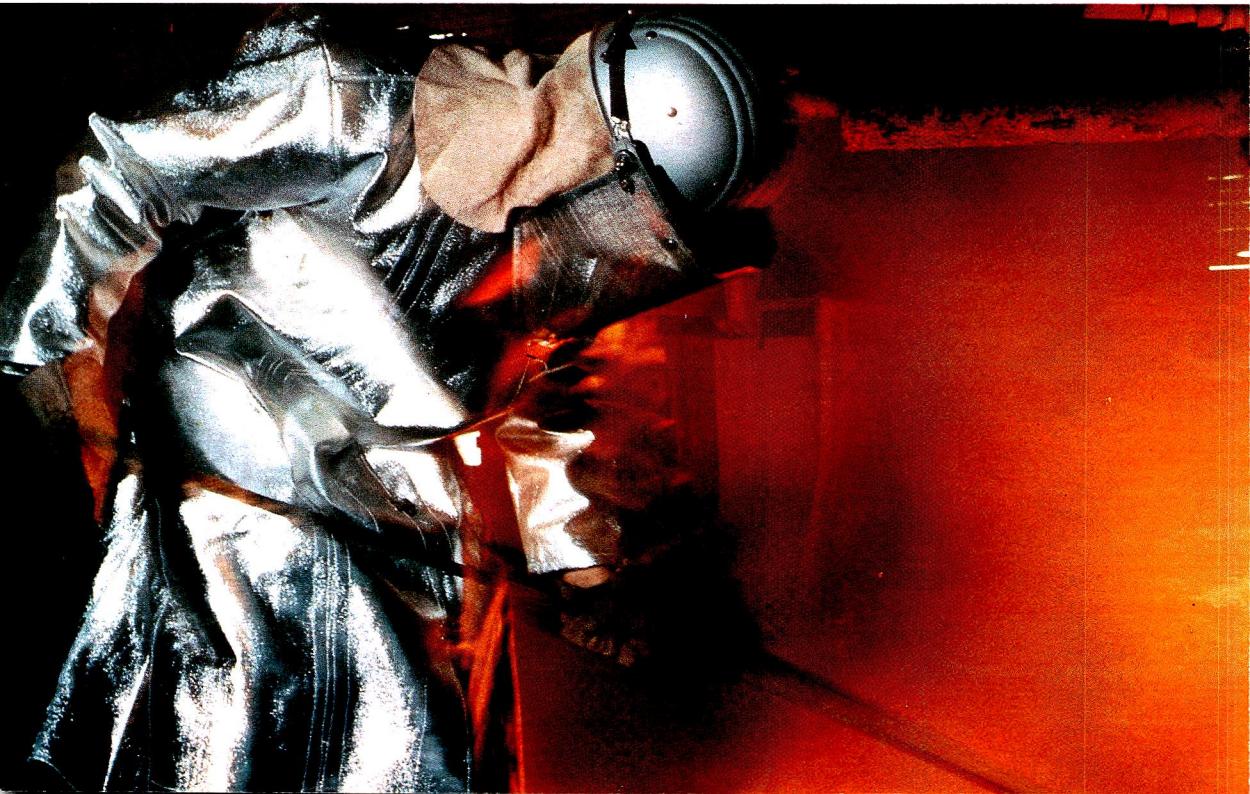
Rien de tel en Europe. D'abord l'Europe culturelle n'existe pas : elle est divisée par les langues. Ensuite, en France, même si nous avons, nous aussi, 3 % d'élite, cette élite est trop faible en valeur absolue pour entraîner un courant culturel intense. Donc, la seule sauvegarde pour la France, c'est d'augmenter la proportion de son élite, en la portant par exemple à 10, 15 ou 20 % de sa population. C'est ce que le Japon a compris : au Japon, l'élite, c'est 90 % de la population. Je l'ai constaté moi-même en tant que conseil en organisation : les ouvriers japonais sont meilleurs en organisation scienti-

fique du travail que la plupart de nos ingénieurs !

Quand je vis en France, l'élite est trop restreinte pour stimuler une vie culturelle, ce n'est pas un propos en l'air. Faites un tour dans une librairie scientifique : vous verrez que les rares livres techniques qui sont traduits de l'américain sont tous vieux de plusieurs années. La plupart des œuvres intéressantes, même en version originale, ne peuvent pas être obtenues en France. Pas plus dans les librairies que dans les bibliothèques. Même la Bibliothèque nationale ne peut pas offrir les ouvrages que l'on trouve à Yale ou à Harvard. Si bien qu'un représentant de l'élite française vit de nos jours dans une toute petite civilisation, un peu à la manière d'un Hollandais ou d'un Suédois. Une civilisation qui n'est même pas ouverte sur la langue anglaise, car très peu de Français connaissent l'anglais.

