SCIENCE & VIE

Pourquoi les poussières volcaniques font tomber les avions

Un nouveau blé produit par l'industrie chimique

Les religions influencent nos gènes



COMMENT NOTRE ŒIL FORME LES IMAGES

TV : 50 CHAÎNES, PAS DE PROGRAMMES

14,50 F
N° 811
Suisse 4,50 FS
Canada $ 2,50
Belgique 105 FB
Espagne 345 Ptas
Maroc 14,5 Dh
Tunisie 1,45 DT

ISSN 0036 8369

Sage ou sauvage, elle en impose.



Ascona 85.
La force de caractère.

L'Ascona GT, la plus sportive de toutes les Ascona. Boîte 5 "sport", moteur 1,8 à injection électronique et arbre à cames en tête, 187km/h, 0 à 100 km/h en 10,5 secondes: une force de la route.

Mais la GT sait aussi être sage: la coupure d'injection en décélération, l'allumage électronique et le rattrapage hydraulique du jeu des soupapes réduisent considérablement la consommation et les frais d'entretien.

De plus sur la GT, l'excellent comportement de l'Ascona est renforcé par des amortisseurs à gaz et des freins avant à disques ventilés. L'Ascona GT colle à la route. L'équipement est à la mesure de ses performances: jantes sport, pneus taille basse, sièges "sport"...

L'Ascona GT, c'est la nouvelle version sportive d'une gamme dont la réputation n'est plus à faire.

Ascona, un choix de modèles pour répondre à tous les désirs: 5 à 10 CV, en version coffre ou hayon, 2, 4 ou 5 portes, essence ou diesel, boîte manuelle 4 ou 5 vitesses, ou automatique. Consommations conventionnelles (normes UTAC), 5 portes 10 CV: 6,4 l à 90 km/h; 8,4 l à 120 km/h; 11,6 l en cycle urbain.

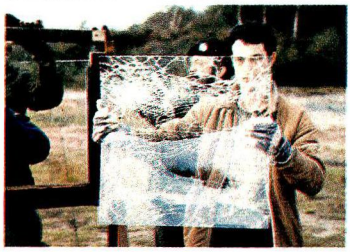
OPEL

LA MAÎTRISE DE L'INNOVATION.

McCANN-ERICKSON

Les Exportunités de SCIENCE & VIE

BLINDAGE DE VITRES SECURY - FILM®

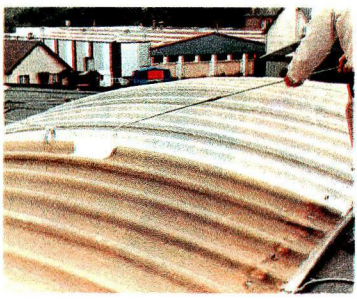


Film polyester invisible de protection contre les cambriolages, explosions, accidents...

Caractéristiques. SECURY-FILM® s'applique directement sur les vitrages existants et leur confère une haute résistance aux agressions, tentatives de cambriolages et accidents dus à l'éclatement du verre.
Avantages. Anti-feu (900 °C) ; anti-effraction (× de 12 à 18 fois la résistance des vitres) ; anti-explosion (1,2 kg de TNT à 1,50 m) ; anti-accident (évite blessures dues aux éclats de verre, les morceaux brisés restant maintenus entre eux) ; filtre les rayons UV à 99 %, empêchant la décoloration de tous revêtements.
Références. + de 1 million de vitres protégées en France : Administrations (CNRS...), sociétés, magasins, particuliers... Polyprotec diffuse également les films et laques Solaire Plus®.
Marché. Recherche de distributeurs France et étranger.

CONTACT - Polyprotec - Didier Boivin - 8 place de la Madeleine - F 75008 Paris - Tél. (1) 296 58 59 - Télex 214 793 - Télécopieur (1) 261 37 68.

LAQUE DE PROTECTION SOLAIRE-PLUS®



Filtre les rayons et empêche ainsi la surchauffe des locaux, l'éblouissement et les phénomènes de décoloration.
Caractéristiques d'utilisation. La laque Solaire-Plus, constituée de Copolymère plastique élastique, est vaporisée ou coulée sur les surfaces non lisses (verre armé, sky dome...) et assure un rejet jusqu'à 75 % de la chaleur solaire.
Avantages. Evite les désagréments de la chaleur ; filtre à 99 % les ultra-violets ; économise la climatisation ; permet une meilleure diffusion de la lumière.

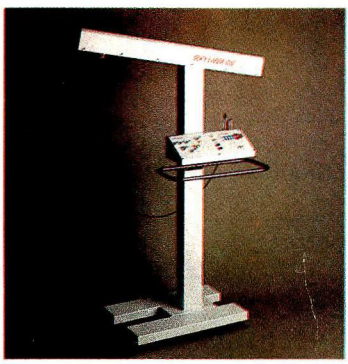
Références. Administrations (CNRS...), sociétés, particuliers (vérandas...), magasins...

Polyprotec diffuse également Secury-film® (film de sécurité) et les films Solaire-Plus®.

Marché. Recherche de distributeurs France et étranger.

CONTACT
Polyprotec - Didier BOIVIN - 8 place de la Madeleine - F 75008 PARIS - Tél. (1) 262 58 59 - Télex 214 793 - Télécopieur (1) 296 37 68.

SOFT LASER 632®

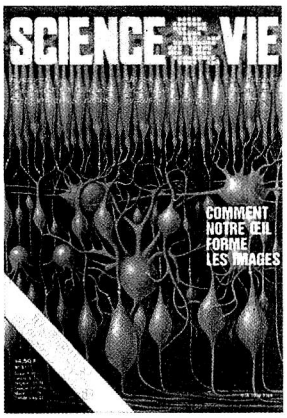


Action anti-inflammatoire, cicatricielle et antalgique puissante et rapide. Reconstitutions tissulaires.
Fonctionnement. Une carte à microprocesseur permet de programmer le temps d'application ainsi que la fréquence de modulation du rayon laser, variable à volonté du rayon continu au rayon pulsé, selon les protocoles établis par les médecins.
Avantages. Fiabilité ; efficacité ; assurance d'une technologie de haute performance ; traitement local de haute précision rapide (quelques minutes) et indolore.
Références. 1er constructeur européen. Secteur médical : Rhumatologie - Traumatologie - Odonto-Stomatologie - Dermatologie - Médecine vétérinaire - Médecine du sport - Médecine générale...
Marché. Recherche de distributeurs France et étranger...

CONTACT
M. Pranlas - Techno-Synthèse S.A. - 32 rue de Cambrai - F 75019 Paris - Tél. 200 74 00 - Télex 670 195 F.

Les Exportunités ? Exportez grâce à **Science & Vie** *: Suite page 8*

SCIENCE & VIE



Extrait de la collection iconographique du Pr Francis Leroy

SAVOIR

Sommaire
Avril 85
N° 811

C'EST NOTRE CERVEAU QUI VOIT ***p. 16***
par Alexandre Dorozynski

MALADIES INFECTIEUSES : DES ANTICORPS SUR MESURES ***p. 29***
par Alexandre Dorozynski

LE CODE GÉNÉTIQUE N'EST PAS LE MÊME POUR TOUT LE MONDE ***p. 34***
par Pierre Rossion

COMMENT LES RELIGIONS INFLUENCENT LES GÈNES ***p. 36***
par Olivier Postel-Vinay

LE SUICIDE : UNE AFFAIRE MOINS PRIVÉE QU'ON LE PENSE ***p. 42***
par Gérard Morice

ARCHÉOLOGIE : L'AMÉRIQUE CENTRALE LIVRE SES SECRETS ***p. 48***
par Elisande Coladan

COPIER LA NATURE, VOILÀ LA BIONIQUE ! ***p. 52***
par Pierre Rossion

UN CHAMPIGNON DANS LE CIEL DU PACIFIQUE ***p. 58***
par Sven Ortoli

LE BOEING SUFFOQUÉ ***p. 61***
par Claudine Mulard

TINTIN SUR LA LUNE : POURQUOI LE WHISKY SE MET EN BOULE ***p. 64***
par Renaud de La Taille

UN PHOTON INTERFÈRE AVEC LUI-MÊME ***p. 69***
par Sven Ortoli

DES GALAXIES CONÇUES PAR INSÉMINATION ARTIFICIELLE ***p. 72***
par Anna Alter

CHRONIQUE DE LA RECHERCHE ***p. 77***
dirigée par Gerald Messadié

POUVOIR

Un pactole pour la grande industrie chimique : le blé hybride ***p. 86***
par Marie-Laure Moinet

Agriculture : bonjour, cybrides ***p. 102***
par Marie-Laure Moinet

Les tomates de mer ***p. 104***
par Françoise Bourely

Télévisions privées : le miroir aux alouettes ***p. 107***
par Françoise Harrois-Monin

Folies de La Villette (II) : les responsables répondent ***p. 116***
par Jacqueline Denis-Lempereur

Chronique de l'industrie ***p. 125***
dirigée par Gérard Morice

Des marchés à saisir ***p. 130***

UTILISER

BUREAU : LES MINI-MACHINES À ÉCRIRE **p. 133**
par Henri-Pierre Penel

MICRO-INFORMATIQUE : CANDIDE ET LE GRAPHEUR **p. 137**
par Pierre Courbier

LES JEUX **p. 140**
par Pierre Aroutcheff, Pierre Berloquin, André Costa, Daniel Ferro, Renaud de La Taille et Henri-Pierre Penel

"SCIENCE & VIE" A LU POUR VOUS **p. 159**

CHRONIQUE DE LA VIE PRATIQUE **p. 163**
dirigée par Elias Awad

SCIENCE & VIE

Cher lecteur,

La présentation graphique d'une publication et sa typographie sont le reflet d'une époque et, comme telles, variables. C'est ainsi que *le Monde illustré* de 1900 ne ressemblait déjà plus à *la Gazette* de Théophraste Renaudot, et que *Science & Vie* de 1960 ne ressemblait plus que de loin à *la Science & la Vie* de 1913. Notre présentation, jusqu'au numéro actuel, à peu de chose près, datait de 18 ans. Vous l'avez appréciée, puisque, durant cette période, nos ventes n'ont cessé d'augmenter.

Mais les habitudes de lecture ont changé, de même que les équipements techniques. Nous changeons une fois de plus, et nous espérons que la formule que nous mettons à l'essai vous plaira encore plus.

Ne cherchez plus, par ailleurs, notre ancien sigle de titre dans les kiosques, voici le nouveau.

Vous trouverez, dès le présent numéro, des échantillons de notre nouvelle typographie, d'abord dans ce texte-ci, et ensuite à la page 170. Le caractère que nous avons retenu est le Century ITC. C'est un caractère ancien, mais redessiné. Il est très en faveur, parce que sa lisibilité est considérée comme très bonne. Il nous permettra de présenter tous nos articles sur 3 colonnes au lieu de 2, ce qui nous offrira plus de souplesse de mise en page.

Mais le contenu de *Science & Vie* ne changera certes pas, si ce n'est dans le sens d'un effort encore plus grand de clarté et de précision.

Vos observations seront les bienvenues, puisque c'est avec vous aussi que se fait notre journal, et qu'il est bien difficile de prétendre à la perfection du premier coup.

115 chevaux SuperTurbo je te veux!



5,6 L à 90 Km/h, 7,7 L à 120 Km/h, 8,7 L en ville.

PUBLICIS B1956

Renault Supercinq GT turbo

115 ch à 5750 tours/minute... La puissance et la souplesse du Superturbo assure une parfaite maîtrise de conduite ! Train arrière 4 barres révolutionnaire, train avant type Mac Pherson à déport négatif... Précision et souplesse contribuent à la rigueur du comportement routier. 4 roues indépendantes, 4 freins à disques dont deux ventilés à l'avant, une répartition idéale des masses...
Puissante, précise, souple, sûre, Supercinq GT Turbo, je te veux !
Modèle présenté RENAULT 5 GT Turbo (85 kW 150). Millésime 85.

RENAULT préconise elf

DÉPROGRAMMEZ...



DDB2 srcp. *Dos dateur n° 4 en option*

PILOTEZ SUR CIBLE.



OM2 SPOT PROGRAM

Le nouveau reflex d'Olympus représente une évolution décisive dans l'univers des appareils reflex à programme.

En mariant dans le même boîtier, entièrement métallique, un mode automatique à mesure pondérée, une programmation qui donne un total confort d'usage et une mesure «spot» indispensable pour révéler la créativité du photographe, Olympus invente un appareil d'une rare universalité: l'unique auto-programme à mesure spot.

La mesure spot

Si vous aimez dompter les lumières les plus complexes, passez en mode manuel. De globale pondérée, la cellule devient «spot». Ce spot Olympus, particulièrement ciblé, ponctuel, limité à 2% de la surface de l'image, vous permet de mesurer les contrastes, les écarts au quart de diaph près. Votre créativité est libérée.

Un programme OTF en temps réel

Voici le seul programme qui permet de dominer les situations lumineuses les plus fluctuantes, éclairs, feux d'artifices, car le programme TTF, Olympus tient compte de la lumière qui atteint le film au moment exact de l'exposition. Dans le cas de la photo au flash TTL, c'est également la mesure de la lumière sur le film qui commande la durée de l'éclair. Un programme OTF, c'est l'incontestable avantage de l'OM-2 Spot Program.

L'OM-2 Spot Program utilise tous les objectifs et tous les accessoires du système Olympus OM, à de très rares exceptions près. A la différence des autres marques, ce système permet la parfaite compatibilité de ses éléments avec l'intégralité des boîtiers reflex Olympus.

Ses nombreuses exclusivités font de l'OM-2 Spot Program un Olympus à part entière, doté d'un programme vaste, d'une universalité exceptionnelle.

OLYMPUS

AUTOCOMMUTATEUR TÉLÉPHONIQUE ÉLECTRONIQUE



Standard téléphonique à commutation temporelle sans pupitre opérateur et fonctionnant avec tous postes téléphoniques.

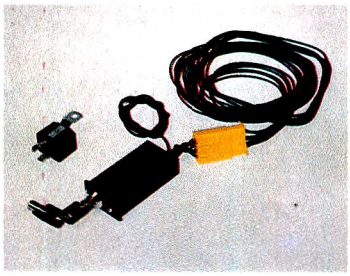
Caractéristiques. 4 lignes extérieures. 12 postes intérieurs dont 1 poste de gestion. Composition automatique de 50 numéros abrégés. Appels extérieurs signalés sur tous les postes. Transfert et mise en attente sans perte de correspondant. Report d'appel sur un autre poste intérieur. Rappel automatique sur poste intérieur occupé. Communication alternée entre un ou plusieurs correspondants intérieurs ou extérieurs.

Références. Commercialisé en France par la SAT sous le nom TELCOM 12.

Marché. PME/PMI, professions libérales et particuliers. Recherche de distributeurs tous pays - Possibilité de cession de licence.

CONTACT.
Hyptek S.A. Télécommunications - 9 avenue Paul-Doumer - F92508 - Rueil-Malmaison - Tél. (331) 749 13 33 - Télex : 202 248.

AUTOBLOC



Antivol pour véhicules légers et poids lourds, "embrouilleur" des fonctions électriques, dissuadeur de vol.

Fonctionnement. Le principe de ce système antivol repose sur la mise hors circuit des principales fonctions électriques du véhicule. Autobloc empêche la voiture de démarrer (si on n'a pas la clé pour le réarmer), étant muni d'un codage offrant 720 combinaisons possibles.

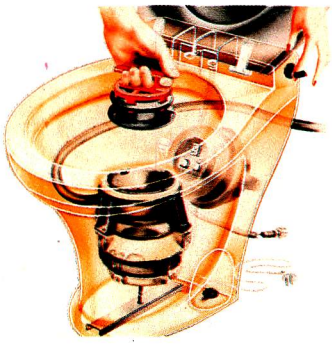
Avantages. Fiabilité à toute épreuve ; mise en route automatique de l'antivol dès que le contact du véhicule est coupé ; coût modéré ; garanti 2 ans.

Références. Un des rares antivol conforme à la réglementation automobile européenne.

Marché. Recherche d'installateurs en France et d'importateurs à l'étranger.

CONTACT
Autobloc - 2 rue Paul-Eluard - F 95570 Bouffemont - Tél. (3) 991 58 19.

WC BROYEUR - SUPER CLARAMATIC®



Le 1er WC broyeur au monde démontable instantanément par l'intérieur du bol de la cuvette.

Fonctionnement. Cet appareil à commande digitale pneumatique, s'installe comme une machine à laver, directement sur l'arrivée d'eau. L'évacuation s'effectue par un tuyau plastique renforcé de 20 mm.

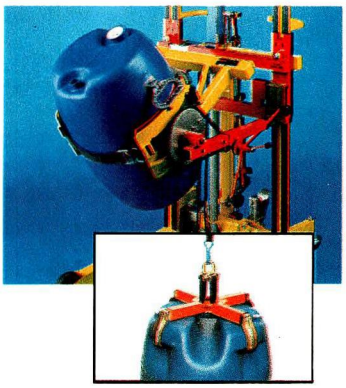
Avantages. Broyeur exceptionnel pratiquement imbouchable ; extrême finesse de broyage ; hauteur de refoulement 5 mètres ; démontage ultra rapide des rapes pour nettoyage ; récupération instantanée des objets jetés accidentellement. Economie d'eau grâce à l'absence de réservoir de chasse.

Références. Nombreuses : hôtels, cliniques, particuliers... Brevet tous pays industriels.

Marché. Recherche de distributeurs tous pays (sauf Belgique).

CONTACT
Clara - F 56500 Locmine - Tél. (97) 60 00 62 - Télex 950 596.

ROTO - FUT®



Basculeur à fûts et dispositif de préhension verticale unique au monde par sa géométrie variable.

Fonctionnement. Rotation : 180°, rotation totale et commande électrique. Les fûts sont ceinturés par une sangle synthétique qui garantit une adhérence parfaite avec le système de rotation. Un tendeur mécanique assure la puissance de serrage et un crochetage instantané permet l'opération : prêt au levage en 15 secondes.

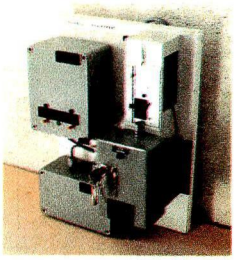
Avantages. S'adapte instantanément à toutes sortes de fûts (acier, plastique, bois...) ; C.U. : 400 kg ; diamètres : 200 à 700 mm - 1000 et plus sur demande.

Références. Brevet 16 pays (Europe, USA, Japon,...). Médaille d'or Genève 1980. Nombreux utilisateurs Industrie : CEA, SNCF, Renault, Rhône Poulenc, Roussel-Uclaf...

Marché. Recherche de distributeurs et fabricants France et étranger.

CONTACT
Société MANUVIT - 35 rue de l'Orangerie - F 91700 - Ste-Geneviève-des-Bois - Tél. (6) 016 98 50 - Télex 600 417 (Tendex).

RÉENCLENCHEUR AUTOMATIQUE DE DISJONCTEUR
(Monophasé - Triphasé)



En votre absence, veille en permanence et permet le maintien sous tension de votre installation électrique, en cas de déclenchement intempestif du disjoncteur.

Fonctionnement. Combinant à la fois des éléments électromécaniques et une électronique de pointe, cet appareil analyse la cause intérieure ou extérieure de la disjonction avant d'autoriser le réenclenchement. L'analyse de la cause, visualisée et mémorisée, peut être transmise à distance.

Avantages. Haute fiabilité. Sécurité absolue. Applications multiples en secteur industriel et domestique : protège toutes les installations à caractère permanent (congélateur, réfrigérateur, batteries de système d'alarme, chauffage, pompe de relevage...).

Références. Fabrication française unique au monde. Centre d'Essais des Landes, Ports autonomes, Phares et Balises, Stations de pompage ; Industries diverses ; nombreux particuliers.

Avec le Concours de la Fondexpa (Fondation à l'Exportation Artisanale).

CONTACT
M. Rondet SUDITEC - FRANCE - 11 rue du Marais - BP 45 - F 33320 EYSINES - T. (56) 28 52 21.

BERCEAU BASCULANT SUPER BB



Machine polyvalente, destinée à la fabrication des composants en béton : pavés industriels, dalles, caniveaux, bordures...

Fonctionnement. Mise en œuvre du béton par vibration haute fréquence, démoulage par retournement.

Avantages. Fiabilité ; économie ; entretien réduit.

Références. Conçue par un exploitant, leader en France de la préfabrication. 30 usines. Multiples installations disponibles.

Marché. Recherche d'industriels Préfa-béton.

CONTACT
SABLA - 34 route d'Ecully - BP 1 - F69571 DARDILLY - Cedex - Tél. (7) 835 70 22 - Télex 330379.

Les Exportunités ? Exportez grâce à* Science & Vie *: Voir page 131

information commerciale

QUOI DE NEUF CHEZ FRAM ?

« **Les Framissima** » : cocktails - vacances qui dosent astucieusement détente, sports, loisirs... mais en toute liberté.
(Maroc, Tunisie, Maldives...).

- Un circuit découverte Asie Centrale hors des sentiers battus, **7.780 F**
(avion, circuit, pension complète, 14 jours).
- Le Maroc en land rover, **4.240 F**
(avion, pension complète, 1 semaine).
- Une île aux Maldives, **9.380 F**
(avion, pension complète, 10 jours).
- Un circuit Ceylan-Maldives, **11.530 F**
(avion, pension complète, 20 jours).

- **Point Fort :** 9 aéroports de départ en France (Paris, Lyon, Toulouse, Nice, Marseille, Bordeaux, Strasbourg, Nantes, Lille).

Renseignements :
FRAM à Paris (1) 723.54.45
à Toulouse (61) 29.33.11
ou écrire à : BP 427 - 31008 Toulouse Cédex.

SV

coupon de reprise

Présentez cette annonce avec votre ancien matériel, la meilleure estimation vous sera réservée.

Revendre son matériel au meilleur prix, c'est pouvoir "l'actualiser" en achetant moins cher les dernières nouveautés à nos prix alignés...



Pub. Diffusion Graphique

PHOTO-CINE DU Cirque

9-9 bis, bd des Filles du Calvaire
(entre Bastille et République)
75003 PARIS - 887.66.58

...par exemple, en choisissant dans la gamme MINOLTA

GRATUIT
Catalogue photo-vidéo
Micro-informatique

Si vous habitez la province, renvoyez simplement ce coupon avec la description de votre matériel à reprendre.

SCIENCE & VIE

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

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

Rédaction
Rédacteur en chef : Philippe Cousin
Rédacteur en chef adjoint : Gerald Messadié
Chef des informations, rédacteur en chef adjoint : Jean-René Germain
Rédacteur en chef adjoint : Gérard Morice
Secrétaire général de rédaction : Elias Awad
Secrétaire de rédaction : Dominique Laurent
Michel Eberhardt
Renaud de La Taille
Alexandre Dorozynski
Pierre Rossion
Jacques Marsault
Françoise Harrois-Monin
Sven Ortoli
Jacqueline Denis-Lempereur
Marie-Laure Moinet
Olivier Postel-Vinay
Anny de Laleu

Illustration
Anne Lévy
Photographe : Miltos Toscas

Documentation
Catherine Montaron

Maquette
Mise en page : Christine Van Daele
Assistant : Lionel Crooson

Correspondants
New York : Sheila Kraft - 115 East 9 Street New York - NY 10003 - USA
Londres : Louis Bloncourt - 16, Marlborough Crescent London W4, 1 HF
Tokyo : Marie Parra-Aïédo - The Daily Yomiuri - 1-7-1 Otemachi Chiyoda-Ku - Tokyo 100

Services commerciaux
Directeur commercial : Ollivier Heuzé
Marketing et développement : Patrick Springora
Abonnements : Élizabeth Drouet assistée de Patricia Rosso
Vente au numéro : Bernard Héraud assisté de Marie Cribier

Exportunités
Ghislaine Dichy - poste 212

Relations extérieures
Michèle Hilling
A.M.P. - 1 rue de la Petite-Isle 10.70 Bruxelles

Publicité
Excelsior Publicité - Interdeco
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

OJD DIFFUSION PUBLIQUE 1982

BVP

À nos lecteurs

● ***Courrier et renseignements des lecteurs :***
Monique Vogt

● ***Les reliures :*** *destinées chacune à classer et à conserver 6 numéros de SCIENCE & VIE, elles peuvent être commandées par 2 exemplaires au prix de 50 F franco (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 C. Bancaire, C. Postal, ou Mandat-Lettre libellé à l'ordre de Science & Vie.

À nos abonnés

Pour toute correspondance relative à votre abonnement, envoyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi. Changements d'adresse : veuillez joindre à votre correspondance 2,10 F en timbres-poste français ou règlement à votre convenance. Les noms, prénoms et adresses de nos abonnés sont communiqués à nos services internes et aux organismes liés contractuellement avec SCIENCE & VIE sauf opposition motivée. Dans ce cas, la communication sera limitée au service de l'abonnement. Les informations pourront faire l'objet d'un droit d'accès ou de rectification dans le cadre légal.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Copyright 1984 Science & Vie
Ce numéro de Science & Vie a été tiré à 437 000 exemplaires.

LA RÉUSSITE AUX EXAMENS
est-elle une question de
MÉMOIRE ?

Si l'on considère l'importance croissante des matières d'examen qui nécessitent une bonne mémoire, on est en droit de se demander si la réussite n'est pas, avant tout, une question de mémoire. L'étudiant qui a une mémoire insuffisante est incontestablement désavantagé par rapport à celui qui retient tout avec un minimum d'effort. C'est pour cette raison que des psychologues ont mis au point de nouvelles méthodes qui permettent d'assimiler, de façon définitive et dans un temps record, des centaines de dates de l'histoire, des milliers de notions de médecine, pharmacie, droit, physique, chimie, aussi bien que l'orthographe, les langues étrangères, etc. Tous les étudiants devraient l'appliquer, et comme le disait à juste raison un professeur, il faudrait commencer par l'enseigner dans les lycées et les facultés. L'étude devient tellement plus facile. Les mêmes méthodes améliorent également la mémoire dans la vie pratique, elles permettent de retenir instantanément le nom des gens que vous rencontrez, les adresses, les numéros de téléphone, les courses ou visites que vous avez à faire (sans agenda), la place où vous rangez les choses, les chiffres, les tarifs, etc. Que vous jugiez votre mémoire actuelle moyenne, médiocre ou franchement mauvaise, dites-vous bien que cela n'a aucune importance, car vous pouvez (des milliers de cas le prouvent) acquérir une mémoire prodigieuse. En fait, vous avez une mémoire normale, mais on ne vous a jamais appris à vous en servir. C'est ainsi qu'il vous sera facile après cinq minutes d'explications de retenir une liste de 20 mots quelconques après l'avoir lue une seule fois. Et après quelques jours d'entraînement facile, vous pourrez retenir l'ordre des 52 cartes d'un jeu que l'on aura effeuillé devant vous, ou encore rejouer de mémoire une partie d'échecs à laquelle vous aurez assisté. Cela peut vous paraître aujourd'hui surprenant, mais vous y parviendrez, comme tout le monde si vous suivez la méthode préconisée par les psychologues du Centre d'Études. Le but de la méthode n'est pas de réaliser des prouesses de ce genre, mais le fait que chacun de nous soit capable de les réaliser facilement, montre ce que l'on peut obtenir de la mémoire lorsque l'on a appris à bien l'utiliser. Et quand on peut faire cela, on peut retenir tout ce que l'on souhaite, que ce soit dans les études, la vie professionnelle ou la vie courante. Si vous voulez avoir plus de détails sur ces nouvelles méthodes, vous avez intérêt à demander immédiatement la documentation offerte ci-dessous à tous ceux qui ressentent la nécessité d'avoir une mémoire fidèle. Mais faites-le tout de suite car, actuellement, vous pouvez profiter d'un avantage exceptionnel.

GRATUITS **1 brochure + 1 test de votre mémoire**

Découpez ce bon ou recopiez-le et adressez-le à : Service M14E, Centre d'Études, 1 avenue Stéphane-Mallarmé, 75017 PARIS. *Veuillez m'adresser le livret gratuit "Comment acquérir une mémoire prodigieuse" et me donner tous les détails sur l'avantage indiqué. Je joins 3 timbres pour frais (pour pays hors d'Europe, joindre trois coupons-réponses).*

Mon nom ..... Prénom .....

Mon adresse complète .....

..... Code postal |_|_|_|_|_|

Ville .....

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

ETRANGER

BENELUX 1 an simple **1 100 FB** - 1 an couplé **1 550 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.Q. 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

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

• Veuillez m'abonner pour :

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

Nom.....
Prénom.....
Adresse.....
.....
Code Postal.....
Ville.....
Pays.....

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

SV 811

LES DESSOUS D'UN ECHEC

On a dit beaucoup de choses à propos de l'annulation du championnat du monde d'échecs. Au-delà de la controverse, JEUX & STRATEGIE fait le point complet en publiant le dossier du match tronqué. JEUX & STRATEGIE vous fait vivre le déroulement de cette affaire et interroge de très grands joueurs. Pour comprendre ce qui s'est passé, lisez-vite JEUX & STRATEGIE.

Le nouveau numéro de JEUX & STRATEGIE vous dit tout sur les jeux interdits. La loi a des raisons que la raison ignore !

En encart, prêt à jouer, découvrez l'univers de la Vallée des Brumes, un vrai grand jeu de rôle !

Et dans son cahier micro, JEUX & STRATEGIE vous dit tout sur les jeux de rôle pour micro-ordinateur.

Quant aux amateurs de jeux traditionnels, Tablut, le jeu des Lapons, est pour eux.



JEUX & STRATEGIE

Ça dure deux mois et ça ne coûte que 18 F.

LA TIMIDITE est-elle une maladie ?

Confession d'un ancien Timide

J'avais toujours éprouvé une secrète admiration pour W.R. Borg. Le sang-froid dont il faisait preuve aux examens de la Faculté, l'aisance naturelle qu'il savait garder lorsque nous allions dans le monde, étaient pour moi un perpétuel sujet d'étonnement.

Et quand je le rencontrai à Paris, à un banquet d'anciens camarades d'études, le plaisir de nous revoir après une séparation de vingt ans nous poussant aux confidences, nous en vînmes naturellement à nous raconter nos vies. Je ne lui cachai pas que la mienne aurait pu être bien meilleure, si je n'avais toujours été un affreux timide.

W.R. Borg me dit : " J'ai souvent réfléchi à ce phénomène contradictoire. Les timides sont généralement des êtres supérieurs. Ils pourraient réaliser de grandes choses et s'en rendent parfaitement compte. Mais leur mal les condamne, d'une manière presque fatale, à végéter dans des situations médiocres et indignes de leur valeur."

" Heureusement, la timidité peut être guérie. Il suffit de l'attaquer du bon côté. Il faut, avant tout, la considérer avec sérieux, comme une maladie physique, et non plus seulement comme une maladie imaginaire."

W.R. Borg m'indiqua alors un procédé très simple, qui régularise la respiration, calme les battements du cœur, desserre la gorge, empêche de rougir, et permet de garder son sang-froid même dans les circonstances les plus embarrassantes. Je suivis son conseil et j'eus bientôt la joie de constater que je me trouvais enfin délivré complètement de ma timidité.

Plusieurs amis à qui j'ai révélé cette méthode en ont obtenu des résultats extraordinaires. Grâce à elle, des étudiants ont réussi à leurs examens, des représentants ont doublé leur chiffre d'affaires, des hommes se sont décidés à déclarer leur amour à la femme de leur choix ... Un jeune avocat, qui bafouillait lamentablement au cours de ses plaidoiries, a même acquis un art de la riposte qui lui a valu des succès retentissants.

La place me manque pour donner ici plus de détails, mais si vous voulez acquérir cette maîtrise de vous-même, cette audace de bon aloi, qui sont nos meilleurs atouts pour réussir dans la vie, demandez à l'éditeur de vous envoyer le petit livre de W.R. Borg : " Les Lois Eternelles du Succès ". Il est adressé gratuitement à quiconque désire vaincre sa timidité. Voici l'adresse : Méthode W. R. Borg, chez Aubanel, dpt 615 – 6, place Saint-Pierre 84028 Avignon Cedex.

E. SORIAN

BON GRATUIT

A remplir en lettres majuscules, en donnant votre adresse permanente, et à retourner à : Méthode W.R. Borg, dpt 615, chez Aubanel – 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

Exclusif

DEJA LES MODELES 86/87

Découvrez en avant-première dans L'ACTION AUTOMOBILE la nouvelle petite Citroën qui succèdera à notre bonne vieille 2 CV, ainsi que la mystérieuse future Renault 4.

Une vingtaine d'autres modèles de demain sont présentés dans L'ACTION AUTOMOBILE. En vedette : la prochaine Peugeot 206 qui sortira en septembre 85 et la Renault 19 très attendue en mars 86.

Vous trouverez également dans ce numéro les nouvelles Alfa Roméo, Ford Fiesta et Opel Kadett, Fiat Tipo 4 et même la VW Golf 4 x 4.

Au banc d'essai : les nouvelles Mercedes série 200/300.

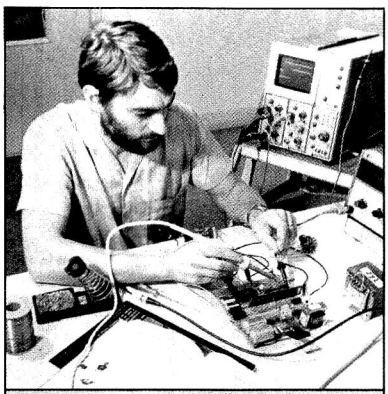
L'ACTION AUTOMOBILE

12 F.

En vente partout.



Une formation pour un emploi



ELECTRONIQUE AUTOMATISMES

Accessible à tous

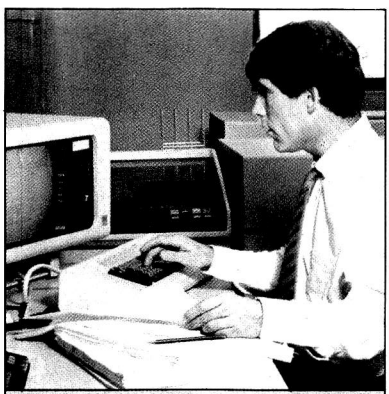
- ☐ Electronicien
- ☐ C.A.P. électronicien

Niveau B.E.P.C. (ou C.A.P.)

- ☐ Technicien électronicien
- ☐ Technicien en micro-électronique
- ☐ Technicien en micro-processeurs
- ☐ B.P. électronicien
- ☐ Technicien en automatismes
- ☐ Spécialisation en automatismes

Niveau BACCALAUREAT

- ☐ B.T.S. électronicien
- ☐ Technicien en robotique
- ☐ Assistant d'ingénieur en électronique



INFORMATIQUE

Accessible à tous

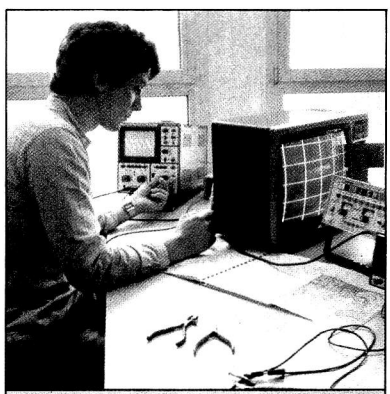
- ☐ Opératrice de saisie
- ☐ Initiation à l'informatique
- ☐ Codifieur

Niveau B.E.P.C. (ou C.A.P.)

- ☐ Opérateur(trice) sur ordinateur
- ☐ Programmeur d'application
- ☐ Programmeur sur micro-ordinateur
- ☐ Pupitreur
- ☐ Langages de programmation: BASIC, COBOL, FORTRAN, PASCAL, GAP II

Niveau BACCALAUREAT

- ☐ Analyste programmeur
- ☐ B.T.S. informatique
- ☐ Technicien de maintenance
- ☐ Analyste (BAC + 2)



ELECTRICITE RADIO TV HI-FI

Accessible à tous

- ☐ Installateur dépanneur électroménager
- ☐ Electricien d'entretien
- ☐ Monteur dépanneur radio TV Hi-Fi
- ☐ Monteur dépanneur vidéo

Niveau B.E.P.C. (ou C.A.P.)

- ☐ C.A.P. électromécanicien
- ☐ Technicien dépanneur électroménager
- ☐ Technicien électromécanicien
- ☐ Technicien radio TV Hi-Fi
- ☐ Technicien en sonorisation

Niveau BACCALAUREAT

- ☐ Sous-ingénieur électricien

SOGEX

Depuis 25 ans, EDUCATEL, groupement d'écoles spécialisées, forme par correspondance des hommes à un métier.
Ce métier, vous allez pouvoir l'apprendre chez vous, à votre rythme, grâce aux cours par correspondance.

Pour compléter votre formation, nous proposons, à ceux qui le désirent, des stages pratiques. Une seule chose compte pour nous, comme pour vous: que vous soyez effectivement capable, au terme de votre formation, d'exercer le métier que vous avez choisi.

Si vous êtes salarié, votre étude peut être prise en charge par votre employeur (loi du 16-7-1971 sur la formation continue).
EDUCATEL - 1083, route de Neufchâtel
3000 X - 76025 ROUEN Cédex

Educatel
G.I.E. Unieco Formation
Groupement d'écoles spécialisées.
Etablissement privé d'enseignement par correspondance soumis au contrôle pédagogique de l'Etat.

BON pour recevoir GRATUITEMENT
et sans aucun engagement une documentation complète sur le secteur ou le métier qui vous intéresse, sur les programmes d'études, les durées et les tarifs.

POSSIBILITE DE COMMENCER VOS ETUDES A TOUT MOMENT DE L'ANNEE

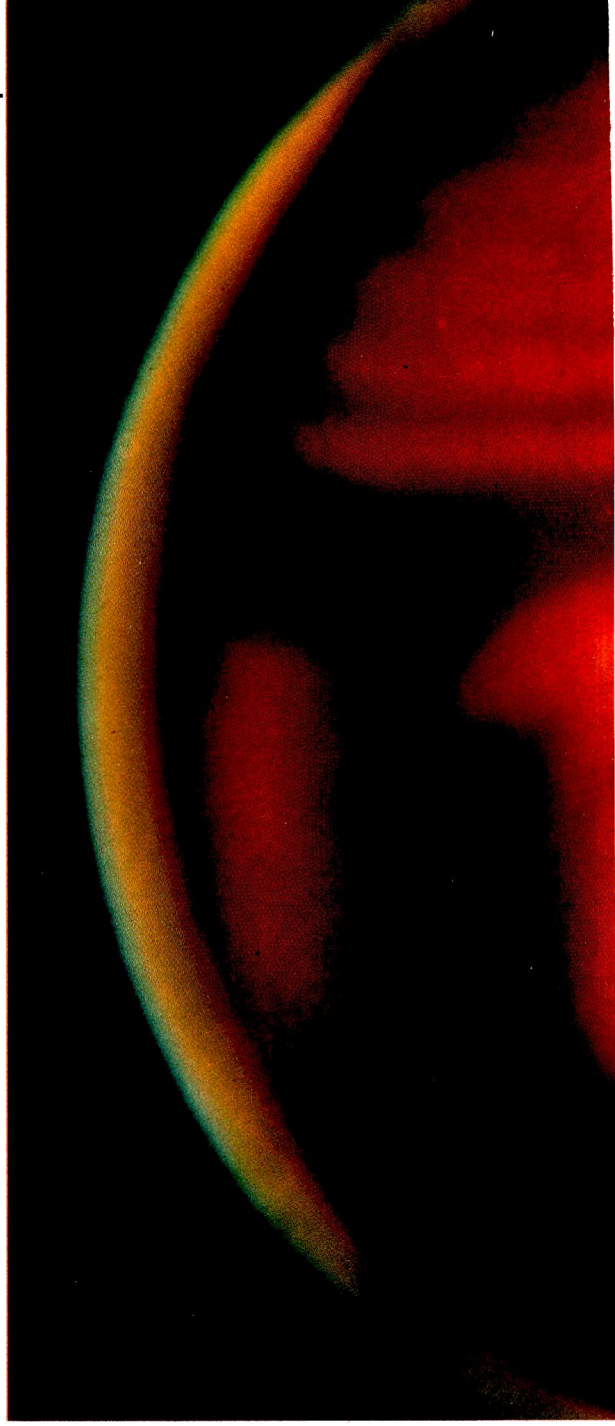
M. ☐ Mme ☐ Mlle ☐
NOM ..... Prénom .....
Adresse: N° ..... Rue .....
Code postal |_|_|_|_|_| Localité .....
(Facultatifs)
Tél. ..... Age ..... Niveau d'études .....
Profession exercée .....
Précisez le métier qui vous intéresse:
.....

S&V 045

Retournez ce bon dès aujourd'hui à:
EDUCATEL
3000 X - 76025 ROUEN CEDEX
Pour Canada, Suisse, Belgique: 49, rue des Augustins - 4000 Liège
Pour TOM-DOM et Afrique: documentation spéciale par avion.

ou téléphonez à Paris
(1) 208.50.02

C'EST NOTRE CERVEAU QUI "VOIT"



Tout écolier sait que se forme sur la rétine une image inversée de l'objet regardé. Mais comment cette image parvient-elle au cerveau ? Sur cette question, les recherches récentes bouleversent bien des notions que l'on croyait solidement établies. Ainsi, les informations visuelles seraient transmises au cortex par un mécanisme quasi hormonal. Et le cerveau, au bout du compte, ne "verrait" que ce qu'il veut bien voir.

Par quel moyen et, pourrait-on-dire, par quel miracle, les innombrables grains de lumière qui, à chaque instant, pénètrent dans nos yeux, se transforment-ils en impulsions nerveuses qui, à leur tour, se changent en images mentales que nous percevons comme extérieures à nous-mêmes ? La réponse n'est pas aisée. En effet, les mécanismes de la vision impliquent une telle quantité de phénomènes physiques, biologiques, biochimiques et psychologiques, dont beaucoup sont encore mal connus, qu'il est souvent difficile de distinguer les liens qui les unissent et les finalités qui les sous-tendent.

Ce qui est certain, c'est que l'œil n'est pas un simple miroir passif qui refléterait en nous ce qui existe hors de nous. Fait de tissu d'origine cérébrale — il se sépare du cerveau au cours du développement de l'embryon —, il se comporte comme une véritable structure nerveuse active, qui non seulement détecte et amplifie la lumière, mais également opère un premier tri parmi les informations qu'elle reçoit, avant de les convertir en

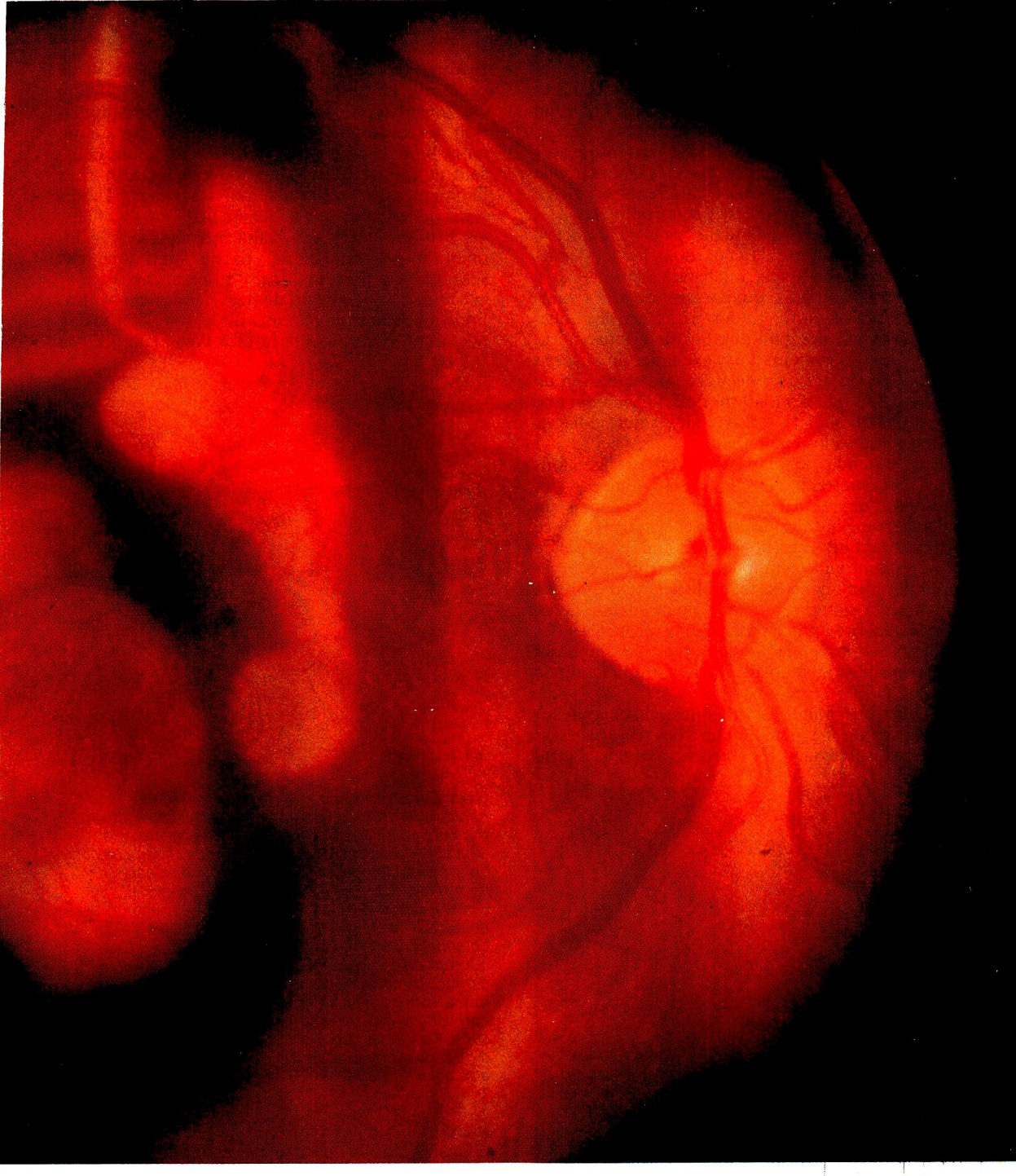


Photo L. Nilsson

impulsions qui seront acheminées au cerveau par les fibres du nerf optique.

Cela dit, le système est si complexe qu'il est perpétuellement remis en question par de nouvelles découvertes. Ainsi, lors d'un important symposium scientifique qui s'est tenu à Berlin-Ouest à la fin du mois de novembre dernier (1), des chercheurs venus du monde entier ont dû admettre qu'une des hypothèses de base du phénomène de la vision, bien qu'unaniment acceptée depuis une quinzaine d'années, était vraisemblablement erronée. Fallait-il tout reprendre à zéro ? Non, car une nouvelle explication était aussitôt proposée, qui éclairait de manière plus satisfaisante la cascade d'événements déclenchée par l'arrivée

(1) Il s'agit de la "Dalhem Konferenz", patronnée par l'Association allemande pour la promotion des sciences et des humanités, le sénat de Berlin-Ouest et différentes firmes commerciales. Les "conférences Dalhem" ont lieu quatre fois par an, et traitent des sujets scientifiques les plus divers. Le thème de celle du mois de novembre 1984 était : *The Molecular Mechanisms of Photoreception*.

d'un photon sur une cellule réceptrice de la rétine. Mais voyons de plus près où est la nouveauté, et quels progrès elle apporte dans la compréhension des mécanismes fondamentaux de la vision.

A l'origine de toute image, il y a les photons, ces grains d'énergie lumineuse associés à une onde électromagnétique. Il existe différents types de photons, dont l'énergie est proportionnelle à la longueur de l'onde à laquelle ils sont associés. L'œil n'est sensible qu'à ceux dont les longueurs d'onde sont situées dans une bande allant de 380 à 750 nanomètres (2), ce qui correspond à des énergies comprises entre 1,7 et 3,1 électrons-volts. C'est l'énergie des photons qui détermine notre perception des couleurs : par exemple, un faisceau de photons de 1,7 eV engendre une sensation de rouge, tandis que des photons de 3,1 eV créent une sensation de violet, les énergies intermédiaires donnant toutes les couleurs de l'arc-en-ciel.

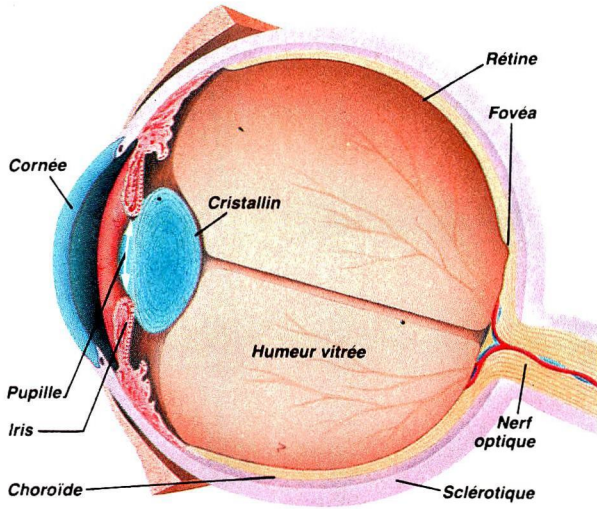
Bien entendu, la plupart des objets que nous "voyons" émettent ou réfléchissent non pas des photons d'une seule et même énergie, mais un mélange de photons de diverses énergies. Si ce mélange est uniforme, nous avons une sensation de blanc. Sinon, en fonction de la répartition énergétique des photons, c'est telle ou telle teinte qui va s'imposer à nous, teinte que nous aurons nous-mêmes élaborée grâce aux cellules réceptrices des couleurs — les cônes — qui tapissent la paroi photosensible du fond de l'œil, autrement dit la rétine.