S. & V. — Pour en revenir à l'informatique à l'école, elle a

Comment mettre votre



tout de même été cautionnée par des gens sérieux, comme M. Jean-Jacques Servan-Schreiber ou M. Simon Nora.

B.L. — Parlons-en ! M. Jean-Jacques Servan-Schreiber a dit quelque part que les micro-ordinateurs mettraient fin au sous-développement dans le tiers-monde, parce qu'ils aideraient à trouver les pannes sur les tracteurs électroniques. Moi, je réponds qu'il faut d'abord avoir des tracteurs électroniques ! De même, M. Simon Nora, dans le rapport Nora-Minc, s'extasiait sur les possibilités de la télématique : grâce à elle, disait-il, le petit Français pourra communiquer avec le petit Japonais ; il pourra lui demander, par exemple, quel temps il fait chez lui — je caricature à dessein —, ce que fait sa maman, etc.

L'autre lui répondrait que sa maman est en train de cueillir du riz, etc. On parviendrait ainsi à la paix et à l'harmonie entre les peuples... M. Nora n'oublie qu'une

chose dans son tableau idyllique : c'est qu'il faudrait au préalable que l'enfant français apprenne le Japonais !

Enseignons donc d'abord le japonais aux enfants et donnons leur ensuite des lignes de télématique. Autrement dit, faisons des enfants civilisés, et nous pourrons alors leur donner des outils perfectionnés.

Enfin, je ne voudrais pas terminer sans lancer un cri qui, pour moi, est capital : « Laissez-les vivre ! » Je m'explique. Les pouvoirs publics ont la détestable habitude, confortés en cela par les médias et une bonne partie de l'intelligentsia, de vouloir tout régenter, tout organiser. Soi-disant pour notre plus grand bien. Face à cet excès de sollicitude, je dis, moi : laissez-les vivre !

Il y a en France beaucoup d'enfants qui veulent faire de l'informatique, qui sont très doués pour l'informatique, qui sont même géniaux dans

ce domaine. Eh bien, créons pour eux des clubs informatiques, où ils pourront apprendre l'informatique, mais aussi l'antidote à l'informatique ; c'est-à-dire où on leur administrera des antibiotiques à haute dose, mais aussi de l'ultra-levure pour que leur flore intestinale ne soit pas détruite. Et, dans ces clubs, donnons-leur tous les moyens qu'il faut, tous les ordinateurs qu'ils veulent. Apprenons-leur avant tout à disséquer les machines, à les casser, à les reconstruire. Enseignons-leur ce qu'il y a de plus moderne en matière d'informatique, pas le Fortran ni le Basic, mais, par exemple, la fabrication et le maniement des tortues électroniques. En multipliant les clubs informatiques, en développant les magasins qui vendent de l'informatique et des pièces détachées, on finira par créer quelque chose de très vivant et qui, surtout, sera cent fois plus efficace que ces programmes ridicules que l'on veut imposer dans les écoles.

Propos recueillis par
Isabelle BOURDIAL ■

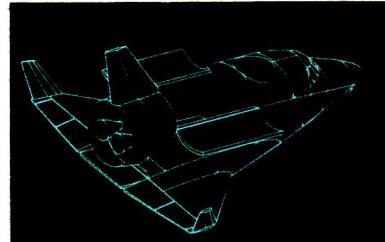
technologie à l'heure spatiale ?

Utilisation des torches à plasma en sidérurgie, du carbone ou du kevlar pour des tubes de forage pétrolier, des mâts de bateaux ou tout récemment le cœur artificiel...

Industriels de l'aéronautique et de l'espace, nous transférons notre maîtrise des technologies les plus avancées dans tous les domaines où elle peut apporter productivité, rentabilité, progrès technique ou humain.

CFAO, robotique, holographie, micromécanique, matériaux composites... Être à la pointe de l'avance technologique est notre défi quotidien.

Mais pour nous, innover, c'est aussi partager. C'est ce qui rend notre entreprise aussi spéciale. C'est spécial, c'est Aerospatiale.



aerospatiale

c'est spécial.c'est aerospatiale.

APOCALYPSE NOW

(suite de la page 15)

dent nucléaire arrêté au bord de la catastrophe. On a frisé celle-ci de beaucoup plus près, nous révèle la chaîne ABC, qu'il n'était apparu tout d'abord. On a été à deux doigts de la fusion intégrale du cœur, qui aurait tué des milliers de personnes dans un rayon de 20 km, contaminé l'environnement jusqu'à 300 km, induit des cancers jusqu'à plus de 1 000 km. La température au cœur du réacteur est montée à 2 800° C, provoquant la fonte d'une partie des matériaux et l'émission de particules radioactives d'un spectre beaucoup plus varié qu'on ne pensait au début. L'état d'alerte décrété dans la région n'était pas à l'échelle du véritable danger. Les taux de radiation qui s'échappaient de la centrale ont été calculés à la source, la plupart des compteurs de l'usine se trouvant saturés tant le niveau de radioactivité était élevé. On aurait — les autorités le contestent — relevé des taux de strontium 99 fois plus importants que dans les retombées d'explosions nucléaires atmosphériques, après les essais des années 50 (3). Les conclusions officielles furent hâtives — et lénifiantes —, anticipant sur la collecte et l'analyse complètes des renseignements.