Il y a trois catégories de cônes, chacune ayant une sensibilité maximale à l'une des trois couleurs primaires : le rouge, le vert et le bleu. Notre



cerveau établit un rapport quantitatif entre les signaux provenant des trois types de cônes et, des différentes valeurs de ce rapport, tire toute la gamme de couleurs du spectre visible.

Reste cependant la question essentielle : comment un événement physique (l'arrivée de photons sur la rétine) peut-il se changer en décharge d'influx nerveux, puis en sensation de lumière ou de couleur ? Le mécanisme de la phototransduction — conversion de l'énergie du photon en stimulation nerveuse — est généralement étudié sur un autre type de récepteurs, les bâtonnets, qui tapissent eux aussi le fond de la rétine et sont chez l'homme plus nombreux que les cônes. Unités sensorielles primaires au même titre que les cônes, les bâtonnets sont des cellules réceptrices de lumière monochromatique. Ils ne sont donc pas sensibles aux couleurs, mais, en revanche, ils sont capables de percevoir de très faibles intensités. Fonctionnellement parlant, ils servent à la vision nocturne ou crépusculaire et à l'évaluation de la

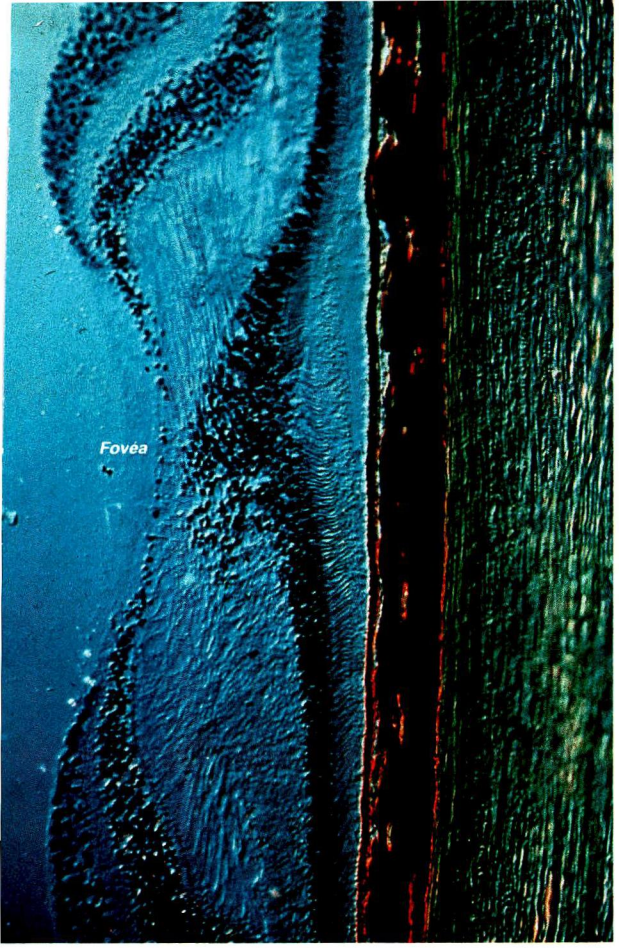


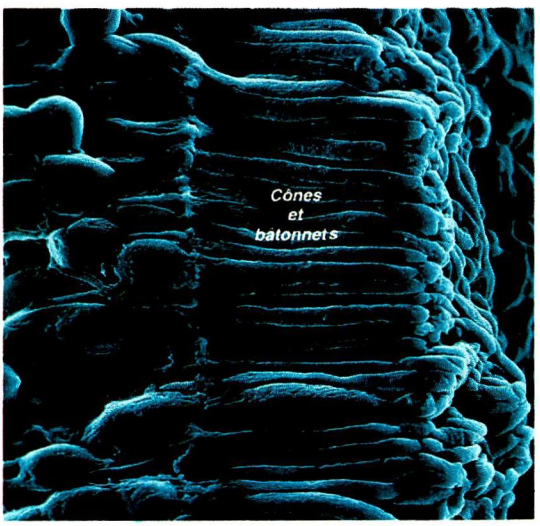
Quand nous fixons un objet, *notre lentille naturelle, le cristallin (dont on voit les cellules sous un microscope à balayage électronique, ci-contre à gauche), adapte sa courbure pour que l'image de cet objet se projette exactement sur la rétine : c'est l'accomodation. La rétine est tapissée de divers types de cellules nerveuses (voir détails sur dessin p. 20), dont les cônes et les bâtonnets (photo ci-contre à droite), qui sont les photorécepteurs. La zone centrale de cette image se projette sur la fovéa (photo ci-contre, en haut). Là, les fibres du nerf optique desservent chacune un seul cône (il n'y a pas de bâtonnet), d'où la netteté maximale de l'image à ce point privilégié.*

quantité de lumière reçue.

Faciles à isoler, parfois de grande taille, notamment chez les amphibiens (les batraciens), les bâtonnets se prêtent mieux aux recherches moléculaires que les cônes. Examinons-en donc un en détail. Un bâtonnet est une cellule nerveuse comprenant, comme tous les neurones, une membrane, un noyau et des prolongements (site récepteur et axone). Grâce à la microscopie électronique, on a pu voir que le site récepteur d'un bâtonnet était constitué de l'empilement d'un bon millier de disques, lesquels se renouvellent sans cesse par formation d'un nouveau disque à la base de la pile toutes les vingt minutes environ. Ces

(2) Un nanomètre = un milliardième de mètre.





Dessin I. Carreia - Photos CNRI - L. Nilsson

disques sont en fait de petits sacs aplatis dont les parois contiennent une substance photosensible : le pigment visuel.

Le pigment visuel spécifique aux bâtonnets est la rhodopsine, une molécule si sensible à la lumière qu'elle est capable de réagir à l'impact d'un seul photon (rappelons que l'énergie d'un photon est infime : 3×10^{-19} joule pour un photon de lumière bleue ; par comparaison, une lampe de poche émet environ 10^{18} photons par seconde).

La rhodopsine est constituée d'un caroténoïde, le rétinal (appelé aussi parfois rétinène), conjugué avec une protéine spécifique, l'opsine. La formule du rétinal est simple : $C_{20}\ H_{28}\ O$. C'est un aldéhyde de la vitamine A ($C_{20}\ H_{30}\ O$), c'est-à-dire un dérivé qui a perdu deux atomes d'hydrogène. On peut dire en quelque sorte que la vitamine A est la forme transportable du rétinal, qui, en perdant deux atomes d'hydrogène, devient hyperréactif, et donc intransportable.

L'impact d'un photon sur une molécule de rétinal modifie la structure spatiale de cette molécule sans en changer la composition. La molécule primitive, ou cis-rétinal, se redresse et devient du trans-rétinal, un isomère de la première ([3]). Cette modification du rétinal provoquée par l'impact du photon est le seul effet direct de la lumière dans la vision ; tous les autres "événements", qu'ils soient chimiques, physiologiques ou psychologiques, sont indépendants de la lumière.

La première conséquence de la transformation du cis-rétinal en trans-rétinal est une altération de la molécule de rhodopsine, au sein de laquelle, nous l'avons vu, le rétinal est lié à l'opsine. Le rétinal, en effet, occupe une "niche" bien définie dans l'opsine. En se convertissant en trans-rétinal, il "disloque" la niche, c'est-à-dire qu'il désorganise la structure de la protéine, faisant apparaître à la surface de cette dernière des sites très "réactifs". D'où une cascade de réactions chimiques qui vont aboutir, en quelques millisecondes, à la création d'un potentiel d'action, c'est-à-dire d'une impulsion qui se propagera tout le long du bâtonnet jusqu'au bout de son axone. Par la suite, le trans-rétinal reprendra la forme cis, l'opsine retrouvera sa structure initiale, et la molécule de rhodopsine sera reconstituée, prête à répondre à l'impact d'un nouveau photon. D'autre part, ainsi que nous l'avons déjà signalé, la rhodopsine "usée" est constamment remplacée grâce au renouvellement continu des disques — ce qui, par parenthèse, témoigne de l'importance de la vitamine A pour la conservation d'une bonne vision.

Pendant des années, depuis que la transformation du cis-rétinal en trans-rétinal a été mise en évidence par le chercheur américain George Wald (prix Nobel de médecine en 1967), on a expliqué la formation d'un potentiel d'action ou, si l'on préfère, d'un influx nerveux, de la manière suivante : l'impact du photon sur la molécule de rhodopsine engendre toute la cascade de modifications structurales et chimiques que nous avons décrite ; il en résulte une libération d'ions calcium, lesquels, venant diminuer la perméabilité au sodium de la membrane du bâtonnet, empêchent les ions sodium positifs (Na^+) présents dans le milieu extracellulaire de pénétrer à l'intérieur de la cellule. Or, les ions étant, comme on sait, des particules électriquement chargées, toute modification de leur répartition de part et d'autre de la

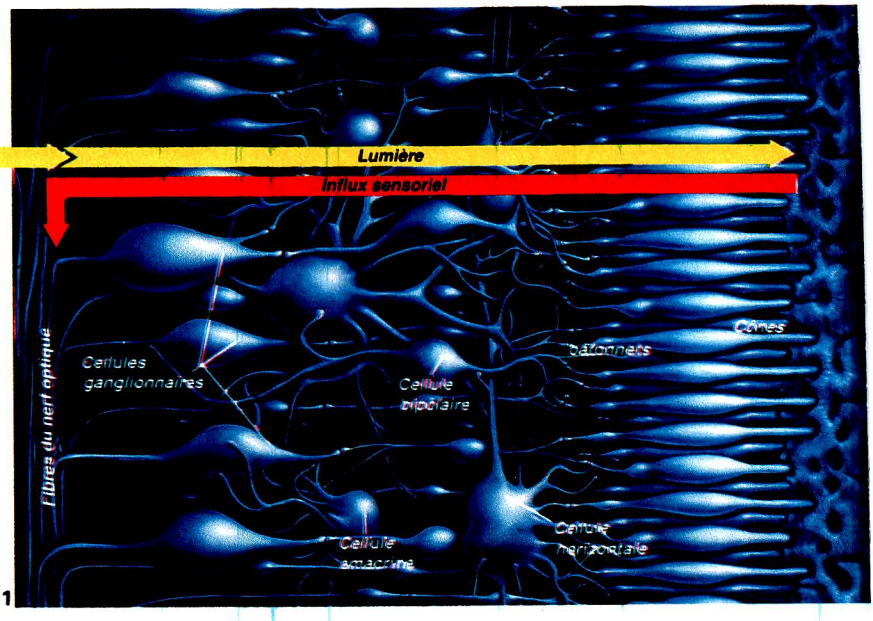
(3) On appelle isomères des corps de même formule brute, mais de formule développée différente, provenant d'un agencement différent des atomes dans la molécule.

membrane cellulaire se traduit automatiquement par une modification de la charge électrique de ladite membrane. C'est ce brusque changement du "potentiel de membrane" (charge électrique de la membrane quand la cellule est au repos) que l'on appelle le potentiel d'action ou l'influx nerveux. Celui-ci se propage le long du bâtonnet jusqu'au bouton synaptique qui en termine l'axone. Là, il provoque la décharge d'une quantité du neurotransmetteur emmagasiné dans le bouton, et ce neurotransmetteur transfère l'impulsion dans une fibre du nerf optique.

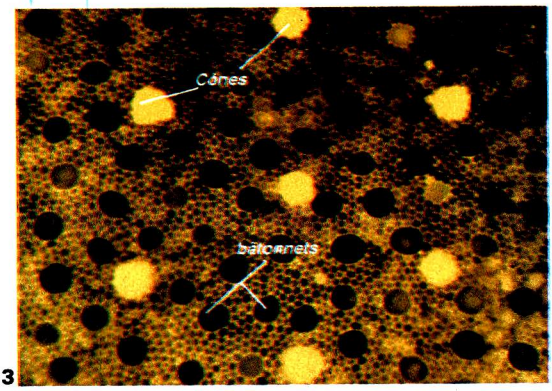
Ceci étant, il convient tout de même de signaler une particularité propre aux bâtonnets. Alors que la plupart des cellules nerveuses réagissent à une stimulation en se dépolarisant, les bâtonnets, eux, réagissent en s'hyperpolarisant. Expliquons-nous. Quand une cellule nerveuse est au repos, son potentiel de membrane est négatif et se situe généralement aux alentours de −70 millivolts. Lorsque survient un stimulus, la charge de la membrane devient brusquement moins négative et même positive. Cette brutale montée de potentiel est due à l'afflux soudain à l'intérieur de la cellule d'ions sodium positifs. On dit alors que la membrane se dépolarise, et cette dépolarisation est le signe visible du passage de l'influx.

Dans les bâtonnets, en revanche, nous avons vu que le stimulus se traduisait par une diminution de la perméabilité membranaire au sodium. De ce fait, le potentiel de membrane devient plus négatif : il passe de −30 à −70 millivolts. On dit dans ce cas que la membrane s'hyperpolarise, parce que sa charge devient inférieure au potentiel de repos.

On observera toutefois que le potentiel de repos des bâtonnets est nettement supérieur au potentiel de repos des autres cellules nerveuses (−30 mV contre −70 mV), alors que le potentiel d'action de ces mêmes bâtonnets est exactement au niveau du potentiel de repos des autres neurones (−70 mV). Tout se passe donc comme si les bâtonets étaient au repos lorsqu'ils sont actifs, et actifs lorsqu'ils sont au repos. Il ne s'agit pas là d'un paradoxe, mais d'une image fidèle de la réalité. En effet, un flux d'ions sodium positifs (Na+) entre continuellement dans les bâtonnets tant que ceux-ci ne sont pas stimulés, entretenant un certain potentiel de membrane, que l'on appelle aussi "courant d'obscurité", parce qu'il atteint son maximum quand les bâtonnets sont restés pendant un certain temps dans l'obscurité (c'est après avoir séjourné quelques minutes dans le noir que nos yeux perçoivent le mieux les lumières de faible intensité). Au contraire, dès que les bâtonnets sont illuminés, le flux d'ions Na^+ se tarit, et le courant est interrompu. Il en va ainsi de certains dispositifs électroniques qui, pour émettre un signal, coupent le courant, ce qui est plus commode et plus rapide que la génération d'une impulsion électrique.



1



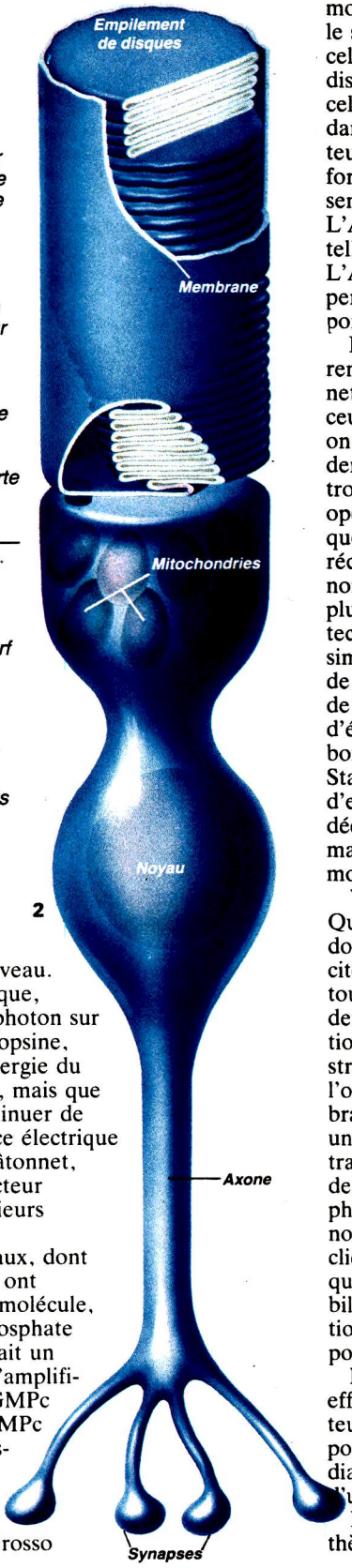
3

En résumé, pour expliquer comment l'impact des photons sur les bâtonnets se transforme en influx nerveux, on faisait intervenir jusqu'ici des ions calcium, qui, libérés au cours des transmutations de la rhodopsine, réduisaient la perméabilité de la membrane aux ions Na+ et créaient du même coup un potentiel d'action par hyperpolarisation de la membrane. Le mécanisme photorécepteur des cônes n'avait pas été étudié avec autant de minutie, mais on supposait que, dans ses grandes lignes, il était analogue à celui des bâtonnets.

Si, pendant près de deux décennies, on a pu se satisfaire de ces explications, les chercheurs présents au récent symposium de Berlin ont dû reconnaître qu'elles laissaient subsister bien des zones d'ombre, et qu'en particulier, l'"hypothèse du calcium" était insuffisante pour rendre compte d'un phénomène capital, à savoir l'extraordinaire amplification grâce à laquelle l'énergie infinitésimale d'un photon peut être convertie en impulsion nerveuse suffisamment puissante pour être

NOTRE ENTOURAGE VISIBLE TRANSFORMÉ EN IMPULSIONS ÉLECTRIQUES

La lumière réfléchie par notre entourage arrive sur la rétine, dont elle traverse les différentes couches de cellules nerveuses, jusqu'aux cônes et aux bâtonnets (1). Ceux-ci (2 — ici un bâtonnet) réagissent en modifiant le potentiel électrique de leur membrane, créant ainsi des impulsions qui se transmettent via les synapses, en sens inverse du trajet de la lumière, jusqu'aux fibres du nerf optique. La rétine comporte un réseau de quelque 20 millions de cônes et 5 à 6 fois plus de bâtonnets (3 — vue en coupe perpendiculaire à la surface de la rétine ; les cônes en jaune ; les bâtonnets, en gris). Le nerf optique ne compte qu'un million de fibres environ, mais chaque fibre synthétise les influx provenant de quelques cônes ou d'un nombre considérable de bâtonnets (jusqu'à plusieurs centaines).



Dessin (de droite) I. Correia - Photos Guigoz - Monasterio/Petit Format - Dessin (de gauche) extrait de la coll. iconographique du Pr F. Leroy

propagée jusqu'au cerveau. On a calculé en effet que, lors de l'impact d'un photon sur une molécule de rhodopsine, seule la moitié de l'énergie du photon était absorbée, mais que cela suffisait pour diminuer de 2 à 4 % la conductance électrique de la membrane du bâtonnet, ce qui implique un facteur multiplicateur de plusieurs milliers d'unités.

Or, de récents travaux, dont certains sont français, ont montré qu'une petite molécule, le guanylate mono-phosphate cyclique (GMPc), jouait un rôle primordial dans l'amplification du signal. Le GMPc est très proche de l'AMPc (adénylate mono-phosphate cyclique), qui est le principal médiateur de l'action hormonale. Grosso modo, le mécanisme d'intervention de l'AMPc est le suivant : lorsqu'une hormone atteint une de ses cellules cibles, elle se fixe sur des sites récepteurs disséminés à la surface de la membrane de la cellule. Ce faisant, elle active un enzyme renfermé dans ladite membrane au voisinage des sites récepteurs, l'adenyl-cyclase, qui, lui, catalyse la transformation de l'ATP (adénosine tri-phosphate) présente sur la face interne de la membrane en AMPc. L'AMPc, à son tour, induit dans la cellule telle ou telle modification commandée par l'hormone. L'AMPc agit donc comme un messager qui répercute à l'intérieur de la cellule les ordres apportés par l'hormone.

Revenons maintenant au GMPc. On avait bien remarqué par le passé que l'activation des bâtonnets par la lumière provoquait à l'intérieur de ceux-ci une série de réactions enzymatiques, mais on ne s'était pas arrêté sur ces phénomènes, au demeurant fort complexes, jugeant qu'ils étaient trop lents pour jouer un rôle quelconque dans une opération aussi rapide que la photodétection. En quoi l'on avait tort, car les expériences les plus récentes démontrent que, loin d'être des épiphénomènes, ces réactions enzymatiques expliquent plus complètement et plus justement la photodétection que l'hypothèse des ions calcium, par trop simpliste. Ainsi, le Pr Marc Chabre, un transfuge de la physique nucléaire travaillant au laboratoire de biologie moléculaire et cellulaire du Centre d'études nucléaires de Grenoble, a établi, en collaboration avec le Pr L. Stryer, de l'université de Stanford (Californie), que la rhodopsine en état d'excitation (c'est-à-dire frappée par un photon) déclenchait une cascade de réactions de type enzymatique, assez comparable au mécanisme hormonal.

Voici ce processus tel que le décrit le Pr Chabre. Quand un photon frappe une molécule de rhodopsine, celle-ci se transforme en rhodopsine excitée (représentée par le symbole R*), subissant toutes les transformations que nous avons précédemment évoquées (modification de la configuration spatiale du rétinal, réaménagement de la structure de l'opsine, etc.). La rhodopsine, ne l'oublions pas, faisant partie intégrante de la membrane des disques, la molécule R* interagit avec une autre protéine de cette même membrane : la transducine, composée de trois sous-unités. Une de ces sous-unités se sépare et active un enzyme, la phosphodiestérase ou PDE, qui convertit la guanosine présente dans le bâtonnet en GMP cyclique. Enfin, c'est vraisemblablement le GMPc qui serait responsable du changement de perméabilité de la paroi du bâtonnet, donc de la perturbation de l'équilibre ionique et de la création d'un potentiel d'action.

Mécanisme quasi hormonal, disions-nous : en effet la rhodopsine peut être comparée à un récepteur hormonal qui active un enzyme pour transporter à l'intérieur du bâtonnet, par l'intermédiaire du GMPc, le stimulus provoqué par l'impact d'un photon.

Plusieurs arguments militent en faveur de cette thèse :

● Des mesures effectuées sous infrarouge (rayonnement non perceptible par l'œil) ont montré qu'il suffisait de quelques millisecondes pour qu'une molécule R* active une molécule de transducine. Il ne s'agit donc pas d'un phénomène trop lent pour s'accorder avec la rapidité de la réaction à l'excitation lumineuse.

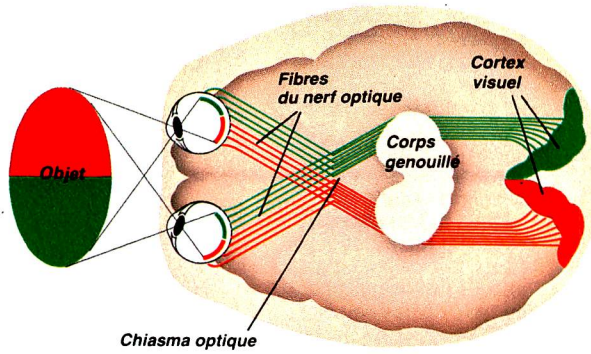
● On a d'autre part observé qu'une molécule de R* activait 100 molécules de transducine ; que ces 100 molécules de transducine activaient à leur tour 100 molécules de PDE (phosphodiestérase) ; qu'enfin chacune de ces 100 molécules d'enzyme catalysait la formation d'environ un millier de molécules de GMPc. Ce qui donne un facteur multiplicateur de l'ordre de 100 000 et explique l'extraordinaire amplification grâce à laquelle une excitation initiale infime — l'impact de quelques photons — entraîne une réponse biologiquement perceptible.

● Corrélativement, l'hypothèse des ions calcium, généralement admise jusqu'ici par les scientifiques, s'effondre. Plusieurs chercheurs ont en effet démontré qu'une diminution même importante de la concentration des ions calcium à l'intérieur des bâtonnets n'empêchait pas ces cellules de réagir à l'excitation lumineuse. Qui plus est, d'autres chercheurs ont constaté que les fluctuations du calcium dans les bâtonnets n'étaient pas synchronisées avec les stimulus électriques provoqués par la lumière.

Alors, quelle est la fonction de ces ions calcium, qui, malgré tout, existent ? Selon certains, ils pourraient jouer un rôle modulateur dans la cascade des réactions enzymatiques, freinant ces dernières ou les accélérant selon l'intensité de la lumière. Du reste, dans d'autres secteurs, et en particulier dans l'excitation musculaire, le calcium est connu pour son action de contrôle sur les flux ioniques. Or, l'œil humain est certainement le "capteur" de lumière le plus performant et le plus souple qui soit, capable de fonctionner efficacement dans une gamme d'intensités lumineuses extrêmement vaste (entre la nuit étoilée et la plage ensoleillée, la luminosité est multipliée par un facteur d'environ 1 million), performance qu'aucune pellicule photo ne peut égaler.

Si les recherches en cours confirment l'hypothèse du GMPc, c'est-à-dire d'un processus de type hormonal, la science aura fait un grand pas dans la compréhension non seulement de la perception visuelle, mais aussi d'autres phénomènes biologiques en rapport avec la lumière, tels que le phototropisme (attirance vers la lumière) et le photopériodisme (réaction d'une plante à une succession définie de lumière et d'obscurité). La chaîne enzymatique aboutissant au GMPc pourrait alors être considérée comme un système fondamental mis au point par l'évolution pour utiliser de façon optimale l'information lumineuse, système s'adressant, à quelques variantes près, à toutes sortes d'êtres vivants, de l'homme à la bactérie en passant par les végétaux.