Et l'on commence seulement à faire le vrai bilan sanitaire de l'événement : chez les humains, des cas multiples d'alopécie subite ou au contraire de pilosisme généralisé, des dermatoses, des épidémies de diarrhée, de l'hypothyroïdie chez les nouveau-nés, des fausses couches en nombre tout à fait anormal, une incidence de cancers six fois plus élevée qu'à l'ordinaire. Chez le bétail, des veaux mort-nés, un déclin très net des naissances, un retard dans le développement des jeunes animaux. Chez les plantes, des cas de gigantisme jamais observés auparavant. Les assurances ont accepté de verser 4 millions de dollars aux victimes, tout en précisant qu'elles préféreraient dédommager les plaignants plutôt que de s'engager dans des actions devant les tribunaux (3).

Réquisitoire cinglant aussi contre les procédés mis en œuvre pour se débarrasser des déchets radioactifs qui pourraient bien affecter la Terre pendant des milliers ou des millions d'années, voire pour l'éternité, et causer au cours des siècles à venir des dommages génétiques irréversibles. Car les éléments radioactifs que l'homme jette aujourd'hui dans la nature ont un potentiel ionisant de très longue durée. Le strontium 90 reste dangereux pendant 300 ans. Le plutonium 239 continue d'être mortel pendant 240 000 ans. La menace du technétium 99 s'étend sur deux millions d'années.

L'industrie nucléaire — à usage civil — aura en l'an 2 000 épanché sur la planète plus de 250 000 tonnes de produits dont on peut difficilement prétendre qu'ils soient biodégradables (voir *Science & Vie* n° 742, 754, 804).

La chaîne ABC démasque encore l'irresponsabilité et l'incompétence des services chargés de mettre ces produits en sûreté. On les cache, on ne les rend pas inoffensifs. Des régions entières en Amérique sont ainsi devenues impropre à l'habitation. Les méthodes d'enfouissement de ces matières relèvent de l'amateurisme le plus primaire. On voit des containers ouverts, chargés de tritium (l'isotope de la bombe H), enterrés dans des tranchées à fleur de sol. Les spécialistes sont toujours sûrs de leur affaire, mais on découvre que des dépôts garantis pour cent ans ont déjà contaminé la nappe phréatique et les cours d'eau environnants. L'ironie veut même que l'Amérique ne sait toujours pas comment se défaire des milliers de tonnes de déchets radioactifs provenant de la fabrication de la bombe d'Hiroshima, ils sont tout bonnement entreposés dans une vieille usine dans l'Etat de New York. Le monde est démunie techniquement face à cet énorme risque mais, décidément, ces Américains sont bien francophiles, car leur télévision affirme que notre usine de retraitement de La Hague est la seule installation sérieuse du monde. Comme quoi l'atome est toujours plus vert de

l'autre côté.

Mais la charge la plus dure de ces journalistes est dirigée contre le stratégie nucléaire des supergrands, y compris celle des Etats-Unis eux-mêmes. Le dossier est lourd sur l'inflation démentielle des armements atomiques : de la première bombe larguée sur Hiroshima à aujourd'hui, le nombre de ces engins est monté à 50 000 dans le monde. La surcapacité de tuer et de détruire finit par n'avoir plus aucun sens. La chaîne ABC s'en prend tout particulièrement au président Reagan et à son projet de militarisation de l'espace, dit de la "guerre des étoiles" (voir *Science & Vie* n° 809 où notre avis est plus nuancé), bien que, en principe, il soit nucléaire. Une utopie grandiose mais irréalisable, dit l'émission. Seul Reagan lui-même et Edward Teller, père de la bombe H américaine et vieux faucon acharné, défendent cette vision. En face, d'anciens ministres de la Défense repentis et Bethe, prix Nobel de physique, qui démontre la vanité de faire reposer la vie d'une nation, de l'humanité peut-être, sur les technologies non éprouvées. La sécurité nationale confiée à des artistes de science-fiction. Cette chimère, dit le commentaire, est le reflet d'une foi aveugle, naïve, dans la toute-puissance et l'inaffabilité de la technologie.

Cette stratégie, dans l'idée de ces auteurs, serait une sorte de renoncement à la course aux armements offensifs. Mais les personnalités soviétiques interviewées à Moscou par la chaîne ABC ont déclaré qu'il s'agissait, de la part des Etats-Unis, d'une escalade pure et simple.