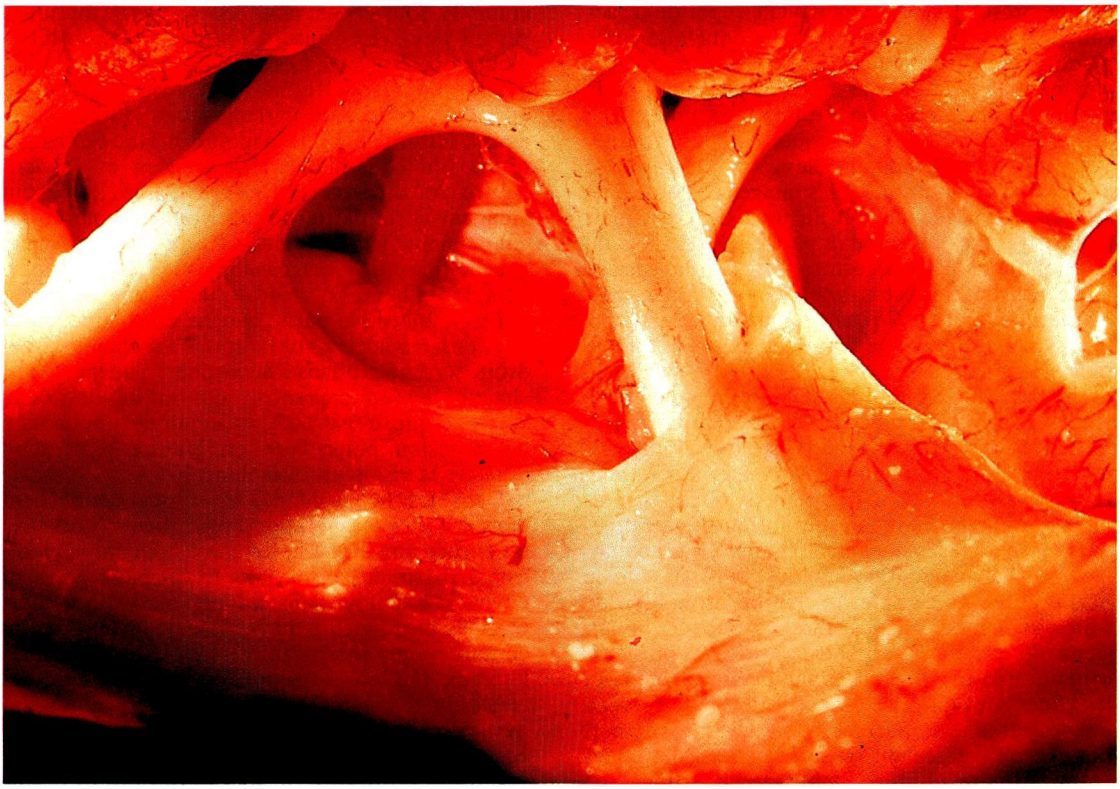
Si, parmi les phénomènes biologiques en rapport avec la lumière, nous n'avons pas mentionné la photosynthèse, c'est-à-dire l'utilisation par les plantes à chlorophylle de l'information lumineuse pour la synthèse des hydrates de carbone, c'est parce que celle-ci n'est pas exactement de même nature que la photoréception. La photosynthèse recueille l'énergie des photons et l'exploite par un processus de fabrication, tandis que la photoréception collecte l'information apportée par l'impact des photons et, pour la traiter et la transmettre, dépense une énergie plusieurs centaines de fois supérieure à celle des photons captés. Quelques organismes, d'ailleurs, sont dotés des deux systèmes. Ainsi certaines bactéries et certaines algues disposent à la fois d'un système de perception, qui leur permet de s'orienter vers la lumière, et d'un système de photosynthèse, qui leur donne le moyen d'en utiliser l'énergie.



On a en effet récemment découvert que certaines bactéries disposaient d'une sorte de perception visuelle, et étaient même capables de différencier les couleurs. Le Pr John L. Spudich, du collège de médecine Albert Einstein à New York, et Renato A. Bogomolni, de l'université de Californie de San Francisco, ont ainsi observé qu'une bactérie, *Halobacterium halobium*, aimait le rouge mais était allergique au bleu. Cette bactérie, qui vit dans les eaux saumâtres, est, comme la plupart de ses semblables, "chimiotactile", c'est-à-dire qu'elle réagit à la présence de substances utiles ou nuisibles à son métabolisme ; mais, en plus, elle est "photosensible". En l'absence de stimulus lumineux, elle paraît se déplacer au hasard, changeant fréquemment de direction, comme si elle explorait son environnement (elle se meut à l'aide de flagelles). Mais, dès que luit une lumière, son comportement change du tout au tout : si les radiations bleues dominent, elle vire brusquement et s'éloigne de la source lumineuse ; au contraire, si c'est le rouge qui l'emporte, elle nage aussitôt vers la source, comme attirée par elle.

Intrigués, les chercheurs américains ont voulu connaître les raisons d'une semblable conduite. Des investigations minutieuses leur ont permis d'identifier dans le cytoplasme de la cellule bactérienne des vésicules contenant un pigment visuel, pigment dont l'activation transmet une impulsion au "moteur" flagellaire. Ce mécanisme est si sensible que l'activation d'une seule molécule de pigment suffit à alerter le "moteur" et à faire changer de direction la bactérie.

Selon Spudich et Bogomolni, ce pigment suscep-



Nous voyons en relief *parce que les fibres optiques venant de la partie droite de chaque œil, et qui contiennent les informations du champ visuel gauche (puisque l'image est inversée sur la rétine), vont dans l'hémisphère droit du cerveau, et vice versa. Ainsi, chaque hémisphère reçoit des influx des deux yeux. Ce croisement s'appelle le chiasma optique (**photo**).*

tible de différencier sommairement deux couleurs pourrait être un précurseur des molécules qui permettent à des créatures plus avancées de percevoir une gamme de nuances beaucoup plus étendue. Cette gamme, soit dit en passant, n'est pas de même ampleur pour tous les êtres vivants, et ne correspond pas forcément au spectre des radiations visibles par l'homme. Celui-ci, avons-nous précisé au début de cette étude, ne perçoit qu'une bande assez étroite de longueurs d'onde : de 380 à 750 nanomètres (du violet au rouge). Mais d'autres êtres "voient" des longueurs d'onde plus courtes (ultraviolet) ou plus longues (infrarouge). Ainsi les oiseaux-mouches perçoivent les radiations ultraviolettes situées entre 380 et 350 nanomètres, et les abeilles descendent même jusqu'à 310 nanomètres. A l'inverse, certains serpents possèdent près des yeux des organes aptes à détecter les radiations infrarouges au-delà de 770 nanomètres. Les sites récepteurs de ces organes sont donc sensibles au rayonnement calorique, de sorte que les serpents en question sont capables de localiser une proie ou un agresseur au sang chaud tapis au fond d'une cachette.

En outre, la plupart des insectes ainsi que quelques mollusques (poulpes, seiches) parviennent à percevoir le plan de polarisation de la lumière, c'est-à-dire le plan caractérisant l'orientation des vibrations lumineuses dans une lumière polarisée (rappelons que, dans la lumière polarisée, toutes les vibrations sont perpendiculaires au plan de polarisation). Dans la nature, les phénomènes de polarisation sont courants : ainsi la lumière du ciel bleu ou la lumière réfléchie par l'eau sont polarisées. Il est donc possible d'utiliser l'information directionnelle fournie par la polarisation pour s'orienter. C'est ce que font les abeilles, par exemple.

Abordons à présent la partie cérébrale de la vision. Si, comme nous venons de le voir, le mécanisme de la photoréception est à peu près élucidé, si celui de la phototransduction est en voie de l'être, la transformation dans notre cerveau des impulsions nerveuses en images multicolores, qui nous paraissent extérieures à nous-mêmes, est encore en grande partie un mystère.

L'astronome allemand Johannes Kepler, au début du XVII[e] siècle, fut sans doute le premier à comparer l'œil à une "chambre noire", expliquant que la vision venait d'« images du monde extérieur qui se forment sur la surface concave de la rétine ». Plus tard, Descartes, dans le "discours troisième" de sa *Dioptrique*, reviendra sur l'image de la chambre obscure, suggérant, à titre de vérification, de prélever « l'œil d'un homme fraîchement mort, ou, à défaut, celui d'un bœuf », de « couper dextrement » les peaux qui en recouvrent la face postérieure en prenant bien soin de conserver le

Dessin I. Carreia - Photo L. Nilsson

liquide présent dans le globe oculaire, et de placer contre l'ouverture ainsi pratiquée « quelque corps blanc qui soit si délié que le jour passe au travers, comme, par exemple, un morceau de papier ou la coquille d'un œuf » : on y discernera une image inversée des objets vers lequel l'œil est tourné. Pour ce qui est d'expliquer la vision, Descartes se contente d'indiquer que « les images des objets ne se forment pas seulement au fond de l'œil, mais passent jusques au cerveau par les petits filets du nerf optique ». Il se forme ainsi sur la surface intérieure du cerveau « une peinture assez semblable aux objets ». Ce qui, somme toute, est assez bien vu pour l'époque, mais demeure à tout le moins sommaire.

En fait, les innombrables impulsions générées par les cônes et les bâtonnets subissent des traitements fort complexes avant d'être distribués dans le cortex visuel, la région du cerveau où débute le processus de la vision proprement dite. Un premier traitement intervient au niveau de la rétine, où sont juxtaposés quelque 100 millions de bâtonnets et une vingtaine de millions de cônes. Or, le nerf optique ne compte qu'environ un million de fibres, si bien que chaque fibre regroupe les impulsions de plusieurs dizaines, voire de plusieurs centaines de récepteurs. D'une manière générale, les cônes sont en prise plus directe sur le cerveau que les bâtonnets ; autrement dit, les fibres du nerf optique qui véhiculent les informations des cônes ne regroupent chacune qu'un nombre limité de cônes (4), alors qu'un nombre considérable de bâtonnets peuvent converger vers une même fibre.

Cela dit, cette convergence, qu'elle soit faible ou forte, implique nécessairement un traitement de l'information. Dans la mesure, en effet, où plusieurs récepteurs sont branchés sur une même fibre, l'impulsion transmise par cette fibre ne peut être que la synthèse des impulsions provenant des différents récepteurs — et, par conséquent, la synthèse des informations apportées par des myriades de photons.

Au niveau de la rétine, remarque le Pr Chabre, l'information est du type analogique : des signaux plus ou moins intenses sont émis en fonction du nombre de photons reçus par les photorécepteurs. Ces signaux sont comparés et éventuellement additionnés dans les premiers étages nerveux (c'est-à-dire dans les interneurones qui assurent la liaison entre les cônes ou les bâtonnets et les fibres du nerf optique ; ce sont en effet ces interneurones qui sont responsables de la convergence de plusieurs récepteurs vers une même fibre). Par la suite, dans le nerf optique, le codage devient digital, employant le langage des ordinateurs : ce sont des trains d'impulsions standardisées — dont la fréquence définit l'information — qui transitent vers le cerveau.

Un second traitement en forme de tri a lieu au niveau du chiasma optique. On appelle chiasma optique l'endroit, situé à peu près au milieu du crâne et sous le cerveau, où les nerfs optiques venant des deux yeux se rencontrent, se dédoublent et se croisent. Les fibres issues de la moitié externe de chaque rétine (du côté de la joue) se dirigent vers le côté correspondant du cerveau ; mais les fibres issues de la moitié interne de chaque rétine (du côté du nez) se croisent et gagnent l'autre côté du cerveau. De sorte que les fibres, qui viennent de la partie droite de chaque œil et qui contiennent les informations du champ visuel gauche (puisque l'image est inversée sur la rétine), vont dans l'hémisphère droit, tandis que les fibres, qui viennent de la partie gauche de chaque œil et qui contiennent les informations du champ visuel droit, se rendent dans l'hémisphère gauche. Ainsi chaque hémisphère reçoit des influx des deux yeux, ce qui, d'une part, explique la simultanéité de la vision binoculaire et, d'autre part, rend possible la vision en trois dimensions.

Dans les hémisphères, les fibres débouchent dans le cortex visuel (appelé également cortex strié ou encore aire 17). Là, les choses se compliquent, car, à partir du cortex visuel, des messages sont envoyés à la fois dans les régions avoisinantes, dans les profondeurs du cerveau et même, par un curieux retour en arrière, vers les corps genouillés latéraux (les corps genouillés latéraux sont des zones du thalamus par où passent les fibres des nerfs optiques avant d'atteindre le cortex). Le cortex visuel n'est donc pas le point d'aboutissement des messages d'origine rétinienne. La perception, pour prendre sa pleine signification, doit se nourrir d'autres informations emmagasinées dans d'autres zones du cerveau : c'est à ce prix seulement que notre "esprit" pourra disposer d'une image qui ne sera plus visuelle, mais cérébrale.

Il n'en reste pas moins que le cortex joue un rôle important dans l'organisation de l'information visuelle. De nombreuses expériences ont montré que les champs récepteurs de la majorité des cellules corticales n'étaient plus circulaires mais en forme de bandes à l'orientation bien déterminée. Cela mérite une explication. Rappelez-vous, nous avons vu plus haut que chacune des fibres du nerf optique transmettait généralement les impulsions de plusieurs dizaines, voire de plusieurs centaines de photorécepteurs (cônes ou bâtonnets). Ce groupe de photorécepteurs forme ce que l'on appelle le champ récepteur de la fibre. En d'autres termes, le champ récepteur d'une fibre est la zone de la rétine dont l'excitation entraîne l'activation de cette fibre. Précision importante : dans la rétine, les champs récepteurs ont une forme circulaire, et leur taille varie (d'une fraction de millimètre à plus d'un millimètre) en fonction de la position qu'ils occupent (ils sont plus grands à la périphérie de la rétine qu'au centre). D'autre part, l'intensité du stimulus recueilli par la fibre associée à un champ récepteur diffère selon que les photons frappent le centre ou la périphérie de ce champ, ou les deux à la fois. Nous retrouvons là le premier traitement de l'information dont nous avons déjà parlé.

Or, une exploration cellule par cellule du cortex visuel de primates, à l'aide d'électrodes, a permis

(4) Au centre de la rétine, il existe une zone hypersensible, la fovea, où ne se trouvent que des cônes, et où chacun de ces cônes est lié directement à une fibre du nerf optique.



Les unités de traitement visuel *sont, d'après Hubel et Wiesel, de petits modules interconnectés de la taille d'un grain de sésame et contenant un ensemble de circuits neuronaux traitant les coordonnées X et Y du champ visuel, l'orientation et la préférence oculaire. Lorsqu'un seul œil est stimulé, une colonne sur deux est activée (carrés verts plus lumineux, sur ce cliché pris par autoradiographie).*

d'établir que la plupart des cellules corticales regroupent les informations recueillies par plusieurs champs récepteurs rétiniens, de sorte que leur champ à elles n'est plus circulaire, mais forme une bande bien délimitée. Autrement dit, ces cellules corticales centralisent tout ce qui se passe sur de petites bandes verticales, horizontales ou obliques de rétine, et sont donc capables de discerner le déplacement d'un stimulus dans une direction donnée.

Ces cellules corticales dites "primaires" activent à leur tour des cellules dites "complexes" (parce qu'elles intègrent les stimuli de plusieurs cellules primaires), lesquelles mettent en branle des cellules encore plus complexes, etc. Ainsi, grâce à des interconnexions de plus en plus serrées, l'information visuelle atteint des niveaux d'organisation de plus en plus élaborés : au digital de l'influx nerveux, on est revenu à l'analogique, c'est-à-dire à l'analyse des stimulations, à leur comparaison et à leur sommation.

Une autre fonction du cortex est la coordination des informations provenant des deux yeux. Une ébauche de cette coordination peut déjà être constatée au niveau du corps genouillé, relais entre les yeux et le cortex cérébral. Si l'on injecte dans l'œil d'un animal anesthésié un acide aminé marqué radioactivement, cet acide gagne lentement le cerveau ; on peut alors, en découpant les différentes parties de l'encéphale en fines lamelles géographiques, découvrir les aires de dominance de l'œil injecté. On a ainsi observé chez le singe que le corps genouillé était formé de six couches superposées se rapportant alternativement à l'œil gauche et à l'œil droit. Après avoir dressé une cartographie des neurones de chacune de ces couches, on a remarqué des correspondances précises entre les champs visuels de chaque œil. En gros, le même point perçu par l'œil gauche et par l'œil droit génère deux impulsions qui, dans le corps genouillé, se retrouvent dans deux couches différentes, mais très exactement l'une au-dessus de l'autre.

Dans le cortex visuel, la coordination franchit un pas supplémentaire. En effet, si au niveau des cellules primaires subsiste la dominance oculaire, la plupart des cellules complexes répondent indifféremment aux stimulations de l'un ou de l'autre œil. Le niveau de la réponse est simplement augmenté si les deux yeux sont simultanément excités.

Il y a quelques années, David H. Hubel et Torsten N. Wiesel, tous deux de la faculté de médecine de Harvard, et tous deux prix Nobel de médecine en 1981, ont confirmé de façon spectaculaire l'existence de cellules corticales sensibles à l'orientation des objets dans le champ visuel. Ils ont commencé par injecter à un animal du désoxyglucose marqué radioactivement. La principale

(suite du texte page 28)

Photo Guigoz - P. Hubel/Petit Format

Les myopes vont-ils pouvoir se passer de lunettes ? On le prétend. Plusieurs pays, dont la France, expérimentent une technique chirurgicale mise au point en Union soviétique il y a une dizaine d'années, la kératotomie radiaire, qui pourrait devenir un moyen courant de traiter la myopie.

Qu'est-ce que la kératotomie, dont on parle tant aujourd'hui ? C'est la "réparation" de la cornée (en grec kéras), premier élément du système optique de l'œil humain. Voyons de quoi se compose ce système, en partant de l'extérieur de l'œil et en allant jusqu'à la rétine, où se forme l'image. Il y a donc d'abord la cornée, dont la surface courbée joue le rôle d'une lentille, et qui est responsable de la plus grande partie du phénomène de convergence. Vient ensuite l'humeur acqueuse, liquide transparent qui occupe l'espace entre la cornée et le cristallin. Par-dessus le cristallin, se trouve l'iris, qui donne sa couleur à l'œil, et dont la fonction est celle du diaphragme d'un appareil photographique : l'iris est percé au centre d'un trou, la pupille, dont le diamètre est plus ou moins grand selon l'intensité de la lumière. Le cristallin est la seconde lentille du système optique : de forme biconvexe (la convexité postérieure est plus forte que la convexité antérieure), élastique, il est par excellence l'organe de l'accommodation, c'est-à-dire de la "mise au point" de l'œil par rapport à la distance à laquelle est située la source lumineuse. Contrôlé par des muscles, le cristallin s'aplatit quand on accommode sur un objet lointain et se courbe quand on observe un objet proche. Enfin, tout le centre du globe oculaire est formé d'une masse gélatineuse et transparente, le corps vitré (appelé aussi humeur vitrée).

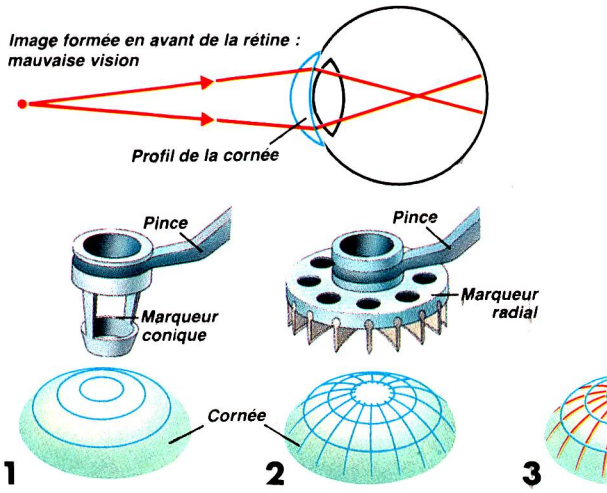
Dans un œil normal (emmétrope), les rayons lumineux émis par une source ponctuelle éloignée sont réfractés (déviés) par la cornée, puis par le cristallin, et vont converger en un foyer unique sur la rétine. Si les rayons convergent en avant de la rétine, l'œil est dit myope ; s'ils convergent en arrière, il est hypermétrope. Dans les deux cas, l'image qui se forme sur la rétine est trouble.

Trois sortes d'anomalies peuvent provoquer la myopie : ou bien le diamètre antéro-postérieur de l'œil est trop long (le globe est trop grand par rapport à la taille du cristallin) ; ou bien le cristallin est trop convergent ; ou encore la cornée est trop bombée. Mais, quelle que soit la cause, le résultat est le même : l'image se forme en avant de la rétine, sauf celle des objets très proches. En conséquence, le myope n'y voit pas de loin, mais y voit de très près.

On corrige habituellement la myopie en plaçant devant l'œil une lentille (verre de lunettes ou de contact) concave, qui écarte les rayons lumineux, de sorte que ceux-ci, au moment où ils pénètrent dans l'œil, ne sont plus parallèles mais divergents. Cette divergence compense l'excès de convergence de l'œil myope, et l'image se forme normalement sur la rétine.

C'est un ophtalmologiste japonais qui, avant la dernière guerre mondiale, eut le premier l'idée de corriger la myopie par la chirurgie. Le Dr Tutomi Sato eut l'intuition que, si l'on pratiquait quelques incisions dans la cornée, celle-ci, en se cicatrisant, se tendrait et deviendrait moins convexe (et ferait donc moins converger les rayons lumineux). Il imagina de faire ces incisions en rayons de roue sur tout le pourtour de la cornée, aussi bien sur la face antérieure que sur la face postérieure. La technique de la kératotomie radiaire était née. Mais, délicate à appliquer à cause de la précision requise, elle ne franchit pas les frontières du Japon.

L'idée fut reprise il y a une dizaine d'années par un chirurgien soviétique, le Dr Sviatoslav Fiodorov, qui s'était déjà illustré par la mise au point de cristallins artificiels destinés à remplacer les cristallins opacifiés par la cataracte. C'est en soignant un garçon myope dont la cornée avait été lacérée par des éclats de verre que le Dr Fiodorov fut amené à reconsidérer la technique du Dr Sato : quelques jours après l'intervention réparatrice, il constata en effet que la myopie de l'adolescent s'était considérablement atténuée. Aujourd'hui, le Dr Fiodorov est directeur de l'Institut de microchirurgie de l'œil, à Moscou, et membre correspondant de l'Académie de médecine moscovite ; grâce à lui, la kératotomie est devenue une intervention courante en URSS, puisque plus d'une dizaine de milliers de myopes ont été traités de cette façon. Quant aux résultats, ils sont plus que satisfaisants, puisque 90 % des opérés auraient



recouvré une vision normale.

Fondamentalement, la technique du Dr Fiodorov est la même que celle du Dr Sato, à cette différence près que les incisions ne sont plus faites que sur la face antérieure de la cornée (certains patients du chirurgien japonais ont en effet été victimes d'œdèmes de la cornée que l'on a attribués aux incisions postérieures). Cela dit, la kératotomie, telle qu'elle est pratiquée en URSS, a bénéficié de tous les progrès que la science et la médecine ont accomplis au cours des dernières décennies : elle est devenue une opération précise, parfaitement maîtrisée et exécutée quasiment "à la chaîne".

Elle commence par un examen minutieux des yeux du patient et une analyse des facteurs qui vont conditionner l'intervention : intensité de la myopie ; caractéristiques physiques de la cornée (son diamètre, son rayon de courbure, son élasticité, son épaisseur en différents points) ; pression intra-oculaire ; distance entre la cornée et la rétine, etc. Intégrant tous ces paramètres, un ordinateur détermine le nombre des incisions, leur longueur et leur profondeur. L'épaisseur de la cornée (entre 0,6 et 0,8 mm environ) est une donnée importante, car les incisions doivent être pratiquées sur 8 ou 9 dixièmes de cette épaisseur.