La cause est donc bien entendue. L'atome dans cette affaire est bel et bien condamné. Et si les défenseurs de l'atome faisaient appel ? Ils auraient en tout cas un argument de poids : à défaut d'énergie nucléaire, que feront nos petits-enfants alors qu'en un siècle nous aurons épuisé 300 millions d'années de réserve d'énergie fossile ? Dilemme : la civilisation doit-elle périr par l'atome ou s'arrêter par manque d'énergie ?

Georges DUPONT

COLLECTION & Jeux & Stratégie

LE TAROT MODERNE
de la comp.
emmanuelle jeanin-né et martine garrivet

OTHELLO
luc guinard
maître international, champion de France

VERSI

LES DAMES
LE JEU DES COMBINAISONS
les murs jouent et gagnent

50 JEUX
avec du papier et des crayons
françois pingaud, jean-françois germe

LES ÉCHECS
LEÇONS PARTICULIÈRES AVEC UN CHAMP
nicolas giffard
maître international, champion de France

GAGNEZ AU SCRABBLE
de la partie libre à la compétition
benjamin hamuna
champion du monde hippile

NOUVEAU
La lecture de cet ouvrage peut faire de vous un vrai champion au Scrabble, de la partie amicale au tournoi officiel. 206 p.

EDITIONS DU ROCHER

78 F.

COLLECTION & Jeux & Stratégie

Pour apprendre à bien jouer ou pour se perfectionner. Le Tarot Moderne balaye bien des idées fausses.
105 p. **49 F.**

Découvrez la diabolique perfection de la règle d'Othello, le nouveau grand classique. 144 p.
65 F.

Les bons vieux classiques et des jeux passionnantes et inédits pour votre micro-ordinateur. 176 p.
75 F.

Ce livre vous fait découvrir le grand jeu des combinaisons et vous entraîne dans des mécanismes éblouissants.
264 p. **68 F.**

Ces "leçons particulières" guideront le débutant dans les méandres des Echecs grâce à de nombreux exercices.
288 p. **80 F.**

Collection
■ JEUX & STRATÉGIE
EDITIONS DU ROCHER

VENTE EN LIBRAIRIE ET PAR CORRESPONDANCE

LES LIVRES DE VOS VACANCES...

BON DE COMMANDE

A découper ou recopier et à retourner, paiement joint, à Jeux & Stratégie, 5 rue de La Baume, 75008 PARIS.

Nom.....
Prénom.....
Adresse.....

Code Postal..... Ville.....

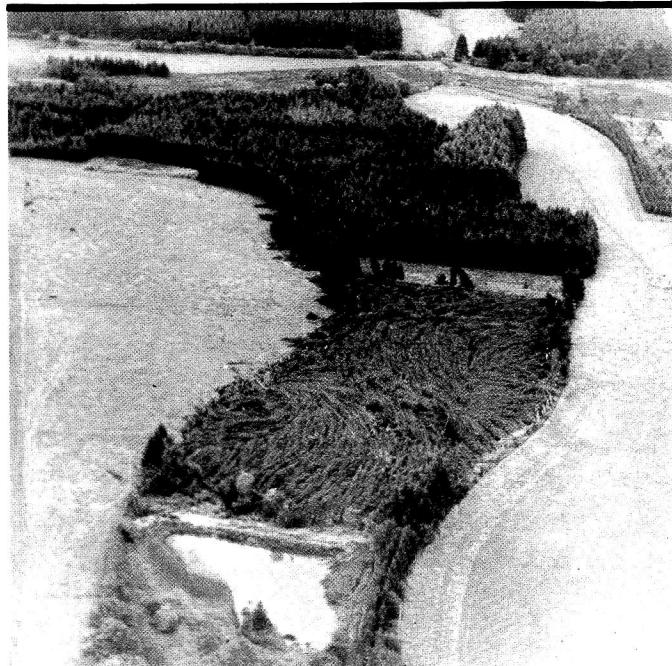
- Je désire recevoir :
 - LE TAROT MODERNE**
49 F l'un + 10F de port
 - OTHELLO**
65 F l'un + 10F de port
 - LES DAMES**
68 F l'un + 10F de port
 - 50 JEUX**
75 F l'un + 10F de port
 - LES ÉCHECS**
80 F l'un + 10F de port
 - GAGNEZ AU SCRABBLE**
78 F l'un + 10F de port
 - LA COLLECTION COMPLETE**
370F (au lieu de 415 F) + 20 F de port

● Ci-joint mon règlement total de F: par chèque, à l'ordre de Jeux & Stratégie.

Étranger : chèque compensable à Paris ou mandat international.

QUAND PASSENT LES TORNADES

(suite de la page 31)



En France aussi. L'orage qui s'est abattu sur Aurillac (Cantal), le 1^{er} juin 85, n'était pas à proprement une tornade, même si les dégâts se sont chiffrés en millions de francs. Beaucoup plus redoutable fut la vraie tornade qui frappa, le 20 septembre 82, les Ardennes belges et françaises. Près du village de Léglise, elle a taillé un couloir de 300 mètres de large dans la forêt, abattant tous les arbres sur son passage et les disposant en double spirale (notre photo).

blème est qu'aucun instrument ne résiste à la force de ces tourbillons et seule une estimation d'après les dégâts, ou d'après des séquences filmées est fiable. Or, la vitesse de translation, de rotation, et le phénomène de dépression se conjuguent sans qu'il soit possible de partager les responsabilités.

A cela s'ajoutent les "points de succion", correspondant à des tourbillons miniatures ou vortex aspirants qui tournent à la fois sur eux-mêmes et autour de la tornade (**dessin page 29**). Ils se créent au bord du vortex principal là où le courant descendant généré par la chute de pression au sol rencontre l'air qui pénètre dans le cœur. Ces petits diables battent sans conteste le record mondial de vitesse des vents, puisqu'ils ajoutent encore leur vitesse propre à celle du tourbillon principal. Ils atteindraient ainsi la vitesse de 500 km/h. On a comparé leur redoutable

efficacité à celle d'un rayon laser, car ils découpent tout sur leur passage.

Les tornades émettent un grondement sourd et terrifiant. Dans l'Antiquité, on les entendait rugir, et on prenait les traces de succion sur le sol pour les gigantesques empreintes d'un cheval. Aujourd'hui c'est au bruit d'un réacteur qu'on compare une tornade.

Rapides comme l'éclair, pluslestes que les zéphirs, aussi violentes qu'éphémères, les tornades ont toujours marqué leurs témoins, quand ils leur ont survécu. Insaisissables, elles défient et intriguent les météorologues qui les traquent. Et même si les scientifiques américains, par nécessité, ont beaucoup étudié le phénomène, la théorie de leur formation est loin d'être établie avec certitude. Pour ces chasseurs, l'allée des tornades reste le terrain d'observation idéal...

Claudine MULARD ●

POUR PLONGER PROFOND RESPIRER DE L'HYDROGÈNE

(suite de la page 93)

150 W chez les plongeurs, malgré quelques résistances au niveau du circuit respiratoire.

L'analyse du coût cardiaque de l'effort, réalisée par l'équipe du Dr Flynn, du NMRI américain, a montré que la faible densité des mélanges hydrogénés facilite le travail sous-marin à grande profondeur. L'hydrox a prouvé son excellente aptitude à retarder l'apparition du SNHP par ses effets narcotiques. Arrivés à -450 mètres, les plongeurs étaient en bonne forme physique, décontractés, reposés, comparant très favorablement leur nouvelle expérience à l'hydrogène avec celle des précédentes plongées à l'hélium.

La contre-épreuve a d'ailleurs été probante, avec le retour aux symptômes caractéristiques du SNHP lors du transfert des trois hommes du milieu hydrox au milieu hélio. C'est là un enseignement très important : à grande profondeur, l'organisme supporte mal les passages de l'hydrogène à l'hélium. Cette première équipe, qui a suivi un protocole de changement de gaz très progressif, a néanmoins éprouvé des difficultés en cours de "remontée" : apparition de bulles gazeuses dans le sang, apparition brutale du SNHP jusqu'à atténué par l'hydrogène. Une telle éventualité, au demeurant, était prévue et son étude figurait au programme.

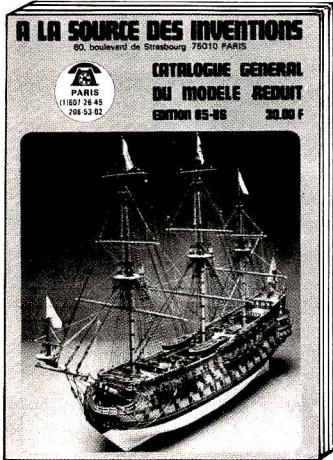
Une table de procédure différente a donc été adoptée pour la seconde équipe de plongeurs : utilisation de l'hydrox pendant la décompression jusqu'à -200 mètres, profondeur à laquelle il est possible d'effectuer sans risque le retour en ambiance hélio pour achever la décompression. Grâce à cette technique, la deuxième équipe accomplissait, triomphalement et dans d'excellentes conditions, sa sortie du caisson, le 7 juin, après 18 jours en milieu hydrogéné.