Ensuite, le patient ayant été anesthésié localement,

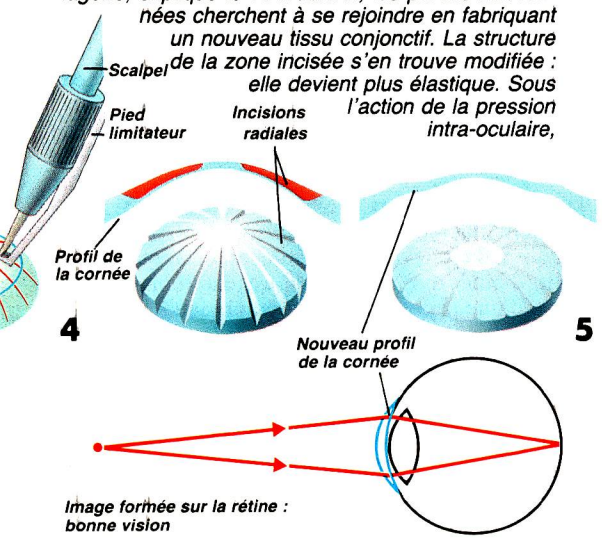
POUR CORRIGER LA MYOPIE

un marqueur trace des lignes de couleur sur la cornée, délimitant la partie centrale (qui ne sera pas touchée) et indiquant la direction et l'emplacement des 12 ou 16 incisions qui seront pratiquées (**dessins 1 et 2**).

Un seul œil est opéré par séance. Les incisions sont faites par un scalpel micrométrique (**3**) tenu à la main, mais doté d'un "pied limiteur" qui contrôle la profondeur des entailles et évite que le chirurgien ne lèse par un faux mouvement les tissus sous-jacents. La profondeur des incisions est périodiquement vérifiée par un "profondimètre".

Aucune hospitalisation n'est nécessaire. Un simple pansement est placé sur l'œil du patient, et celui-ci peut rentrer chez lui. Il reviendra le lendemain pour une vérification, et une semaine plus tard pour l'opération du second œil. Selon le Pr Ivachine, directeur adjoint de l'Institut de microchirurgie de l'œil, les bons résultats obtenus s'expliquent non seulement par la correction optique consécutive à la modification de la forme de la cornée, mais aussi par une sorte de "rajeunissement" du collagène, le principal constituant de la cornée. Le collagène est une protéine fibrillaire, dont les fibrilles, avec l'âge, deviennent plus denses et moins souples.

« Lorsque nous sectionnons les molécules de collagène, explique le Pr Ivachine, les parties fractionnées cherchent à se rejoindre en fabriquant un nouveau tissu conjonctif. La structure de la zone incisée s'en trouve modifiée : elle devient plus élastique. Sous l'action de la pression intra-oculaire,



cette zone rajeunie gonfle, tandis que la partie centrale de la cornée, à laquelle on n'a pas touché, demeure rigide. Ce gonflement périphérique suffit pour modifier la courbure de la cornée (de **4** à **5**) et, par voie de conséquence, faire converger les rayons sur la rétine. Ainsi, la myopie diminue ou même disparaît. »

Aujourd'hui, les chirurgiens soviétiques ont abandonné les scalpels en acier pour les scalpels en diamant, dont l'épaisseur ne dépasse pas 80 atomes de carbone dans la partie tranchante — soit l'équivalent de 300 angströms (1 angström = 10^{-10} mètre). Ces instruments permettent des incisions d'une extrême finesse, à l'échelle de la molécule de collagène, qui mesure environ 3 000 angströms.

Mais la plus grande originalité des chirurgiens soviétiques réside peut-être dans l'adoption d'une certaine forme de division du travail. « Nous sommes les premiers à avoir monté une chaîne de microchirurgie, souligne le Pr Ivachine. Depuis quelque temps, nous opérons à cinq. Chacun réalise un acte bien précis, qui lui prend de trois à cinq minutes. Nous parvenons ainsi à traiter 60 à 70 patients par jour. »

Les Soviétiques pensent même pouvoir automatiser complètement l'opération, c'est-à-dire la confier à des robots.

Introduite aux États-Unis en 1978, la kératotomie radiaire y a fait l'objet d'une évaluation clinique sous les auspices de l'Institut national des yeux. Les 413 premiers patients furent suivis pendant un an : tous présentaient une atténuation de la myopie et une amélioration de la vision. Aucune complication grave ne fut relevée. Mais, comme dit le Dr George O. Waring, directeur du comité d'évaluation, « il est trop tôt pour juger des résultats à long terme. L'amélioration persistera-t-elle ? N'y a-t-il pas de risques de cataracte ? Nous n'en savons rien. »

D'autre part, le coût de l'opération — qui est de l'ordre de 3 000 dollars pour les deux yeux — fait tiquer les compagnies d'assurances américaines. Au Texas (qui est, avec la Californie, l'État où le plus grand nombre de kératotomies ont été réalisées), le conseil municipal de Houston a décidé de ne plus rembourser l'opération aux fonctionnaires de la ville et à leur famille.

En France, la kératotomie a été présentée par le Dr Fiodorov lors du congrès de l'Association française des implants intra-oculaires, en 1979. Quelque temps plus tard, un chirurgien américain en fit une démonstration à Nice, devant un groupe de chirurgiens français et italiens. Depuis, elle a été pratiquée sur des dizaines de patients, notamment par le Dr Léo Amar, à la clinique des Mimosas à Cannes. Déjà des améliorations sont proposées : ainsi le Dr Danièle Aron-Rosa, de l'hôpital Trousseau à Paris, spécialiste mondialement reconnue de la chirurgie oculaire au laser, préconise que cette intervention soit réalisée non plus au scalpel de diamant, mais au laser.

Lors d'une récente Journée de microchirurgie de l'œil, à l'hôpital Foch, on a pu constater que la kératotomie radiaire, si elle est jugée séduisante par nombre de praticiens, est cependant loin de faire l'unanimité. Les sceptiques émettent des doutes sur la durabilité de la correction chirurgicale et font valoir que, dans les cas de forte myopie, les résultats sont moyens : seuls 38 % des opérés n'ont plus besoin de lunettes.

Quant à la Sécurité sociale française, elle considère que l'intervention relève de la chirurgie esthétique, et refuse de la rembourser. C'est sans doute la raison pour laquelle cette technique est surtout pratiquée par des chirurgiens privés, dont les tarifs oscillent entre 2 500 et 5 000 F par œil.

Signalons pour terminer une autre technique chirurgicale mise au point par le fameux Dr José Barraquer, de Bogota (Colombie). Pour traiter les myopies sévères, il découpe une petite calote de cornée et la congèle à − 60° C. Lorsque le froid l'a bien durcie, il la travaille au tour, la rabote et la surface, selon un programme établi par ordinateur et adapté à chaque patient. La pastille restructurée est ensuite décongelée et recousue sur la cornée. Cette technique, la "kératomilose", donne d'excellents résultats, mais elle est beaucoup plus onéreuse. Elle a été pratiquée en France sur une vingtaine de patients par le Dr Jean-Louis Couderc, de la fondation Rothschild.

Dessin I. Carreia

(suite de la page 25)
source énergétique du cerveau étant le glucose, les neurones absorbent sans difficulté le désoxyglucose, qui laisse derrière lui une trace radioactive. Une fois l'injection pratiquée, ils ont fait passer devant les yeux de l'animal un dessin fait de bandes verticales noires et blanches. Ensuite, ils ont sacrifié la bête et découpé son cerveau en fines lamelles. L'examen de ces tranches a révélé une série de bandes de radioactivité, distantes d'environ un demi-millimètre et correspondant aux cellules sensibles aux lignes verticales.

Cette expérience a amené les deux neurophysiologistes de Harvard à formuler l'hypothèse suivante : l'élément de base du cortex visuel serait un petit module d'un millimètre carré de surface et de deux millimètres d'épaisseur contenant un ensemble de circuits neuronaux représentant toutes les orientations possibles ainsi que la dominance oculaire gauche et droite. Le cortex visuel serait "pavé" de tels modules interconnectés, qui, travaillant ensemble, permettraient le traitement simultané d'au moins quatre variables : les coordonnées x et y du champ visuel, l'orientation, et la préférence oculaire.

Hypothèse séduisante, mais qui n'explique pas tout. Car, ne l'oublions pas, le cortex visuel intègre également les données concernant les couleurs, le mouvement et le relief. C'est également lui qui contrôle, sans même que nous en soyons conscients, les muscles qui permettent l'accommodation visuelle et ceux qui commandent les mouvements oculaires. Parmi ces mouvements, il en est de bien particuliers que l'on appelle les "saccades". Ce sont de petites secousses très rapides qui, en plus du rôle qu'elles jouent dans la recherche des cibles au sein du champ visuel, déplacent sans cesse l'image sur les récepteurs rétiniens, empêchant l'adaptation. Si elles cessaient, toutes les couleurs et la plupart des détails s'estomperaient en quelques secondes. Les saccades font partie des mouvements les plus rapides de l'organisme ; elles se produisent pendant la lecture ou lorsque nous observons des objets immobiles de façon prolongée. Ainsi nos yeux bougent même quand nous fixons un objet sans remuer la tête.

Pourtant le monde visuel tel que nous le percevons dans notre cerveau n'a rien de saccadé ni de morcelé. Il est continu et cohérent. Pourquoi ? Parce qu'il n'est pas le reflet des images rétiniennes, mais qu'il est construit à partir d'elles, un peu comme un film est construit à partir d'une succession rapide d'images fixes. Dans cette reconstruction intervient l'expérience vécue, c'est-à-dire la mémoire, et plus spécialement la mémoire "visuelle".

Un mot, pour terminer, sur la vision des couleurs. Elle relève elle aussi de mécanismes qui sont loin d'être complètement élucidés. Sommairement, disons qu'elle débute par l'activation des photopigments contenus dans les cônes, lesquels, pour réagir, ont besoin d'une intensité lumineuse 1 000 fois supérieure au seuil d'excitation des bâtonnets. Les informations transmises par les cônes sont ensuite traitées selon des schémas que nous avons déjà décrits plus haut : comparaison des signaux émis par des groupes de cônes de sensibilité différente ; sommation éventuelle des signaux (le stimulus sera plus intense s'il y a décharge simultanée des cônes verts et rouges, par exemple, que s'il y a décharges séparées) ; conversion de ces signaux en impulsions électriques acheminées par le nerf optique ; réception et "traduction" des impulsions par les cellules du cortex visuel.

Une chose doit être claire : l'œil ne capte pas les couleurs, il ne capte que des radiations électromagnétiques. La couleur est une sensation du sujet, une création du cerveau. Le cerveau a même un rôle si déterminant dans la vision des couleurs qu'il est capable de corriger les informations que lui fournit l'œil.

Prenons un exemple. Tous ceux qui font de la photographie savent que, si l'on utilise un film "lumière du jour" pour opérer sous éclairage artificiel, disons sous lampes au tungstène, on obtient des photos rougeâtres, parce que, par rapport à l'illumination naturelle du soleil, les lampes au tungstène donnent une lumière beaucoup plus riche en radiations jaunes et rouges, et plus pauvre en radiations bleues et violettes. Pour corriger ce défaut, il faut ou bien employer un filtre, ou bien se servir d'une pellicule spéciale "lumière artificielle".

Or, lorsque nous nous trouvons dans une pièce éclairée avec des lampes au tungstène, nous n'avons pas l'impression que les objets qui nous entourent prennent des teintes rougeâtres : les citrons ne deviennent pas oranges, les salades n'ont pas de reflets violacés, et les visages ne prennent pas ces tons cramoisis qu'on leur voit parfois à la télévision. Comment cela se fait-il, étant donné que notre œil est au moins aussi sensible que la pellicule photographique à la modification de la lumière ?

Cette énigme a intrigué Edwin H. Land, président fondateur de la Polaroid Corporation et pionnier de la photographie à développement instantané. Avec ses collaborateurs, il s'est livré à de nombreuses expériences qui ont montré que, malgré l'illumination très variable du monde qui nous entoure, notre système visuel était capable d'appréhender les couleurs à leur véritable valeur, en effectuant au besoin, et sans même que nous en ayons conscience, les corrections nécessaires. En clair, nous n'avons besoin ni de filtre, ni de rétine "lumière artificielle". Bien évidemment, l'œil seul, avec ses cônes entièrement asservis aux longueurs d'onde, est incapable d'une telle performance ; elle ne peut être l'œuvre que d'un véritable système de traitement de l'information, associant la rétine et le cortex cérébral — système que Land baptise "retinex".

Land ne tente pas de décortiquer les mécanismes neurologiques ou psychologiques qui rendent la perception des couleurs indépendante des conditions d'éclairage ; il se contente d'expliquer que, chez l'homme, les informations "absolues", engendrées par l'impact des photons de différentes longueurs d'onde sur les cellules photoréceptrices de l'œil, sont "relativisées" en aval, afin que nous

(suite du texte page 170)

MALADIES INFECTIEUSES : DES ANTICORPS SUR MESURES

Les anticorps monoclonaux font leur entrée en force dans le domaine du diagnostic et de la thérapeutique, mais leur énorme potentiel est loin d'être exploité. Deux nouvelles percées en recherche fondamentale laissent entrevoir le diagnostic et le traitement de nombreuses maladies infectieuses et de certains cancers, grâce à des anticorps purs fabriqués par des cellules hybrides artificielles, les hybridomes. Mais qu'est-ce qu'un anticorps monoclonal, un hybridome ? Et quelles sont ces percées nouvelles ?

● Tout a commencé il y a dix ans : en mai 1975, date aujourd'hui historique de la publication dans la revue *Nature* d'un rapport signé de George Köhler, immunologiste allemand, et Cesar Milstein, d'origine argentine, travaillant tous deux au laboratoire de biologie du Britisch Medical Research Council, à Cambridge. Ces chercheurs avaient inoculé à des souris un corp étranger, en l'occurrence des globules rouges de mouton, incitant ainsi la production chez ces rongeurs de nombreux anticorps anti-globules rouges de mouton.

En fusionnant des lymphocytes (globules blancs producteurs de ces anticorps) de ces souris avec des cellules de myelome, cancer atteignant les tissus de la moelle osseuse (qui, elle, produit des globules blancs), ils obtinrent des cellules hybrides (hybridomes), dont ils constatèrent avec satisfaction qu'elles étaient capables de survivre indéfiniment en culture, alors que les lymphocytes meurent au bout d'un certain nombre de divisions cellulaires. Cette fusion allait mener à une découverte : certaines de ces cellules hybrides donnaient lieu à des lignées de cellules identiques les unes aux autres — des clones — et capables de produire, toujours en culture, un et un seul anticorps, pur et spécifique à une substance étrangère contre laquelle l'animal avait été immunisé.

A première vue, il ne semble y avoir là rien d'extraordinaire. Ne suffit-il pas, en effet, d'immuniser un animal, ou un homme, contre un virus par exemple, pour que l'organisme se mette à produire des anticorps spécifiques s'attaquant à ce virus et se protège ainsi contre l'infection ?

Ce n'est pas si simple que cela. Le mécanisme de défense immunitaire chez l'homme et les animaux est tout un système de reconnaissance d'une grande complexité, encore mal compris et sujet à de nombreuses controverses. Mais on peut néanmoins décrire le schéma suivant, qui permet de mieux comprendre l'importance de la percée que représentent les anticorps monoclonaux.

Lorsqu'un antigène (substance chimique, microorganisme ou tout autre corps étranger) pénètre dans l'organisme, de nombreuses lignées (clones) de globules blancs spécialisés (les lymphocytes B) sont induites, par divers mécanismes que l'on tente encore d'élucider, à fabriquer et à sécréter des anticorps (ou immunoglobines), protéines dont la structure spécifique leur permet de s'accrocher à l'antigène qui leur correspond et, si tout va bien, de le neutraliser.

Chaque lignée de lymphocytes B semble programmée pour la production d'un seul anticorps de structure bien définie, qui s'adapte (un peu comme une clé dans une serrure) à un seul site (1) spécifique, correspondant à sa structure, sur l'antigène. Ces antigènes, eux, sont souvent de grosses molécules ou des microorganismes à la surface desquels se trouvent plusieurs sites antigéniques différents les uns des autres. Dans certains cas, il faudra plusieurs sortes d'anticorps, produits par plusieurs lignées de lymphocytes B, pour venir à bout de tels antigènes. Plus rarement, un antigène aura un seul site antigénique ; un seul antigène spécifique suffit alors à le neutraliser. .

(1) Chaque cellule vivante porte sur sa paroi un ou plusieurs de ces points qui forment un réseau capable de reconnaître tout ce qui fait partie de la cellule, distinguant ainsi le "soi" du "non-soi".

Un des grands problèmes que rencontrent encore aujourd'hui les immunologistes, c'est que le système immunitaire, face à une agression d'un ou plusieurs antigènes, produit une quantité d'anticorps qui se retrouvent tous dans le plasma sanguin et dans d'autres tissus. Il est extrêmement difficile — et souvent impossible — de repérer dans un échantillon de plasma un anticorps en particulier qui pourrait être utilisé pour diagnostiquer, traiter ou prévenir une maladie. Ainsi les vaccins classiques, fabriqués à partir de microorganismes pathogènes tués ou chimiquement inactivés, contiennent une grande quantité d'antigènes et provoquent la sécrétion d'anticorps dont certains sont inutiles, voire même nuisibles.

La complexité du problème reflète celle du système immunitaire, qui, chez l'homme, est composé d'environ mille milliards de cellules, soit une dizaine de fois plus qu'il n'y a de neurones dans le cerveau. Ces cellules — des lymphocytes, ou globules blancs — pèsent dans leur ensemble environ un kilogramme, poids du même ordre que celui du cerveau humain. Comme le cerveau, le système immunitaire est un système cognitif : il peut reconnaître et mettre en mémoire tout antigène (substance étrangère) mis en sa présence, et produire des anticorps spécifiques contre chacun de ces antigènes, au moment voulu si tout va bien. Ces anticorps s'attachent à l'antigène qui leur correspond, et déclenchent une série d'événements visant à détruire l'envahisseur. En même temps, le système "reconnaît" les molécules du "soi", c'est-à-dire une dizaine de milliers environ de protéines faisant partie de notre organisme et auxquelles (sauf erreur) il ne s'attaque pas.

Comme le cerveau, le système immunitaire reste un des grands mystères de la biologie. Il est difficile d'expliquer comment ce système garde en réserve des anticorps spécifiques contre toutes les substances qui existent, ont existé, ou existeront dans l'univers qui nous entoure, c'est-à-dire un arsenal d'un million d'anticorps spécifiques différents les uns des autres. Il faut savoir que chaque anticorps est une protéine, et que, comme toute autre protéine, son plan de fabrication est contenu sous forme de code, dans un ou des gènes qui, le moment venu, commandent la synthèse de cette protéine par une cellule — en l'occurrence un lymphocyte B. Quelle extraordinaire "librairie génétique" ne faut-il pas posséder pour coder toutes ces instructions !

L'une des grandes questions que l'on se pose depuis des années est de savoir comment les lymphocytes B, producteurs d'anticorps, peuvent disposer de toutes les informations nécessaires pour la synthèse d'un nombre aussi impressionnant d'anticorps différents.

Une réponse simple fut proposée dans les années 1940 par les biochimistes Linus Pauling (prix Nobel) et Felix Hurwitz, qui pensaient qu'il n'y avait qu'un seul gène (ou groupe de gènes) pour tous les anticorps. Ce gène commanderait la synthèse d'un anticorps "vierge" qui n'adopterait sa structure active qu'au contact de tel ou tel antigène, autour duquel sa partie active s'enveloperait. Cette théorie fut abandonnée une vingtaine d'années plus tard, lorsque la structure des anticorps fut élucidée, et lorsqu'il fut montré qu'un anticorps n'est pas "formé" par un antigène avec lequel il est mis en présence, car lorsqu'il se libère de cet antigène, il reprend sa structure originale, comme si rien ne s'était passé. Il reste néanmoins spécifique à cet antigène, et inefficace contre d'autres.

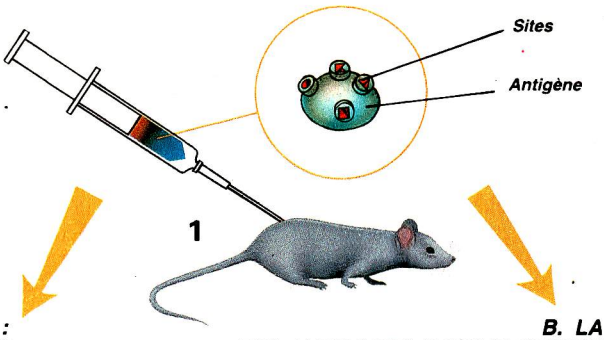
Dans les années 1960, l'immunologiste danois Neils K. Jerne (qui reçut le prix Nobel de médecine l'année dernière) proposa une autre théorie, dite théorie de sélection naturelle, qui postule que tout individu possède naturellement un très grand nombre d'anticorps préformés (une sorte de mémoire du "non-soi" élaborée au cours de l'évolution) ayant une spécificité avec les antigènes auxquels il doit pouvoir opposer une réponse. Lorsqu'un antigène pénètre dans notre organisme, il trouve parmi ces anticorps préformés celui ou ceux qui ont une affinité avec lui. La fixation de ces anticorps aux parties déterminantes de l'antigène stimule ensuite la production de nouveaux anticorps de la même spécificité par les lymphocytes B, ces ouvriers spécialisés dans la fabrication des anticorps.

Ces lymphocytes, selon le Pr Jerne, réagissent alors très rapidement, chacun d'entre eux pouvant produire jusqu'à 2 000 anticorps par seconde. Mais comment, pourrait-on de nouveau se demander, les lymphocytes B seraient-ils capables de fabriquer des millions d'anticorps différents, sans qu'il y ait autant de gènes pour spécifier la "formule" de chacun d'entre eux ? C'est que, dit le Pr Jerne, des mutations se produisent au hasard parmi les lymphocytes qui se multiplient rapidement. La plupart des mutations ne seraient pas retenues, parce qu'inutiles. Celles qui donneront lieu à la production d'anticorps utiles, seraient au contraire retenues et donneraient naissance à une ou plusieurs lignées de lymphocytes sécrétant des anticorps protecteurs. Ainsi, avec un nombre limité de gènes dans le patrimoine héréditaire de l'homme, gènes qui ne détiennent au départ que les codes nécessaires à la fabrication d'un millier ou de quelques milliers d'anticorps, sont fabriqués des centaines de milliers d'anticorps différents, qui n'attendent que l'irruption de l'antigène correspondant pour se mettre en action.

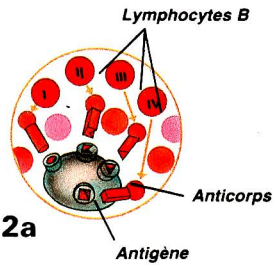
Cette théorie est complétée par une autre, fondée en partie sur les travaux d'un chercheur français, le Pr Jacques Oudin de l'Institut Pasteur, qui a constaté qu'un anticorps fabriqué par un lymphocyte constitue lui-même un corps étranger — donc un antigène — pour l'organisme. Nos lymphocytes peuvent donc produire des anticorps contre ces anticorps, et des anticorps contre les anticorps des anticorps, et ainsi de suite, théoriquement jusqu'à l'infini. Ce paradoxe, pour le Pr Jerne, se résoud par la théorie du réseau immunitaire, selon laquelle tous les lymphocytes et tous les anticorps ne sont pas des cellules et des molécules solitaires et isolées, mais constituent un grand réseau qui se maintient par lui-même, comme un jeu d'images de molécules susceptibles

IMMUNISATION : LES DEUX FILIÈRES DE FABRICATION D'ANTICORPS

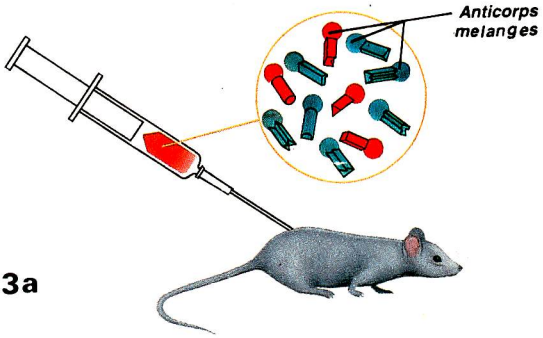
1. Des antigènes (microbes, par exemple) sont injectés à des animaux de laboratoire. Ces cellules portent à leur surface des sites spécifiques à chaque type d'antigène.



A. LA FILIÈRE CLASSIQUE : DES ANTICORPS EN VRAC

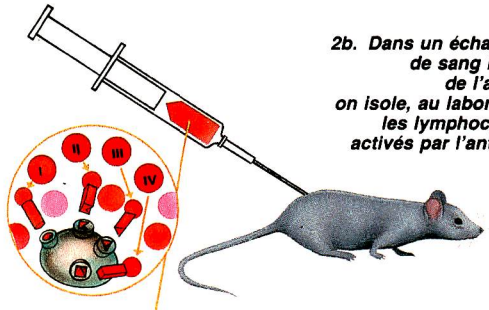


2a. Dans le sang de la bête, des globules blancs (les lymphocytes B) produisent des anticorps, eux aussi spécifiques, qui s'adaptent aux sites qui leur correspondent sur ces antigènes pour les détruire.

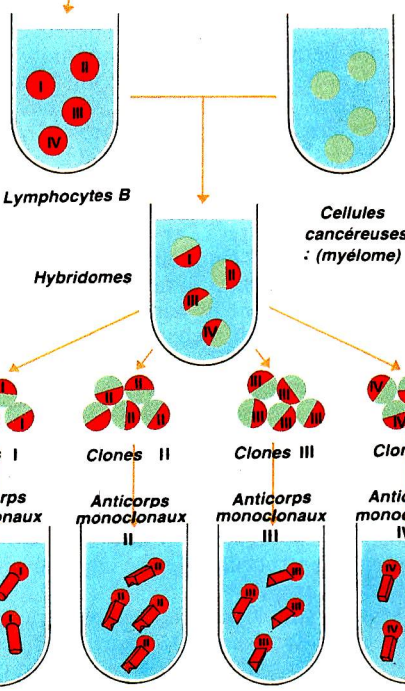


3a. Dans le plasma sanguin de l'animal de laboratoire (dont on extraira, par exemple, le vaccin qui immunisera l'homme contre le microbe en question), les divers anticorps sont mélangés, certains étant inutiles, voir éventuellement nuisibles. Impossible de les séparer pour obtenir tel ou tel antigène désiré.

B. LA NOUVELLE FILIÈRE : DES ANTICORPS MONOCLONAUX PRODUITS EN MASSE



2b. Dans un échantillon de sang infecté de l'animal, on isole, au laboratoire, les lymphocytes B activés par l'antigène.



3b. Mis en présence de cellules cancéreuses, un certain nombre de ces lymphocytes fusionnent avec elles et donnent des hybridomes capables de se reproduire indéfiniment au laboratoire, donnant des clones. Parmi ces hybridomes, on sélectionne ceux qui produisent l'anticorps désiré. On met en culture séparément des groupes d'hybridomes qui fabriquent chacun un type d'anticorps. On obtient ainsi une production en masse de chaque type d'anticorps monoclonaux.

de venir du dehors, de miroirs de ces images, et de miroirs de miroirs. Ces anticorps sont répartis en grandes familles, dites idiotypes, réagissant entre elles. Même de petites mutations de gènes dans ces familles permettraient, à partir d'un capital de base de quelques milliers d'idiotypes, d'en arriver au potentiel extraordinaire d'un million d'anticorps différents.

Ces mécanismes hypothétiques restent, on le comprend, très discutés et difficiles à vérifier expérimentalement. On les compare volontiers à un langage, avec ses lettres, ses mots, sa grammaire, sa syntaxe. Pour certains, au contraire, le système

Dessins G. Marié

immunitaire ne comporterait aucune mémoire préalable d'antigènes extérieurs à soi. Ainsi, l'immunologiste français Michel Fontaine, auteur de *Immunoglobines D et immunité informative,* pense que l'organisme ne possède aucune mémoire de l'antigène "non-soi" avant de l'avoir rencontré ; il ne posséderait donc pas dans son génome, préalablement à tout contact avec les antigènes, le repertoire des gènes codant pour tous les anticorps spécifiques qu'il sera susceptible de produire pendant sa vie. « L'organisme, écrit-il, ne possèderait en fait que la mémoire du "soi" et de son fonctionnement et il ne définirait une substance étrangère comme antigénique que par le fait qu'elle perturbe le fonctionnement du "soi". Ce serait l'agression du "non-soi" contre le "soi" qui mettrait en route le processus immunitaire visant à dégrader l'antigène perturbateur en ses sous-constituants qui pourront être intégrés aux voies métaboliques du "soi". »

D'autres théories, plus récentes, sont fondées sur des observations et des expériences ayant montré que la relation cerveau-système immunitaire est bien plus forte qu'on ne le pensait. Le cerveau serait donc l'ultime chef d'orchestre de l'immunité.

Les nouvelles découvertes. Malgré l'existence de théories concurrentes et difficiles à mettre à l'épreuve, visant à expliquer le système immunitaire dans son ensemble, de nombreuses découvertes ont permis de mieux comprendre certains aspects de son fonctionnement. L'une d'entre elles est celle des régions variables et des régions constantes des molécules d'anticorps. Chacune de ces molécules a en gros la forme de la lettre Y, et elle est constituée de deux chaînons d'acides aminés, la chaîne lourde, plus longue, qui forme l'intérieur de la lettre Y, et la chaîne légère, plus courte, qui forme l'extérieur de l'Y. La comparaison, entre plusieurs anticorps, des séquences d'acides aminés dont ils sont faits à montré que l'anticorps est fait de deux parties fonctionnellement différentes : une région variable, au sommet de l'Y ; et une région constante, en dessous (en supposant que l'Y soit vu dans sa position habituelle de lettre de l'alphabet). Cette région variable comprend la partie supérieure de la chaîne lourde, et la partie supérieure de la chaîne légère. C'est un peu comme si la base de l'Y était un manche, au bout duquel se trouve une fourche qui, elle, est l'arme spécifique avec laquelle on pourfend l'adversaire.

La région variable, en effet, est celle qui vient en contact avec l'antigène et réagit avec lui. Elle diffère nettement d'un anticorps à un autre, car elle détermine sa spécificité antigénique. La région constante, elle, est composée d'à peu près la même séquence d'acides aminés pour les anticorps d'une même famille. On pense que la région variable sert à l'identification d'un antigène et réagit avec lui, alors que la région constante, portant un message biochimique peu variable, joue le rôle de système d'alarme pour alerter le reste du système immunologique une fois que le contact antigène-anticorps est établi.

La synthèse de chacune de ces régions est contrôlée par des groupes de gènes différents ; peut-être même chacune de ces régions est-elle synthétisée séparément pour être ensuite assemblée avec d'autres. Plusieurs chercheurs ont déterminé que le nombre de gènes correspondant aux régions variables est bien plus grand que celui des régions stables, et suggéré que les gènes variables sont sélectionnés, ou bien, s'associent, pour donner lieu à la synthèse de "fourches" adaptées à l'un ou l'autre des multiples antigènes auxquels doit faire face le système immunitaire. Ces gènes seraient également susceptibles de muter lors des divisions cellulaires des lymphocytes, ajoutant encore à la variabilité grâce à un mécanisme comparable à celui qui avait été évoqué par le Pr Jerne.

Des anticorps "chimériques". La découverte de ces régions les unes constantes et les autres variables a permis aux chercheurs d'aborder la production d'anticorps monoclonaux par une voie nouvelle. Jusqu'à présent, la quasi-totalité des anticorps monoclonaux a été préparée après l'immunisation d'un animal — le plus souvent la souris — par un antigène quelconque (virus, protéine provenant d'une autre espèce, produit chimique, etc.). On sait que la technologie des hybridomes permet d'obtenir des anticorps purs, tous identiques les uns aux autres, qui pourraient être utilisés soit pour le diagnostic (pour identifier la présence d'un antigène dans l'organisme), soit pour le traitement (injection d'anticorps spécifiques, pour s'attaquer à un ou plusieurs antigènes).

Mais on n'est pas certain de pouvoir obtenir de tels anticorps avec des cellules humaines en culture ; quant à l'injection d'antigènes à l'organisme humain afin d'éliciter la production d'anticorps, elle peut poser des problèmes éthiques, surtout s'il s'agit d'un antigène pathogène et peut-être dangereux — virus, bactérie ou cellule cancéreuse par exemple, qui sont justement les ennemis auxquels on veut s'attaquer avec plus d'efficacité.

C'est là que l'on comprend la portée d'une percée qu'ont réussie les chercheurs il y a seulement quelques semaines : ils ont créé des anticorps monoclonaux réellement hybrides, avec une partie constante (le manche) d'origine humaine "assemblée" au laboratoire à une partie variable (la fourche) obtenue par injection d'antigène à un animal.

C'est en utilisant la technologie du génie génétique, associée à celle des hybridomes, que ces chercheurs, une équipe canadienne, ont réussi à produire de tels anticorps "chimériques" où sont associées la partie variable d'un anticorps de souris, et la partie constante d'un anticorps humain. Ces chercheurs (2) ont isolé les gènes humains qui commandent la synthèse d'anticorps contre un produit chimique (le trinitrophényl, ou TNP). Il s'agissait là d'une protéine située sur la région variable de l'anticorps et spécifiquement sécrétée contre l'antigène chimique. Ces gènes ont

(2) Gabrielle L. Boulianne, université de Toronto ; Nobumichi Hozumi, Institut du cancer de Toronto ; et Marc J. Schulman, hôpital Wellesley, Toronto.

été accolés à des gènes d'origine humaine, qui commandent, eux, la synthèse de la partie constante d'anticorps humains. Le gène artificiel ainsi préparé a ensuite été introduit dans une lignée de cellules qui, normalement, ne produisait ni anticorps complets, ni parties variables ou parties constantes d'anticorps.

Une partie des cellules réceptrices acceptèrent ce greffon génétique et commencèrent à synthétiser un anticorps chimérique — manche d'origine humaine, fourche d'origine animale — qui n'avait jamais existé dans la nature. Des essais en démontrèrent l'activité contre le TNP, et les auteurs soulignent que cette approche pourrait être utilisée pour la fabrication d'autres anticorps, là ou l'immunisation d'un homme serait éthiquement problématique ou carrément dangereuse.

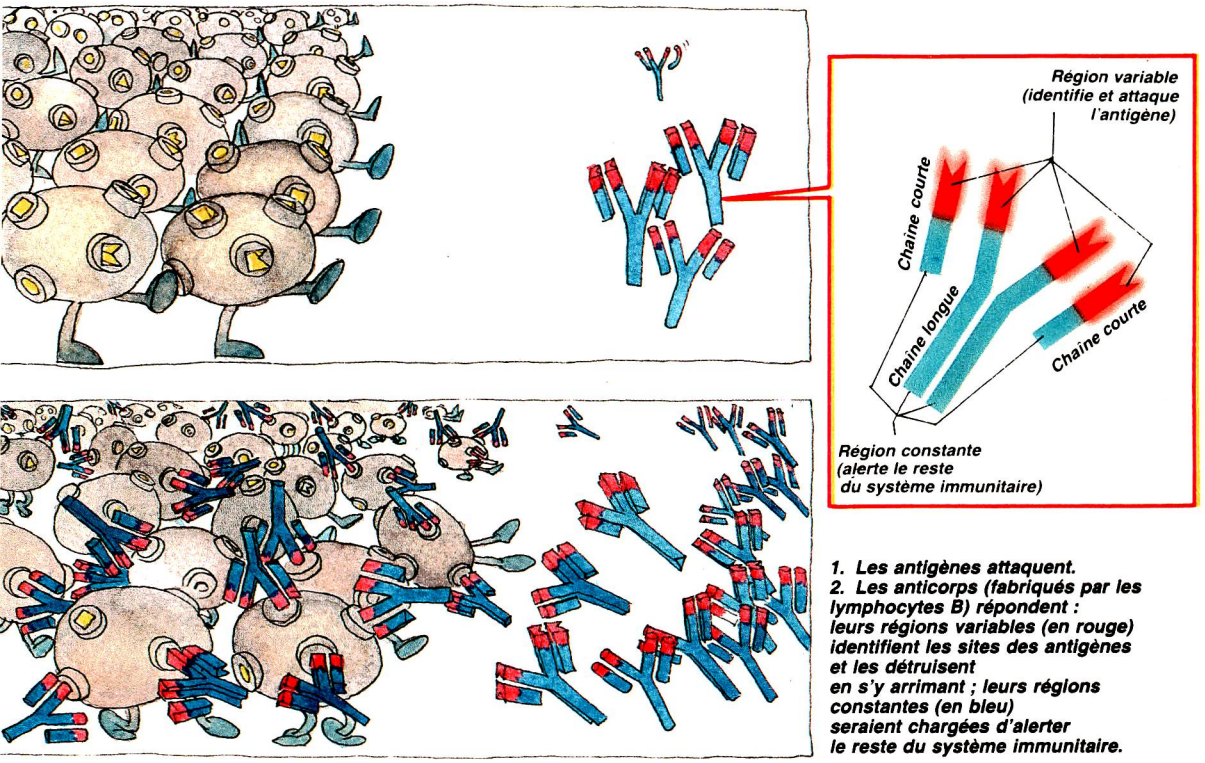
Une autre équipe, britannique celle-là ([3]), s'est livrée à une manipulation différente, dont le résultat est un anticorps auquel est accroché un enzyme. Ces chercheurs eux aussi ont utilisé la technologie du génie génétique pour remplacer une partie des gènes de la région constante par des gènes détenant le code de synthèse d'un enzyme, une nucléase de la bactérie *Staphylococcus aureus* (staphylocoque doré), sélectionnée car c'est une molécule stable sécrétée par la bactérie, et dont l'activité peut facilement être démontrée.

Ils ont ainsi obtenu un anticorps-enzyme, dont la partie variable réagissait avec l'antigène correspondant, et la partie constante transportait un enzyme actif. L'intérêt potentiel d'une telle molécule est évident, sa partie "tête chercheuse" (l'anticorps) amenant à bon port sur la cellule-cible (l'antigène) une équipe de réparation (l'enzyme). Ce "ciblage" peut être fait également avec un "commando de sabotage" (une toxine), pour détruire, par exemple, des cellules cancéreuses.

Les Prs César Milstein et George Köhler, qui fabriquèrent les premiers anticorps il y dix ans (et qui partagèrent, l'année dernière, le prix Nobel avec le Pr Jerne), s'attaquent, eux, à d'autres recherches qui pourraient mener non seulement à une meilleure compréhension de la relation gènes-anticorps, mais à la préparation d'anticorps hybrides et bi-spécifiques, c'est-à-dire que chaque site réactif, situé à chaque pointe de la fourche de l'Y que forme l'anticorps, réagirait à un antigène différent.

Normalement, souligne le Pr Köhler qui est membre de l'Institut immunologique de Bâle (un centre de recherches fondamentales financé par les laboratoires Hoffmann-La Roche, et dont le premier directeur fut le Pr Jerne), une cellule productrice d'anticorps n'exprime qu'un seul antigène, mais lorsque deux cellules de myelome (cancer de la moelle osseuse) sont fusionnées, la cellule-fille peut fabriquer un anticorps bivalent, chaque site actif de la fourche de l'anticorps étant spécifique à un antigène. De tels anticorps pourraient être utilisés pour la détection plus précise de certains corps étrangers car ils s'associeraient simultanément à deux sites récepteurs sur ceux-ci.

(suite du texte page 172)

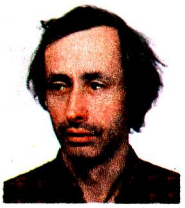


1. Les antigènes attaquent.
2. Les anticorps (fabriqués par les lymphocytes B) répondent : leurs régions variables (en rouge) identifient les sites des antigènes et les détruisent en s'y arrimant ; leurs régions constantes (en bleu) seraient chargées d'alerter le reste du système immunitaire.

Dessin G. Marié

(3) Michael S. Neuberger et Gareth T. Williams du laboratoire de biologie moléculaire du Medical Research Council de Cambridge, en collaboration avec Robert P. Fox, du département de biologie cellulaire de la faculté de médecine de l'université de Stanford, en Californie.

LE CODE GÉNÉTIQUE N'EST PAS LE MÊME POUR TOUT LE MONDE



Francis Caron, chef de l'équipe française.

Coup de tonnerre en génétique. Jusqu'ici les biologistes moléculaires croyaient que toutes les espèces vivantes, virus, bactérie, salade, raton laveur ou homme, utilisaient le même code génétique pour se reproduire et se construire et que ce code était interprété et décrypté de la même façon par chacune de ces espèces. On vient de trouver une exception de taille... chez la paramécie.

Cette découverte, qualifiée d'énorme par le Pr Slonimski, chef du Centre de génétique moléculaire du CNRS de Gif-sur-Yvette, vient d'être publiée par notre confrère britannique *Nature* dont l'autorité internationale est quasi académique (1). Elle promet un appréciable remue-ménage dans les laboratoires et les conceptions admises sur l'évolution des espèces.

En attendant que l'on tire toutes les conclusions imaginables, elle a été couronnée, pour la France, par le prix Jacques Monod, de la Fondation de France.

C'est chez la paramécie — un protozoaire de l'embranchement des ciliés que l'on rencontre dans les mares — que les deux équipes de chercheurs ont démontré que le code génétique n'était pas toujours respecté. La paramécie est "hérétique". Son code génétique ne présente pas la même correspondance entre la suite ordonnée des bases de chacun des gènes et la séquence des acides aminés des protéines.

L'hérésie commence aux gènes de la paramécie. Portions de la longue molécule d'acide désoxyribonucléique (ADN) en forme d'échelle de corde torsadée logée à l'intérieur de chaque cellule, les gènes contiennent normalement la totalité des messages définissant les caractéristiques de chaque être vivant ; ils servent en quelque sorte de programmateurs à son développement et à son fonctionnement. Les gènes, qui sont au nombre de plusieurs dizaines de milliers, sont alignés à la suite tout au long de l'ADN, le constituant majeur des chromosomes.

Du point de vue chimique, chaque gène est formé de centaines de milliers d'unités, les nucléotides, disposées dans un ordre particulier et contenant chacune une des quatre bases suivantes : l'adénine (A), la cytosine (C), la guanine (G) et la thymine (T). Ces bases peuvent être considérées comme les quatre lettres fondamentales de l'alphabet génétique, et l'ordre dans lequel elles sont placées à l'intérieur de chaque gène détermine le message codé par ce gène.

Ce message est déchiffré par la machinerie de la cellule qui le convertit en protéine. A chaque gène correspond une protéine différente selon l'arrangement des bases A, C, G, T dans le gène.

De leur côté, ces protéines, qui constituent les tissus biologiques, sont des enchaînements d'acides aminés, disposés dans un ordre déterminé pour chaque protéine ; c'est la séquence des bases du gène qui détermine la formation de cette chaîne d'acides aminés. Plus précisément, c'est une séquence de trois bases que l'on appelle "triplet", à cause de sa composition, ou encore "codon", à cause de son rôle qui code chaque acide aminé. Ainsi on a pu déterminer que la séquence thymine-thymine-adénine (TTA) code pour un acide aminé appelé leucine ; que la séquence CAC code pour l'histidine.

En bref, les bases A, C, G, T définissent l'alphabet du langage de la vie, alors que chaque séquence de trois de ces quatre lettres définit les mots de ce langage.

Les biologistes moléculaires ont depuis longtemps établi que les quatre bases différentes présentes dans l'ADN offrent 64 combinaisons possibles, soit 64 codons, soit encore 64 acides aminés différents. Or, dans la nature, il n'existe que 20 acides aminés. Cela signifie donc, et cela a été vérifié, qu'un même acide aminé peut être codé par des triplets différents. C'est le cas par exemple de l'alanine, qui peut être codée par GAT, GAC, ou GAG ; et de la thréonine, qui peut être codée par ACT, ACC, ACA ou ACG.

Mais il y a trois triplets qui ne codent pour aucun acide aminé sur ces 64 triplets possibles ; et c'est là l'important, pour ce qui concerne les travaux des chercheurs français et américains. Mais leur présence sur la molécule a cependant une signification très importante ; elle marque la fin de la synthèse d'une protéine et indique la frontière entre deux gènes successifs. Si ces triplets "stops" n'existaient pas ou s'ils étaient mal interprétés par la machinerie cellulaire, celle-ci lirait en continu le message porté par ces deux gènes et fabriquerait une protéine aberrante, plus longue que la normale et qui pourrait être mortelle pour l'être vivant. C'est justement le cas de la paramécie, qui n'interprète pas deux de ces trois codons comme des "stops", mais comme des codons correspondant à un acide aminé.

Ce banal protozoaire fabrique des protéines qui ne sont pas celles qu'auraient synthétisées d'autres machineries cellulaires lisant pourtant le même message. Comble d'hérésie, malgré ces fautes d'interprétation, la paramécie ne meurt pas ! Bien au contraire, la synthèse de ces protéines considérées comme anormales par les autres êtres vivants est nécessaire à sa vie. Des trois codons, interprétés normalement par les organismes vivants comme des "stops", TAA, TAG et TGA, la paramécie n'interprète que le dernier seulement comme un "stop", alors que les deux premiers sont interprétés comme codant un acide aminé, la glutamine, qui est normalement

(1) La découverte a été faite en même temps par deux équipes de chercheurs, l'une française (François Caron et son assistant Eric Meyer, du Centre de génétique moléculaire du CNRS à Gif-sur-Yvette), l'autre américaine (J.R. Preer Jr, L.B. Preer, B.M. Rudman et A.J. Barnett, du Département de biologie de l'université de l'Indiana aux Etats-Unis).

codée par deux codons CAA et CAG, mais se trouve codée chez la paramécie par quatre codons.

De la paramécie au lapin. Une expérience des chercheurs français a consisté à faire traduire les messages génétiques d'une paramécie par la machinerie de cellules de lapin, plus précisément des réticulocytes, qui sont des cellules précurseurs des globules rouges. Résultat, la machinerie de ces cellules, qui répondent au code génétique universel, a bloqué la lecture à chaque fois qu'elle rencontrait les codons TTA ou TAG.

C'est donc bien la preuve par le contraire que la paramécie a un système de lecture différent de celui des autres espèces vivantes. Cette modification du code génétique qui, pour l'instant, ne touche que deux codons, retentit évidemment sur les milliers de messages contenus dans l'ADN chromosomique de la paramécie et les rend incompréhensibles pour tous les autres organismes, qui les liraient selon le code génétique dit "universel" et qui maintenant... ne l'est plus. La paramécie parle dans un langage génétique qui, pour le moment, semble exceptionnel.

L'aberration de la paramécie remet en cause bien des chapitres de l'évolution. Peut-être pourrait-elle s'expliquer par le fait que la paramécie a deux noyaux aux fonctions distinctes, alors que les cellules des autres êtres vivants n'en ont qu'un. L'un, plus gros, dit macro-noyau, contient un ADN qui sert de matrice pour la synthèse des protéines dont la paramécie a besoin pour assurer sa survie. L'autre, le micro-noyau, a un ADN non impliqué dans la synthèse des protéines, mais qui est réellement fonctionnel lors du processus sexuel. A ce moment, le macro-noyau est détruit, et le micro-noyau donne deux nouveaux micro-noyaux dont l'un restera "micro" tandis que l'autre deviendra "macro". Or, il a été constaté qu'au moment de la transformation du micro-noyau en macro-noyau, 10 % de l'ADN sont éliminés et que l'ADN restant est fragmenté en un très grand nombre de chromosomes. Il a été aussi remarqué qu'au sein de ces chromosomes, un fragment d'ADN était retranché. Les chercheurs ont alors émis l'hypothèse que pour mener à bien ces opérations, la paramécie aurait pu avoir besoin, pour survivre, de modifier le code génétique universel en vigueur, selon des lois qui restent encore à trouver.

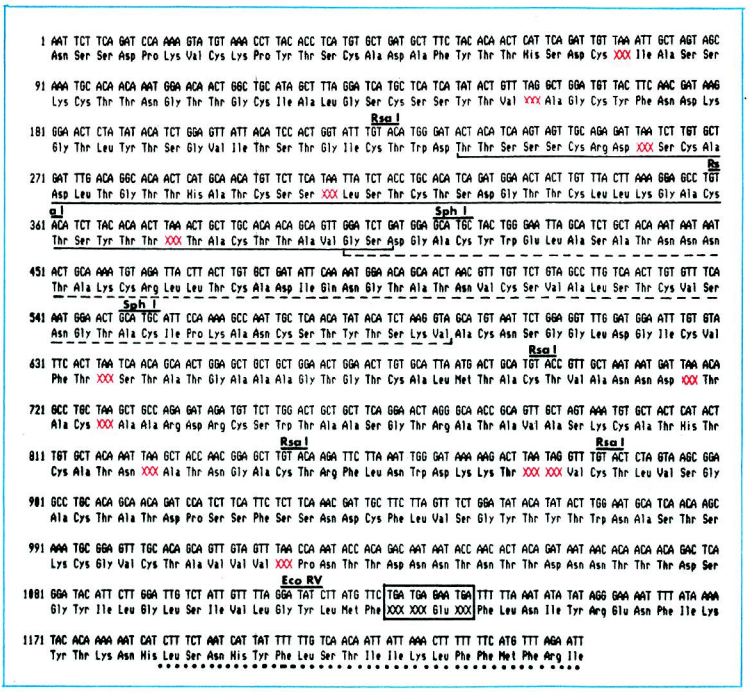
Ou, seconde hypothèse, plus vraisemblable : la paramécie serait un des rares êtres vivants à continuer d'utiliser un code génétique ancestral, qui aurait existé bien avant que le code génétique universel se mette en place.

Quoi qu'il en soit, l'effondrement de l'universalité du code génétique amènera à reconsidérer le problème de l'évolution des espèces. Actuellement, les classifications des espèces vivantes sont établies à partir de leur distance évolutive. Par exemple, pour savoir si deux espèces sont proches ou éloignées dans la phylogénèse (évolution des espèces), on compte le nombre de substitutions d'acides aminés dans une protéine donnée. Si ce nombre est faible, les deux espèces sont proches, s'il est important elles sont éloignées. Or, pour les espèces les plus éloignées du règne vivant, le pourcentage de substitution des acides aminés d'une certaine protéine, l'histone, n'est au maximum que de 10 %. Avec la paramécie, ce pourcentage pourrait monter à 20 %, ce qui suggère une distance évolutive considérable qui ferait des ciliés un groupe vraiment à part dans l'évolution.