Jean-Albert FOËX ■

A LA SOURCE DES INVENTIONS

60, boulevard de Strasbourg 75010 PARIS - Tél. 607.26.45

*Pour vos règlements : La Source SARL CCP 33139-91 La Source



LA DOCUMENTATION DU MODÉLISTE SV 22 ÉDITION 85/86

Plus de 1000 maquettes, accessoires, etc.

* Le catalogue 30,00 F
Expédition PTT en timbres-poste ou par chèque 10,00 F

MARIE-JEANNE

Thonier de Concarneau, au 1/50 ^e , longueur 565 mm HT, hauteur 490 mm, couples découpés, pont, mât baguettes, voiles, filin.	231,00 F
La boîte avec plan et notice en français.	231,00 F
La boîte d'accastillage.	125,50 F
Expédition PTT.	30,00 F

Préparez tranquillement chez vous le B.P. INFORMATIQUE Diplôme d'Etat

BREVET PROFESSIONNEL INFORMATIQUE (BPI) diplôme d'Etat

Durée : 20 mois. Niveau : BAC. Aucune connaissance informatique n'est nécessaire au départ.

Un cours par correspondance pour préparer tranquillement chez soi un diplôme d'Etat. Il vous permettra d'obtenir rapidement un poste de cadre dans ce secteur créateur d'emplois. Langages étudiés : BASIC et COBOL.

En option : un stage de cinq jours sur ordinateur. Ce cours bénéficie de notre garantie-études.

PROGRAMMEUR D'APPLICATION

Durée : 8 mois.

Niveau : Fin de 3^e.

Pour apprendre chez soi à programmer en COBOL et acquérir les bases indispensables en informatique de gestion.

En option : un stage de cinq jours sur ordinateur.

ANALYSTE PROGRAMMEUR

Durée : 15 mois.

Niveau : BAC.

Pour apprendre chez soi à programmer en COBOL et BASIC, à faire de l'analyse et acquérir une formation de base en gestion d'entreprise.

En option : un stage de cinq jours sur ordinateur.

PROGRAMMEUR SUR MICRO-ORDINATEUR

Durée : 5 mois.

Niveau : Fin de 3^e.

Pour apprendre chez soi à programmer en BASIC (jeux, gestion...), acquérir une formation de base en micro-informatique, et pouvoir programmer avec n'importe quel "micro".

En option : un stage de deux jours sur IBM-PC.

TECHNICIEN EN MICROPROCESSEUR

Durée : 8 mois.

Niveau : 1^{re} ou BAC.

Pour apprendre le fonctionnement interne des microprocesseurs et écrire des programmes en langage machine.

En option : un micro-ordinateur MPF-1B.

TECHNICIEN EN ÉLECTRONIQUE,

MICRO-ELECTRONIQUE

Durée : 10 mois pour chacun des deux modules de ce cours.

Niveau : Fin de 3^e.

Pour se former chez soi aux dernières techniques de l'électronique et de la micro-électronique (circuits intégrés, composants...). Plus de 100 expériences pratiques à réaliser avec le matériel fourni. Un excellent investissement pour votre avenir dans ce secteur favorisé par le Gouvernement.

GARANTIE-ÉTUDES

Pour le même prix, multipliez vos chances par 2 ! Notre préparation au Brevet Professionnel Informatique bénéficie de notre garantie-études qui permet à nos élèves qui ont suivi tout le cours et qui échouent à l'examen de reprendre gratuit-

tement leurs études informatiques durant une année.

Cette garantie vous permet de bénéficier de tous les services de notre Institut et de soumettre à la correction de nouveaux travaux pratiques pendant une année supplémentaire. Vous pourrez vous présenter à une deuxième session de cet examen dans de bonnes conditions et sans frais d'études complémentaires.

FORMATION CONTINUE

(LOI DU 16/07/1971).

Depuis le 16 juillet 1971, les cours par correspondance accompagnés de journées de stages peuvent être suivis dans le cadre de la Formation Continue sous certaines conditions.

INSCRIPTION TOUTE L'ANNÉE

Envoyez-moi gratuitement et sans engagement de ma part votre guide N° N 4008 sur vos préparations :

INFORMATIQUE/MICRO-INFORMATIQUE

ELECTRONIQUE/MICRO-ELECTRONIQUE

(cochez la ou les cases qui vous intéressent)

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

Ville _____

Code postal _____ Tel. _____



INSTITUT PRIVÉ
D'INFORMATIQUE
ET DE GESTION

92270 BOIS-COLOMBES (FRANCE)

Tel. (1) 242.59.27

LE MUSÉUM MIS EN TUTELLE

(suite de la page 34)



La nouvelle arche de Noé.
A part les grosses pièces, toutes les collections d'animaux naturalisés ont été entreposées sur trois niveaux souterrains, soit quelque 40 km de rayonnages.

rent des vignes sur les terrains réservés aux cultures botaniques. Le vin devait être médiocre, et Colbert se fâcha et fit remettre les cultures en place.