Ce fait renforcerait la seconde hypothèse évoquée plus haut : à un moment donné de l'évolution, il y aurait eu divergence entre les ciliés et le reste des organismes, qui auraient, eux, adopté le code génétique universel.

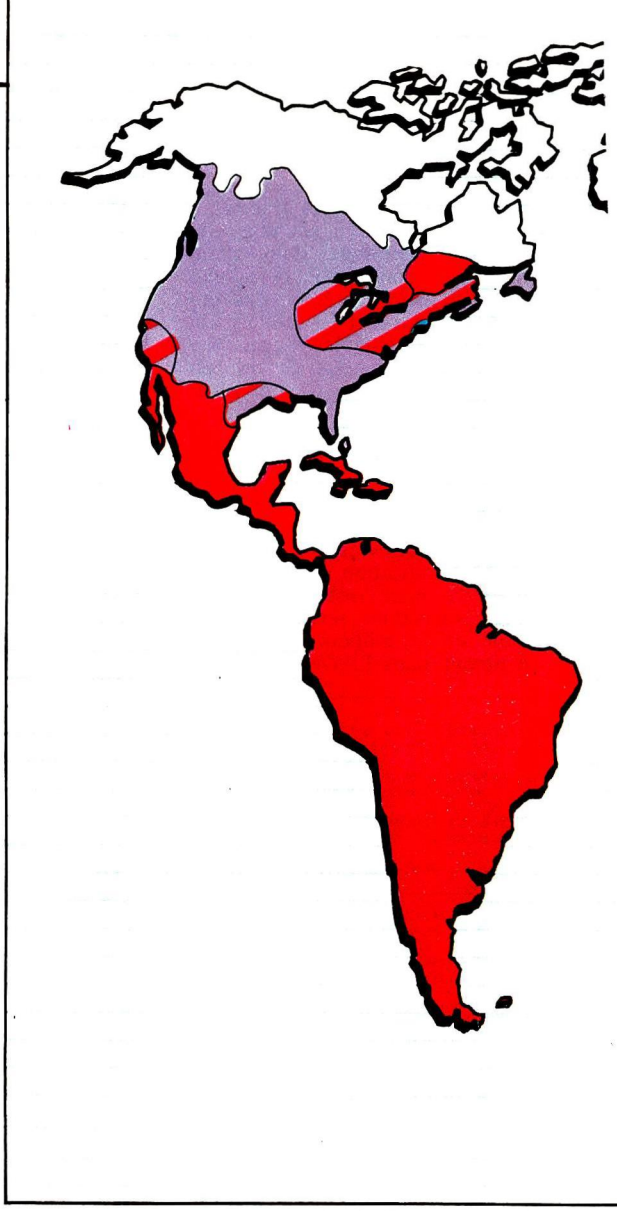
La remise en question du langage génétique universel n'est peut-être pas unique et l'on peut prévoir que l'on va rechercher d'autres exceptions chez d'autres espèces. Les retombées seront riches en répercussions... et aussi en lauriers.

Pierre ROSSION ■



Ce "texte" révolutionnaire *révèle que la paramécie ne se sert pas du même code génétique que les autres espèces vivantes. Il correspond au message codé d'une protéine enveloppant la paramécie. Il est constitué d'une suite de trois lettres, ou codons, correspondant chacune à un acide aminé (par exemple, Lys correspond à la lysine ; Cys, à la cystéine). Or, deux codons TAA et TAG marqués de trois croix (en rouge) et qui correspondent normalement à des "stops", c'est-à-dire à des "points" indiquant la fin d'un message, ne sont pas interprétés comme tels par la machinerie de la paramécie. Elle les lit comme s'il s'agissait d'un codon ordinaire. En l'espèce, c'est "glutamine" qu'elle lit. Autrement dit, elle prend le "point final" pour un "mot" et le texte entier pour une seule phrase, où le mot "glutamine" se retrouve, d'ailleurs, plus souvent qu'à son tour. Une telle erreur serait mortelle pour toute autre espèce vivante. Le rectangle, en bas, à l'avant-dernière ligne, indique, lui, la réelle fin du message.*

COMMENT LES RELIGIONS INFLUENCENT LES GÈNES



A l'exception du bouddhisme et du protestantisme, les religions sont résolument natalistes. La plupart ne dédaignent pas un certain taux de consanguinité. Elles distribuent la vie, mais aussi la maladie et la mort. Leur influence sur la reproduction humaine est peut-être plus grande aujourd'hui qu'hier.

Le débat sur la sociobiologie a permis de soulever une question importante : la culture est-elle influencée par les gènes ? (1) Rien n'interdit de poser la question inverse : nos gènes sont-ils influencés par la culture ?

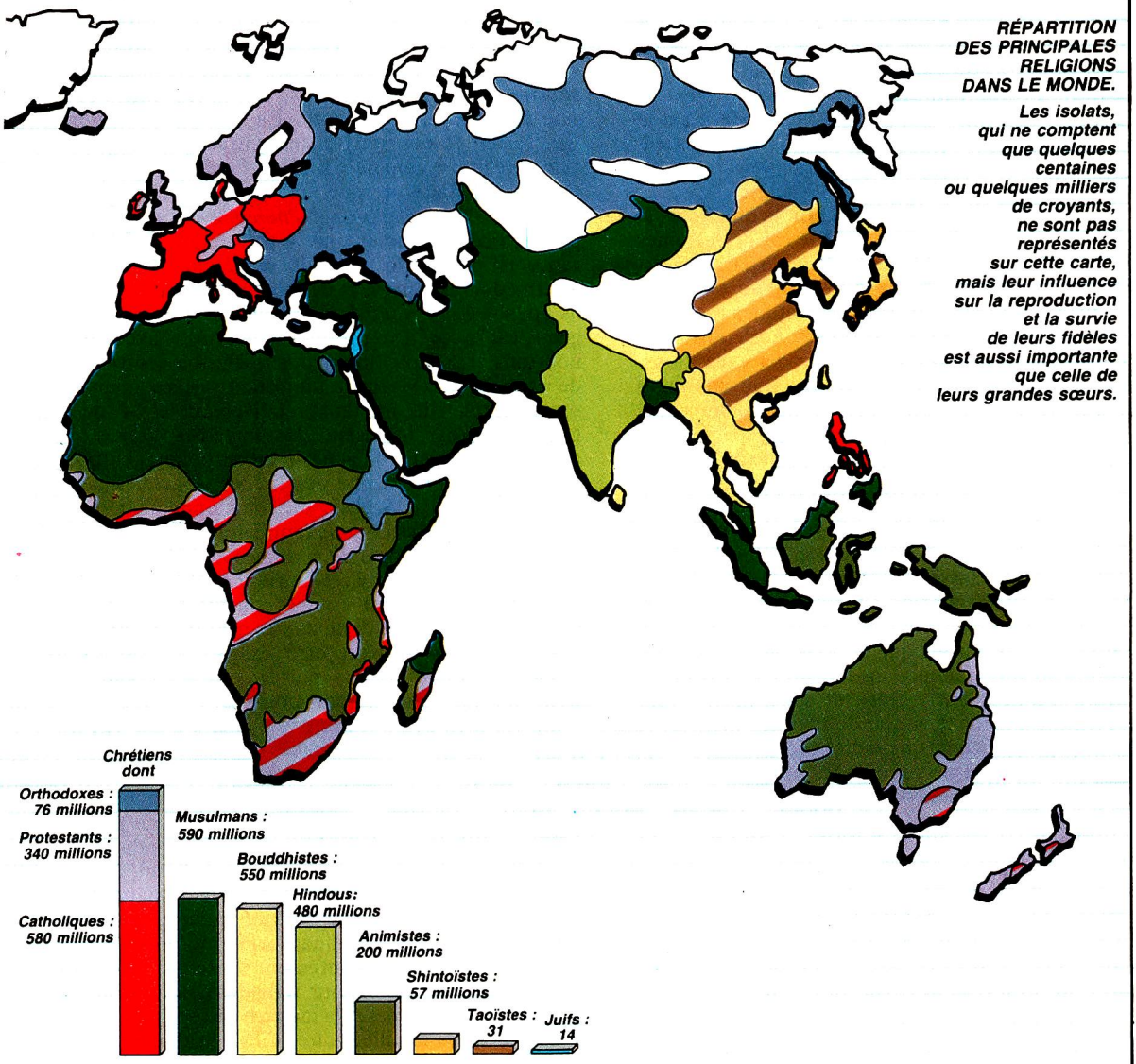
Deux anthropologues britanniques, Vernon Reynolds et Ralph Tanner, tentent de débroussailler le terrain, dans un livre intitulé *La Biologie de la religion* (2). Ils passent en revue les divers mécanismes par lesquels les grandes religions du monde (et les moins grandes) influencent le taux et la qualité de la reproduction humaine.

Toutes les religions prônent le respect de la vie et, de manière plus ou moins insistante, encouragent la fécondité. Elles n'apprécient les célibataires à leur juste valeur que lorsqu'ils se font leurs serviteurs (prêtres et moines). A l'exception du bouddhisme, elles recommandent vivement le mariage et ordonnent aux mariés d'entretenir des relations sexuelles. L'absence de celles-ci est une cause admise de divorce dans les religions chrétiennes. D'autres religions vont plus loin : le divorce pour cause d'infertilité est autorisé par l'islam et le judaïsme, qui encouragent un remariage rapide, et par l'hindouisme (sauf dans les castes élevées, où le divorce est totalement proscrit). La plupart des religions favorisent le mariage des filles vierges, donc jeunes et parfois très jeunes, ce qui va dans le sens d'une procréation maximale. A l'exception du protestantisme, elles sont hostiles aux moyens modernes de contraception. A l'exception du shintoïsme (Japon), elles condamnent ou réprouvent l'avortement non justifié par un motif thérapeutique.

Le fait que les religions soient ouvertement natalistes va à première vue dans le sens d'un

(1) Voir *Science & Vie*, n° 771 et 804.

(2) *The biology of religion*, Longman, London & New York, 1983.



RÉPARTITION DES PRINCIPALES RELIGIONS DANS LE MONDE.

Les isolats, qui ne comptent que quelques centaines ou quelques milliers de croyants, ne sont pas représentés sur cette carte, mais leur influence sur la reproduction et la survie de leurs fidèles est aussi importante que celle de leurs grandes sœurs.

déterminisme génétique. Les espèces ayant intérêt à se reproduire, il n'est pas surprenant que les religions poussent à la roue. Mais l'existence d'exceptions remarquables montre que ce n'est pas aussi simple. Dans le bouddhisme, le culte de la spiritualité fait passer à l'arrière-plan la question de la reproduction. Le bouddhisme reste silencieux sur le mariage. Il tolère à la fois la monogamie, la polygamie et la polyandrie (une femme pour plusieurs hommes). C'est dans les sociétés bouddhistes que le taux de célibataires est le plus élevé. Voilà donc une religion très ancienne, qui a résisté tant bien que mal aux épreuves de l'histoire, et qui pourtant n'est pas spécialement nataliste. D'inspiration plus récente, le protestantisme est apparemment l'une des religions les plus "famille", puisque ses prêtres se marient et ont des enfants. Elle s'accommode cependant fort bien des taux de fécondité les plus faibles du monde actuel.

Est-il d'ailleurs si évident que les religions aient intérêt à être natalistes ? Le natalisme rend-il nécessairement les meilleurs services à une population ? La quantité n'est pas un gage de qualité ni un facteur de prospérité et de paix. L'Indonésie islamique devrait voir sa population passer de 77 millions en 1950 à 210 millions en l'an 2000, c'est-à-dire dans quinze ans. Le Bangladesh, également islamique, devrait passer, pour les mêmes années, de 44 à 160 millions. L'hindouisme a si brillamment résisté aux campagnes de contrôle des naissances que la population de l'Inde devrait logiquement dépasser celle de la Chine et atteindre le milliard et demi d'habitants avant 2050.

Les pays catholiques ne sont pas en reste, puisque le Brésil, parti de 53 millions en 1950, devrait passer à 181 millions en 2000, tandis que le Mexique saute de 27 à 109. Le Nigéria, où toutes les religions sont natalistes (à l'exception des protestants), fait un bond de 41 à 169. Il est clair que le natalisme religieux s'est engouffré dans la brèche

Dessin J. Zéboulon

ouverte par l'introduction de la médecine occidentale, faisant peser à terme un risque considérable sur les populations concernées et celles qui ne le sont pas (3). Inversement, c'est le protestantisme, c'est-à-dire la religion la plus moderne et la moins nataliste, qui est aujourd'hui la plus répandue dans les pays les plus riches et les plus stables.

L'impact négatif de la religion sur la qualité de la reproduction est manifeste dans le cas de certaines sociétés disparues ou menacées de disparition.

En principe, les religions entérinent le tabou de l'inceste — lequel, d'après les études les plus récentes, semble exister aussi chez nos cousins les chimpanzés. Mais la règle souffre des exceptions. En Egypte ancienne, on recense huit mariages pharaoniques entre frère et sœur (ou demi-sœur) au cours du deuxième millénaire, et sept pendant la période des Ptolémées. Il est difficile de savoir si ces mariages officiels étaient effectivement consommés. Mais les enquêtes menées sur des villages égyptiens de l'époque romaine montrent que ce type de mariage était tout à fait courant, dans toutes les classes sociales. Dans la civilisation inca, l'épouse du roi était obligatoirement sa sœur. Ralph Tanner, qui a fait des études de terrain en Tanzanie, a remarqué que les mariages entre frère et sœur sont fréquents dans la tribu des Zigua.

Les mariages entre frère et sœur augmentent considérablement le risque de maladie génétique. Mais la fréquence des maladies récessives est également fortement accrue par les mariages répétés entre proches cousins. On le constate en étudiant des populations qui ont vécu en circuit fermé pour des motifs religieux. C'est ainsi qu'une secte protestante, les amish, installée aux États-Unis depuis le début du dix-septième siècle, est restée volontairement isolée du reste de la société américaine. Elle constitue ce qu'on appelle un "isolat" génétique. Les amish se marient entre eux. Toute forme de contrôle des naissances est rigoureusement prohibée. Le mariage est tardif mais les enfants illégitimes sont acceptés. Au total, les amish ont donc un taux de fécondité élevé. Mais en raison d'un taux de consanguinité exceptionnel, ils sont affligés, avec une fréquence non moins exceptionnelle, de maladies dues à un gène récessif : nanisme avec anomalie des doigts ou des cheveux, anémie due à une déficience de l'enzyme pyruvate kinase, héomophilie B, myopathie des ceintures... une trentaine au total.

Les Samaritains, secte juive habitant Israël, se marient aussi entre parents. Ils comprennent un nombre anormalement élevé de sourds-muets et de daltoniens. Il leur manque certains allèles du système d'histocompatibilité HLA (4). Ils sont dépourvus du gène de la G6PD (un enzyme), déficience capable de provoquer une destruction des globules rouges en présence de quinine. Alors qu'ils étaient peut-être un million du temps du royaume de Samarie, les Samaritains sont aujourd'hui 500. Des études comparables ont été menées sur les mormons, secte protestante américaine qui souffre de cancers familiaux, et sur les dunkers, une autre secte protestante. En Inde, le système des castes et des sous-castes entraîne dans certaines régions, comme l'Andhra Pradesh, un taux de consanguinité presque aussi élevé.

L'impact d'une religion sur l'hérédité est d'autant plus difficile à étudier que la population de référence est plus vaste. Les juifs représentent un cas intermédiaire. Au cours de leur tragique odyssée, ils ont serré les rangs. Leur religion les y encourageait, car la loi juive proscrit les mariages avec les non-juifs. Les juifs originaires d'Europe centrale, de rite ashkénaze, restent majoritaires. Ils connaissent, semble-t-il, un taux relativement élevé de gènes récessifs induisant des maladies graves : anomalies du métabolisme hydrocarboné (pentosuries), du métabolisme des lipides (maladies de Gaucher, de Tay-Sachs), du fonctionnement du tronc cérébral (dysautomie familiale), etc. Inversement, ils sont exempts de certaines maladies génétiques comme la phénylcétonurie. Les autres minorités juives semblent toutes connaître un taux anormalement élevé de maladies génétiques. Mais ces données sont peut être exagérées, car les études épidémiologiques portant sur les populations non juives sont moins poussées (5).

Le mariage entre cousins, y compris entre cousins germains, est une véritable institution chez les musulmans. Cette pratique présente de nombreux avantages économiques et sociaux, mais la consaguinité quasi généralisée qu'elle entraîne ne peut manquer d'accroître la fréquence des maladies génétiques. La question reste cependant mal connue, faute d'enquêtes épidémiologiques approfondies. Comme dans la religion juive, les mariages avec les non-musulmans sont interdits. Mais alors que les juifs se contentent d'exclure le "renégat" de la communauté religieuse, les musulmans font souvent peser la menace de représailles : exclusion de la famille, voire, s'il s'agit d'une fille, enlèvement en bonne et due forme.

En fait, aucune religion, cela se conçoit, n'aime voir ses brebis s'égarer. Sur la petite île japonaise de Kuroshima vivaient en 1960 quelque 2 250 personnes. Rien dans leur apparence physique ne permettait de les distinguer. Mais depuis le dix-septième siècle, ces Japonais vivaient en communautés séparées : les bouddhistes d'un côté, les catholiques de l'autre. Ils faisaient bon ménage mais ne se mariaient pas entre eux. Les catholiques, plus natalistes, sont devenus les plus nombreux. Plus intéressant : la fréquence de certains gènes est restée (ou devenue ?) nettement différenciée. On trouve deux fois plus de daltoniens, trois fois plus de gènes du groupe sanguin B chez les catholiques que chez les bouddhistes, et deux fois plus de gènes du groupe sanguin O chez les bouddhistes que chez les catholiques. Il faudrait connaître la généalogie exacte des deux groupes

(3) Voir, par exemple, Robert MacNamara, *Foreign Affairs*, été 1984.

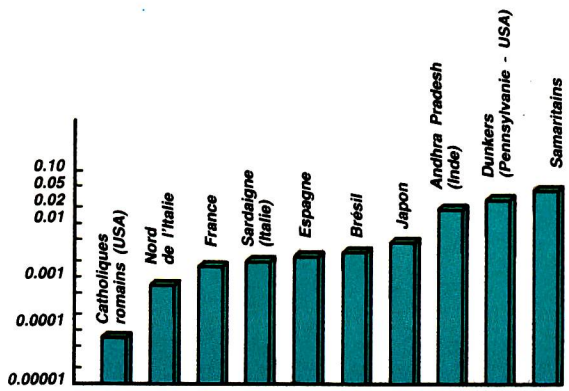
(4) Les gènes du système HLA codent pour des protéines fixées sur la membrane de certaines cellules, qui jouent un rôle dans le système immunitaire.

(5) S. Karlin, R. Kenneth, B. Bonné-Tamis, *American Journal of Human Genetics*, 31, 1979.

Dessin J. Zéboulon (Source : Bodmer et Cavalli Sforza, "Genetics Evolution Man", San Francisco, 1976.)



Photo J. Irwin/Black Star



LE RISQUE DE PRÉSENCE D'UN GÈNE DÉFECTUEUX CROÎT AVEC LE TAUX DE CONSANGUINITÉ.
Un enfant est consanguin quand ses parents sont eux-mêmes apparentés (cousins). Le coefficient de consanguinité est la probabilité que les deux parents aient au moins un gène identique ; elle est d'autant plus forte que ces parents sont de la même famille. D'où une fréquence élevée des maladies génétiques dans les communautés dont les membres se marient entre eux, comme les Samaritains, les dunkers ou les amish (ci-dessus). Attention ! le graphique ci-contre est sujet à caution car le taux de consanguinité varie en fonction du degré de parenté pris en compte par les statisticiens. Et les mesures sont, de toute façon, beaucoup moins fiables pour les grandes populations que pour les petites communautés (isolats) de quelques centaines d'individus.

pour repérer l'origine des telles différences.

Exemple encore plus frappant : celui du Liban, où plus de quinze cultes coexistent. Des études portant sur cinq populations libanaises représentant cinq religions chrétiennes et trois religions musulmanes ont montré des différences sensibles dans la répartition des groupes sanguins et des hémoglobines. Le taux de thalassémie (maladie héréditaire destructrice des globules rouges) est élevé chez les sunnites, les grecs orthodoxes et les grecs catholiques, très élevé chez les Druzes, faible chez les maronites. Le déficit en G6PD est inconnu chez les Druzes, rare dans les groupes chrétiens, fréquent chez les musulmans sunnites et chiites (6).

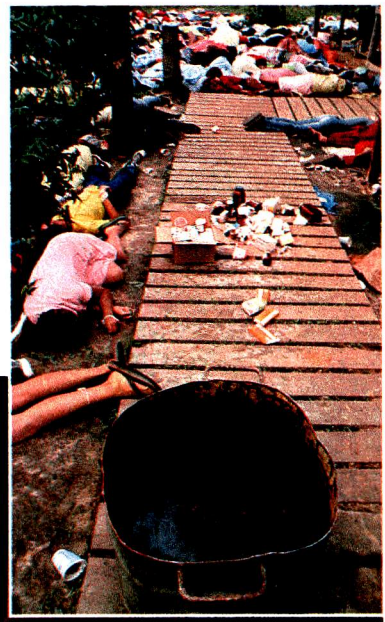
L'"homogamie" religieuse, c'est-à-dire la propension à se marier avec un partenaire de même obédience, est un phénomène général. Une étude menée en 1960 aux États-Unis montrait que le taux d'homogamie était de 91 % chez les protestants (majoritaires), de 78 % chez les catholiques et de 93 % chez les juifs. Une étude réalisée en 1966 en Grande-Bretagne a donné des résultats comparables. En Irlande du Nord, on s'en doute, les mariages entre catholiques et protestants sont prohibés et seraient d'ailleurs périlleux. L'homogamie a probablement tendance à s'affaiblir dans les pays occidentaux, en raison de l'effritement de la foi. Mais les avantages sociaux qu'elle représente lui garantissent un solide avenir. Les pressions familiales, l'intuition qu'il est plus facile de s'entendre avec un partenaire du même bord, rejoignent des constatations précises. D'autres enquêtes menées dans les années 1960 aux USA indiquent que les mariages mixtes connaissent un taux de séparation et de divorce plus élevé et que les enfants issus de ces unions sont plus souvent des délinquants...

(6) Jean Bernard, *Le sang et l'histoire*, Buchet Chastel, 1983.

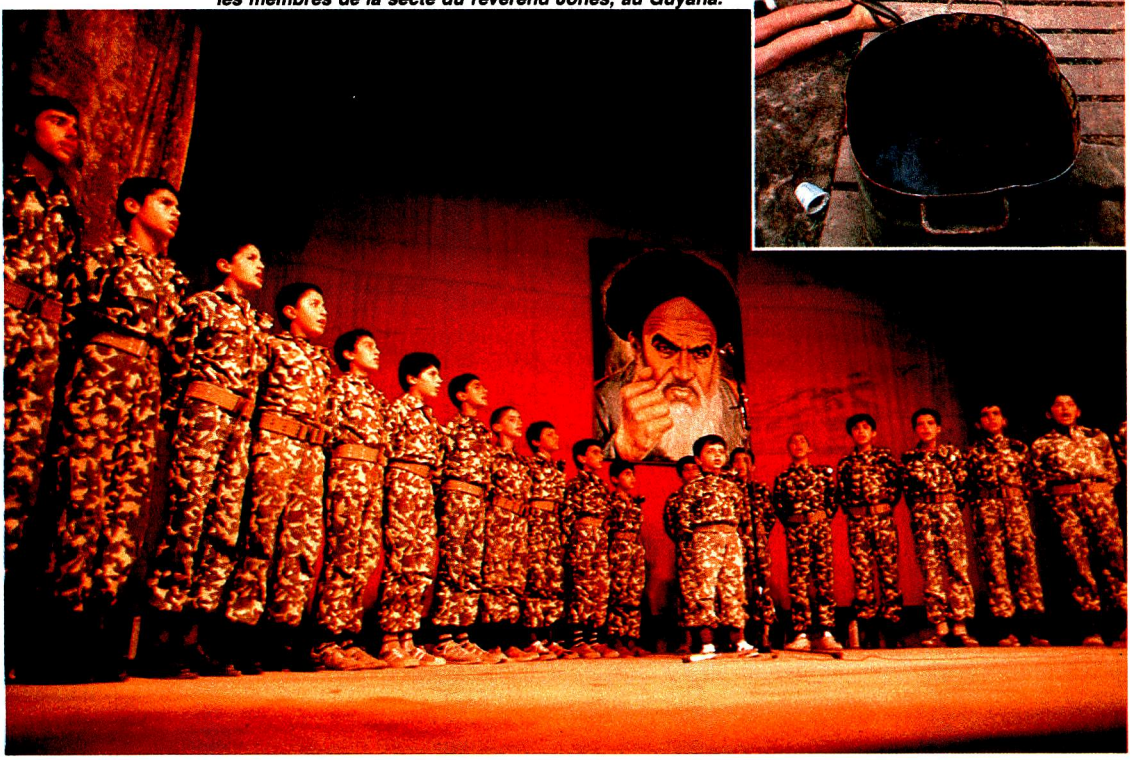
Ces éléments coïncident avec la tendance générale des religions à renforcer le conformisme social. Le clergé préfère les mariages entre "égaux". C'est explicite dans le Coran, ou encore dans l'hindouisme, qui proscrit les mariages intercastes. Aussi la répartition des groupes sanguins n'est-elle pas la même suivant les castes. Les religions chrétiennes autorisent exceptionnellement les mariages entre cousins, au nom de l'intérêt bien compris des familles. En France, l'aristocratie catholique et la haute société protestante (HSP) se maintiennent contre vents et marées.