C'est peu à peu que la science s'imposa au Muséum. Après la botanique, mère du lieu, vinrent la médecine, puis l'anatomie, la chimie. Les grands voyages redonnèrent de l'essor à la culture des plantes exotiques et bénéfiques, café, cacao, quinquina. Les explorateurs français de l'époque herbo-

risent d'un Tropique à l'autre, sans se douter des répercussions lointaines de leur zèle scientifique.

C'est ainsi que tous les plants de café qui fleurissent au Brésil, en Martinique ou à la Guadeloupe sont issus d'une bouture rapportée d'Arabie et cultivée dans la serre du Jardin.

La première révolution advient à la Révolution : le Jardin Royal devient alors le Muséum d'histoire naturelle. Un peu plus tard, naît la ménagerie, dont l'origine est peu connue : l'interdiction de montrer des bêtes de foire, qui peupla d'ours et de singes les premières cages du Jardin des Plantes. Ils y seraient d'ailleurs morts de faim si Geoffroy Saint-Hilaire ne les avait nourris à ses propres frais ! La destinée zoologique du Muséum était ainsi fondée.

La galerie de zoologie, sous la verrière, vaste collection d'animaux naturalisés, en descend.

Inaugurée deux mois après la Tour Eiffel et fermée depuis 20 ans, c'est un des hauts-lieux de l'architecture parisienne autant que de la science mondiale. Sa rénovation devait faire partie des "grands travaux du Président" ; mais rien n'est fait et les millions nécessaires n'ont pas été débloqués.

Le Muséum, lui, est trop pauvre pour les fournir ; il a déjà dépensé la moitié de ses modestes crédits d'investissements, soit 105 millions répartis sur 8 ans, à construire les trois étages de la zoothèque souterraine, où une bonne partie des collections a été déménagée. Démantelerait-on la verrière, comme on l'a fait pour les Pavillons de Baltard ?...

En fera-t-on moins pour le Muséum que pour certains autres lieux ? Etais-ce nécessaire d'étailler ce qui appartenait déjà à l'Etat ?...

Jacqueline DENIS-LEMPEREUR

Photo J.-G. Marquis

on vous juge sur votre culture

A tout moment de votre existence, une culture insuffisante constitue un sérieux handicap, tant dans votre vie professionnelle que sociale ou privée : rencontres, réunions, discussions, conversations...

Pourtant, vous aimeriez, vous aussi, rompre votre isolement, participer à toutes les discussions, exprimer vos opinions, affirmer votre personnalité face aux autres et donc assurer votre progression matérielle et morale. Car vous savez qu'on vous juge toujours sur votre culture !

Aujourd'hui, grâce à la **Méthode de Formation Culturelle** accélérée de l'I.C.F., vous pouvez réaliser vos ambitions.

Cette méthode à distance, donc chez vous, originale et facile à suivre, vous apportera les connaissances indispensables en littérature, cinéma, théâtre, philosophie, politique, sciences, droit, économie, actualité, etc., et mettra à votre disposition de nombreux services qui vous aideront à suivre l'actualité et l'information culturelles.

Des milliers de personnes ont profité de ce moyen efficace et discret pour se cultiver.

Documentation gratuite à :

INSTITUT CULTUREL FRANÇAIS
Service 3717 35, rue Collange
92303 Paris-Levallois (Etabl. privé)
Tél. 270.73.63

diplômes de langues UN ATOUT PROFESSIONNEL

anglais, allemand, espagnol, italien, russe, grec

Dans tous les secteurs d'activité, la pratique utile d'au moins une langue étrangère est devenue un atout majeur. Pour augmenter votre compétence, assurer votre promotion, votre reconversion, quelle que soit votre situation, vous avez donc intérêt à préparer un diplôme professionnel, très apprécié des entreprises :

- Chambres de Commerce Etrangères, compléments indispensables aux emplois du commerce international.

- Université de Cambridge (anglais), pour les carrières de l'information, publicité, tourisme, hôtellerie, etc...

- B.T.S. Traducteur Commercial, formation complète au métier de traducteur ou interprète d'entreprise.

Langues & Affaires (Etablissement privé) assure des formations complètes (même pour débutants) à distance, donc accessibles à tous, quelles que soient vos occupations quotidiennes, votre lieu de résidence ou votre niveau actuel. Enseignements originaux et individualisés, avec progression efficace et rapide grâce à l'utilisation rationnelle de moyens audiovisuels modernes (disques, cassettes...). Cours oraux facultatifs à Paris. Service Orientation et Formation. Documentation gratuite à Langues & Affaires, service 4361, 35, rue Collange 92303 Paris-Levallois. Tél. : 270.81.88.

BON D'INFORMATION

à découper ou recopier et renvoyer à

L. & A., service 4361, 35, rue Collange 92303 Paris-Levallois. Veuillez m'adresser gratuitement et sans engagement votre documentation complète.

NOM :

Prénom :

Adresse :

.....

La concurrence fait rage entre les multiples écoles de commerce.

Comment s'orienter ?

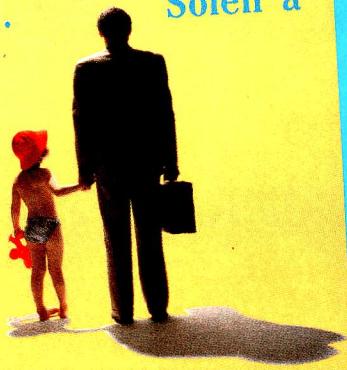
SCIENCE & VIE
ECONOMIE

N° 8 JUILLET-AOUT 1985 ISF

LE BUSINESS DES VACANCES

Touristes à l'usine... De l'utilité des douaniers... Soleil à crédit... etc.

ÉCOLES DE COMMERCE : COMMENT S'Y RETROUVER ?



12631 8 - 18 F ISSN 0765-0927 135 FB - 6 FS - 2,75 SDC - 450 Pts - 18 Dhs - 1,8 Dts

LE N° 8 EST EN VENTE PARTOUT

Elles affirment former les dirigeants d'entreprises de demain. Science & Vie ECONOMIE vous dit ce que valent les écoles de commerce en France.

• Y aura-t-il un miracle Indien ? Les économistes occidentaux s'interrogent. Science & Vie ECONOMIE répond.

• A quoi servent les douaniers ? Science & Vie ECONOMIE fait le point sur ce métier mal connu.

• Les vacances à crédit ont-elles de l'avenir ? Science & Vie ECONOMIE vous explique tout sur le soleil à 699 F par mois !

• Et dans ce n° spécial Eté, un grand test de culture économique... et un petit test facile et qui peut rapporter gros : Payez-vous trop d'impôts ?

Chaque mois, vous avez besoin de Science & Vie ECONOMIE pour dominer au lieu de subir.

SCIENCE & VIE ECONOMIE

Le fabuleux turbo

B2139

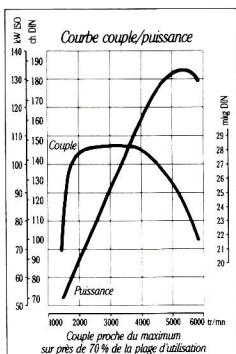
PUBLICIS



Performances, fiabilité, sécurité, confort, la Renault 25 V6 Turbo constitue aujourd'hui une référence dans l'univers du haut de gamme Européen.

L'aboutissement de la technologie Turbo :

Le nouveau moteur de la Renault 25 V6 Turbo s'affirme sur tous les plans comme un moteur d'exception. 182 ch DIN à 5500 tr/mn, un couple maximum record de 28,6 mkg, et des performances éblouissantes : plus de 225 km/h (sur circuit), kilomètre départ arrêté en 28 secondes, 0 à 100 km/h en 7,7 secondes.



L'injection électronique intégrale RENIX permet d'optimiser les rendements énergétiques, limitant ainsi les niveaux de consommation, et assurant au moteur souplesse de fonctionnement.

Le système A.B.S. : la sécurité au sommet :

La Renault 25 V6 Turbo est équipée en série d'un système A.B.S. d'an-

tiblocage des roues. Il régule électroniquement la pression de freinage et évite tout blocage des roues.

Enfin, la Renault 25 V6 Turbo apporte une dimension nouvelle au bien-être automobile par son art d'utiliser l'espace, le raffinement des équipements, un très haut niveau de confort intérieur et l'étonnant silence du six cylindres.

Renault 25 V6 Turbo, le fabuleux Turbo. Déjà une légende...

CYLINDRÉE : 2458 cm ³	PUISSE MAXI : 182 ch DIN (133 Kw ISO) à 5500 tr/min.
ALIMENTATION : injection RENIX	COUPLE MAXI : 28,6 mkg de 2500 tr/min à 4000 tr/min.
VITESSE MAXI : + de 225 km/h	Freins à disques avec système anti-blocage A.B.S. Bosch de 2 ^e génération
ACCELERATIONS DEPART ARRETÉ :	CONSOMMATIONS NORMES UTAC :
0.400 m : 15,3 secondes	6,8 L à 90 km/h
0.100 m : 28 secondes	8,9 L à 120 km/h
0.100 km/h : 7,7 secondes	12,9 L en cycle urbain

Modèle présenté : Renault 25 V6 Turbo.

Prix clés en main au 1/07/85 : 184.200 F (selleur cuir en option).

Millésime 86.

Renault 25 : à partir de 85.300 F.