Résumons : les religions sont natalistes, à l'exception (relative) du bouddhisme et du protestantisme ; le natalisme favorise les grands nombres mais pas la qualité de la vie ni la stabilité ; la quasi-totalité des religions interdisent l'inceste mais tolèrent et souvent encouragent un certain taux de consaguinité, au risque de favoriser les maladies génétiques. Reste à examiner le paradoxe des paradoxes : la religion meurtrière.

L'infanticide a été non seulement cautionné mais exigé par diverses religions. A Carthage, 29 % des premiers nés de la noblesse étaient sacrifiés au dieu Baal Hammon. En Inde, où le premier objectif d'un couple est d'avoir un fils, la moitié des filles en moyenne étaient sacrifiées à la naissance jusqu'à ce que l'administration britannique, au nom du christianisme, abolisse cette pratique. Les aborigènes australiens tuaient, et peut-être tuent encore leurs bébés mâles et femelles si les circonstances matérielles sont défavorables. C'était également le cas chez les premiers juifs, comme en témoigne le sacrifice d'Abraham. Vers 1920, les Esquimaux netsilik tuaient près de 30 % de leurs enfants, surtout les filles. Avant l'interdiction de l'infanticide par Mahomet, les Arabes tuaient volontiers les filles à la naissance. Au Japon, encore aujourd'hui, l'année du Cheval fou (une fois tous les 60 ans — la dernière eut lieu en 1966), considérée comme défavorable aux filles, voit monter brusquement leur taux de mortalité néonatale. Le shintoïsme considère d'autre part que l'enfant n'existe pas en tant que tel avant de voir la lumière du jour : aussi l'avortement a-t-il toujours été considéré comme un acte de routine. En Occident, le catholicisme et le protestantisme ont toléré pendant des siècles que les enfants illégitimes soient mal traités. A Montréal comme à Rouen, au XVIII[e] siècle, le taux de mortalité des enfants



Au nom de la religion, croisades et jihads ont justifié, au cours des siècles, de nombreux massacres et envoyé à la mort des centaines de milliers de "martyrs". Aujourd'hui encore, de très jeunes Iraniens fanatisés sont lancés dans la guerre du Golfe. Des motivations moins spirituelles avaient conduit, en 1978, à un suicide rituel collectif les membres de la secte du révérend Jones, au Guyana.



Photos A. Bizos/Cosmos — D.H. Kennerly/Contact - Giraudon

recueillis était de 90 %. En Italie, en 1950, ce taux était encore deux fois plus élevé que pour les enfants légitimes.

Pour des motifs religieux, les enfants jugés à tort ou à raison malformés sont abandonnés sans nourriture ou tués à la naissance (ou même plus tard) par de nombreuses tribus africaines animistes. Chez les Sukuma de Tanzanie, c'est le cas pour les enfants nés d'un accouchement par le siège, pour ceux dont les dents du haut percent avant celles du bas, et pour certains jumeaux. L'élimination des handicapés physiques et mentaux ne heurtait apparemment pas les principes de la religion grecque, tant à Sparte qu'à Athènes. Condamné ultérieurement par les Eglises chrétiennes, l'eugénisme n'a refait officiellement son apparition en Occident que dans l'Allemagne nazie. Il connaît cependant un net regain de faveur sous la forme sophistiquée de l'avortement thérapeutique, qui reçoit l'accord explicite du protestantisme, implicite du catholicisme.

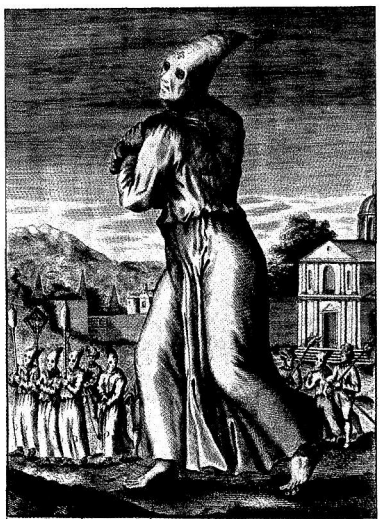
La plupart des religions contiennent les germes du meurtre et du suicide et les laissent s'exprimer à l'occasion. Les guerres "saintes" n'ont rien à envier à celles qui ne le sont pas. Les guerres entre musulmans et chrétiens marquèrent quatre siècles du Moyen-Age. Ordonnée par le pape, la "Croisade des enfants" fit mourir d'épuisement des milliers de jeunes pélerins français et allemands sur la route de Jérusalem. Le succès du calvinisme provoqua les guerres dites de religion, ponctuées de massacres et d'assassinats, qui laissèrent exsangue la France de la fin du XVI[e] siècle. Rappelons pour mémoire la fréquence des massacres et des guerres entre musulmans et hindous dans le sous-continent indien, l'éternel conflit judéo-musulman, ou encore la guerre entre les chiites d'Iran et les sunnites d'Irak.

D'une manière générale, dans quelque État que ce soit, l'"establishment" religieux a toujours plus ou moins cautionné les activités militaires. Les armées ont leurs aumôniers. Il faut des situations extrêmes, comme celles nées du communisme ou du nazisme, c'est-à-dire de régimes où les religions traditionnelles fondées sur le culte d'un ou plusieurs dieux vivants sont niées au profit de religions conceptuelles, abstraites, pour voir une partie du clergé se révolter contre l'État.

La mort individuelle est aussi recherchée par certaines religions. Reprenant une tradition des Indiens popi et se fondant sur une interprétation littérale de l'Evangile selon Saint Marc, les membres de sectes fondamentalistes américaines risquent leur vie en maniant sans précaution des serpents venimeux. Meurtres rituels, comme dans le culte vaudou, et même cannibalisme, comme chez les Foré de Nouvelle-Guinée, sont des données élémentaires de multiples religions dites primitives d'Asie, d'Afrique et d'Amérique. Dans les hautes castes de l'Inde traditionnelle les veuves, même jeunes et parfois vierges, devaient brûler vives avec le défunt. Plus près de chez nous, le catholicisme a sanctifié le martyre et développé l'Inquisition. Les 4615 kamikazes japonais qui ont sacrifié leur vie pendant la Seconde Guerre mondiale ne l'auraient pas fait s'ils n'avaient pas ressenti l'obligation religieuse de mourir pour l'empereur.

Parmi les événements les plus spectaculaires survenus récemment, citons les commandos-suicides des chiites, la mort au front de dizaines de milliers de très jeunes Iraniens fanatisés, la mort acceptée par les Sikhs indiens réfugiés dans leur temple, ou encore le suicide collectif de la secte du révérend Jones, en Guyane.

Bien involontairement, les religions ont aussi favorisé des épidémies mortelles. Pendant la grande peste du Moyen-Age, les "Flagellants" allaient de ville en ville, pensant chasser le Mal en se fouettant, assurant au contraire la propagation systématique du fléau. Les pélerinages à la Mecque ont servi à plusieurs reprises, au XIX[e] siècle, à répandre le choléra. D'une manière générale, les Hindous qui se "purifient" en buvant l'eau d'un



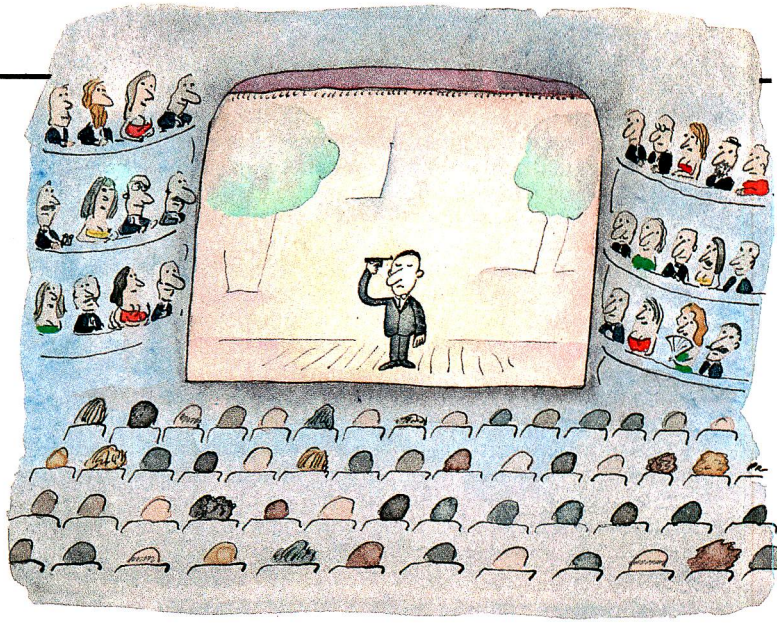
Les "Flagellants", agents "religieux" de la peste au Moyen Age.

Gange infesté de parasites, les musulmans qui embrassent la pierre noire de La Mecque et circoncisent leurs fillettes. Les orthodoxes qui embrassent la croix et les religions qui encouragent les familles nombreuses dans les pays déshérités et surpeuplés, ne servent pas la cause de la santé publique.

On jugera le tableau sinistre. Il n'a pas pour objet de discréditer si peu que ce soit l'esprit religieux. Il montre simplement que les croyances collectives, fer de lance de la culture, exercent une influence très directe sur le taux et la qualité de la reproduction. L'extrême variété de ces croyances, leur grande complexité, leur caractère souvent paradoxal, ne plaident guère en faveur d'un fort déterminisme génétique. Il semblerait plutôt que la culture dispose de nos gènes avec une effarante liberté.

Oliver POSTEL-VINAY ■

LE SUICIDE : AFFAIRE MOINS PRIVÉE QU'ON LE PENSE



Cent ans d'études statistiques donnent raison à Durkheim, le père de la sociologie. Le suicide est bien un fait social. Plus que d'une décision individuelle, l'intention de se donner la mort relève de causes socio-économiques ; elle est réglée dans les saisons et dans la semaine, par les rythmes sociaux.

Le suicide semble être un acte strictement privé, personnel, ne relevant que de la volonté de l'individu, diminué par un choc affectif, la perte d'un emploi, un revers de fortune, le remords, le dégoût de la vie, la dépression, la maladie mentale ou la souffrance physique. Pourtant, la statistique moderne indique que le suicide ne se réduit pas à un événement psychologique et individuel, et qu'il existe une relation constante et mesurable entre le phénomène pris dans son ensemble (les 12 000 suicides qui ont lieu chaque année en France) et les grandes caractéristiques de la vie sociale (statut professionnel, statut matrimonial, âge et sexe, saisons, jours de la semaine, rythmes de travail/repos, conjoncture économique, religion...).

« La simple addition de tous les suicides imprévisibles et individuels fait surgir une réalité nouvelle, en tous points différente des événements singuliers qui la composent : douze mille drames se convertissent en un point d'une courbe continue ; l'imprévisible entre dans l'ordre de la prévision ; l'événement échappe au destin individuel pour s'inscrire, au même titre que la production des céréales ou le volume des exportations, parmi les grandeurs collectives qui permettent de décrire une société entière. »

On a ainsi établi que quelqu'un, connaissant le nombre des suicides des trois années précédentes, peut prévoir celui de l'année à venir avec une bonne précision. En 1970, un statisticien a ainsi estimé, en se fondant sur la moyenne des trois années précédentes (7 724 suicides), que le nombre des suicides serait compris entre 7 824 et 7 624. Pronostic exact : on en a dénombré 7 782...

Les données auxquelles nous nous référons dans cet article ont récemment été publiées dans deux études, rédigées par deux équipes de statisticiens : « Suicide : l'évolution séculaire d'un fait social » (1) et « Suicide et rythmes saisonniers » (2), publiées dans la revue de l'Institut national de la statistique et des études économiques, *Economie et statistiques* (n° 168).

La statistique est en effet le meilleur moyen d'étudier le phénomène du suicide. D'une part, parce que celui-ci ne se prête pas à l'observation directe et peu à l'entretien. Et parce que les enquêtes, menées par certains psychiatres ou suicidologues auprès de personnes ayant survécu à une tentative de suicide, ont toujours montré que

(1) par Christian Baudelot et Roger Establet.

(2) par François Aveline, Christian Baudelot, Marc Beverragi et Saadi Lahlou.

Dessins F. Puig-Rosado — Carte J. Zéboulon

tentatives et suicides consommés constituent deux faits distincts, non seulement par le résultat, mais aussi par les caractéristiques des populations concernées. Ainsi, de beaucoup majoritaires parmi les tentatives de suicide, les femmes et les jeunes sont pourtant les catégories où l'on dénombre le moins de suicides effectifs.

La méthode statistique fut employée il y a un peu moins de cent ans par Emile Durkheim, le fondateur de la sociologie. Dans son ouvrage *Le Suicide*, publié en 1897, Durkheim établissait pour la première fois les relations entre le taux de suicides et d'autres caractéristiques sociales. Observation toujours valable : les facteurs choisis par Durkheim comme références n'ont changé que dans la mesure où les valeurs sociales ont changé. Le rapport suicide-société est le même.

Durkheim avait montré que :
— le taux de suicide croît avec l'âge, quels que soient le sexe, le statut matrimonial, le département de résidence ;
— le taux de suicide est plus fort chez les hommes que chez les femmes, quels que soient l'âge, le statut matrimonial, le département de résidence ;
— le taux de suicide est plus fort pour les célibataires et les veufs que pour les personnes mariées, quels que soient le sexe, l'âge et le département de résidence ;
— entres les régions d'un même pays, les écarts se maintiennent dans le temps ;
— d'une année à l'autre, pour une société donnée, le nombre des suicides et le taux de suicide varient peu et de façon non erratique ;
— le suicide se commet plus souvent de jour que de nuit ;
— le suicide croît avec la durée du jour. Il atteint ainsi son maximum au printemps, puis en été ; son minimum en autome, puis en hiver ;
— le suicide est plus fort au début de la semaine qu'à la fin ;
— le taux de suicide est lié à la religion : les protestants se suicident plus que les catholiques et ceux-ci, plus que les juifs.
— le taux de suicide croît avec la taille des agglomérations.

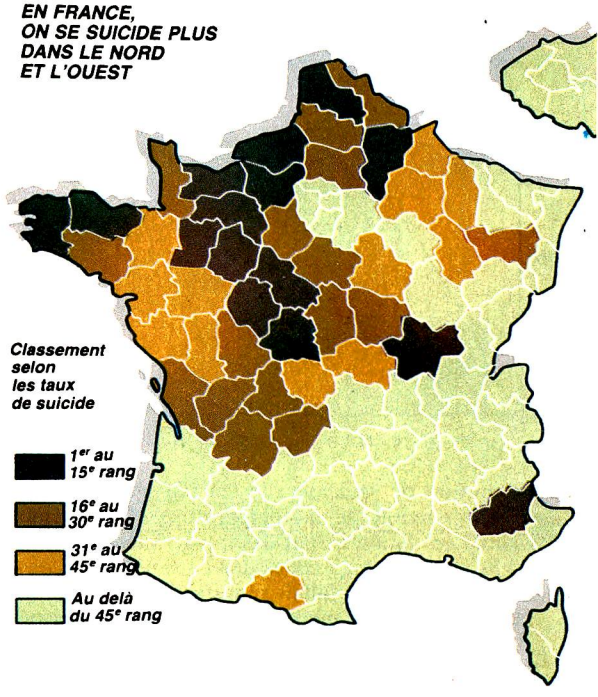
Pour Durkheim, le concept d'intégration explique ces résultats, la famille se présentant comme le modèle réduit de la société. La famille protège du suicide, puisque les gens mariés se suicident moins que les personnes seules, célibataires, veuves ou divorcés. « Mais le lien entre un homme et une femme n'est pas l'essentiel. Tout tient à la taille de la famille. Famille nombreuse, famille solide, famille solidaire, famille cohérente : la famille relie fortement les uns aux autres les individus qui la composent. Elle les intègre et du même coup les protège. Une société (une famille, une nation, une religion, un village) n'existe que dans la mesure où elle maintient son unité entre les différences individuelles. Et une société protège d'autant plus du suicide qu'elle est plus cohérente. »

En un siècle qu'est-ce qui a changé par rapport aux observations de Durkheim ?

Citadin au XIX^e^ siècle, le suicide est devenu rural. Pour toutes les tranches d'âges, le taux de suicide atteint aujourd'hui son maximum dans les communes rurales, son minimum à Paris. Entre ces deux extrêmes, une tendance à la décroissance du taux de suicide en fonction de la taille de l'agglomération.

Explication : l'évolution des valeurs sociales, qui orientent les comportements. « Au XIX^e^ siècle, urbanisation et industrialisation se développent dans un univers fondamentalement pénétré de valeurs paysannes. Le citadin est un déraciné ; sur le quai de la gare Montparnasse, le Breton perd sa foi et un peu de son identité. Mais au XX^e^ siècle, surtout après 1945, c'est une civilisation urbaine qui s'organise autour du foyer, confortable et équipé, et autour des formes modernes de loisirs comme le cinéma, puis la télévision, et des départs en vacances. Parallèlement, le paysan "empaysanné" devient un marginal ; non seulement il ne part pas en vacances, mais il éprouve aussi les plus grandes difficultés à se marier, les villageoises quittant la campagne pour rallier les valeurs dominantes de la civilisation. »

Les départements où le suicide a baissé (**voir carte ci-dessous**)sont ainsi les départements industriels et tertiaires, où coexistent toutes les ressources de la sociabilité moderne (université, administration, loisirs) : Alpes-Maritimes, Rhône, Paris, Bouches-du-Rhône, Isère. La France méridionale échappe à la marginalisation de la France paysanne de l'Ouest et du Centre, le Midi faisant depuis toujours coexister culture paysanne et culture urbaine. On retrouve ici la notation de

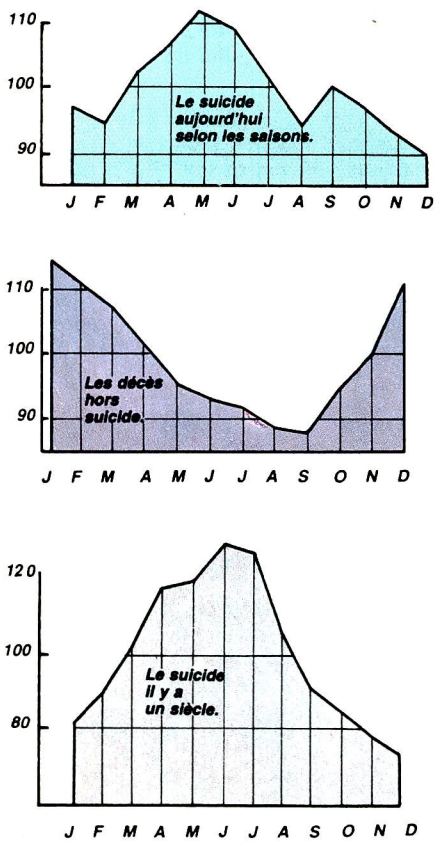


Durkheim : le suicide est septentrional. L'opposition entre le Nord et le Sud se maintient, le suicide reculant dans les départements urbains et riches (Bassin parisien, façade méditerranéenne), restant élevé dans le Nord-Est et en Normandie et bas dans le Sud-Ouest, progressant en Bretagne et dans les départements du Centre.

La variation saisonnière du suicide a épousé les nouveaux rythmes de notre vie sociale. Le suicide est affecté d'importantes variations selon les mois de l'année et les jours de la semaine. Mais ces variations ne sont pas celles que beaucoup imaginent. « Contrairement à l'intuition première qui tend à associer le suicide aux saisons froides, humides et brumeuses, voire à l'ennui distillé par les "sombres dimanches", le suicide est plus fréquant au printemps et en été qu'en automne et en hiver, en début de semaine que pendant les week-ends. »

Là aussi, pour Durkheim, il n'existait pas de relations statistiques entre la température et la

LA VIE EST PLUS SUPPORTABLE PENDANT LES VACANCES...



distribution des suicides, le suicide n'augmentait pas en fonction de la température et, s'il était sensible au climat, c'était davantage aux variations du climat social qu'à celles des baromètres ou des thermomètres qu'il fallait s'intéresser.

Les statistiques modernes lui donnent raison



le suicide et les saisons...

même si, depuis un siècle, la nature saisonnière du suicide s'est modifiée, d'abord en s'estompant, puis le taux de mai dépassant celui de juin, enfin de juillet et surtout d'août qui enregistre une diminution notable, suivie d'une reprise en septembre.

Diminution d'amplitude saisonnière, baisse des suicides au mois d'août : pour les chercheurs de l'INSEE, il est clair que les deux tendances renvoient à des modifications profondes des rythmes de la vie économique et sociale.

« Une société scolarisée, électrifiée, industrialisée et urbanisée comme la nôtre est beaucoup moins sensible au rythme des saisons qu'un pays en majorité rural, où plus de la moitié de la population était occupée dans l'agriculture et le bâtiment.

» Dans une société de ce type, c'est d'abord la nature en tant que facteur de production qui imprime ses rythmes à la vie collective : les saisons y sont fortement marquées et l'activité ne s'y dépense pas de façon uniforme. L'hiver est pour la campagne une période de repos et de repli sur la vie familiale et la maison. Dès le printemps, au contraire, l'activité reprend pour culminer au mois de juin, juillet et août. A l'opposé, ce dernier mois est celui du sommeil économique et scolaire de notre société : la plupart des entreprises ferment leurs portes et celles qui restent ouvertes ne fonctionnent qu'au ralenti ; c'est le mois des congés : on s'y suicide moins. »

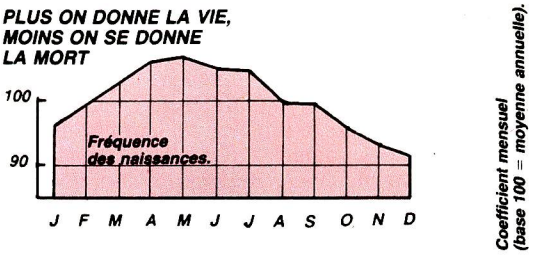
Quatre faits démontrent cette théorie. Le premier est que la diminution des suicides en juillet et août n'apparaît qu'avec la généralisation des congés payés. Le second est que, pour les agriculteurs et salariés agricoles, dont la vie professionnelle reste soumise au rythme des quatre saisons, qui partent peu en vacances et pour lesquels les mois d'été représentent même les périodes de pleine activité, l'écart entre décembre et juin est le plus marqué ; aucune chute des suicides ne s'observe au mois d'août, aucune reprise non plus en septembre. Le troisième est que toutes les personnes âgées et retraitées, pour qui le mois d'août est un mois comme les autres, et qui échappent au rythme de l'alternance travail/vacances, s'y suicident autant et non pas moins qu'un autre mois. Quatrième fait, enfin : c'est chez les jeunes

de moins de 25 ans et parmi les habitants des grandes villes, surtout de la région parisienne, ceux qui connaissent les taux de départ en vacances les plus élevés, que la diminution du nombre des suicides au mois d'août et même en juillet est la plus sensible.

Le travail serait-il "suicidogène" ? On serait tenté de le conclure, le suicide diminuant pendant les vacances. Une autre explication paraît pourtant plus sérieuse aux chercheurs de l'INSEE : les périodes de vacances ne se réduisent pas à une simple cessation de travail. L'environnement économique et social, les modes de vie, les relations entre les personnes se transforment aussi. L'ensemble de la société est organisé d'une autre façon que pendant le reste de l'année : on ne produit plus, on consomme ; à la sociabilité contrainte et formelle du bureau et de l'usine, succède un type de relations plus informel avec des amis. C'est le moment d'une plus grande disponibilité des individus pour la vie familiale. A preuve : aujourd'hui c'est en mai que la natalité est la plus forte ; or, les naissances de mai renvoient à une conception en août. « Les rythmes sociaux agissent donc à un niveau très profond, puisqu'ils parviennent à orienter des comportements aussi fondamentaux que ceux qui donnent la vie et la mort. Il est remarquable que le point haut de la courbe des variations saisonnières de la conception coïncide avec le point bas de celle des suicides. »

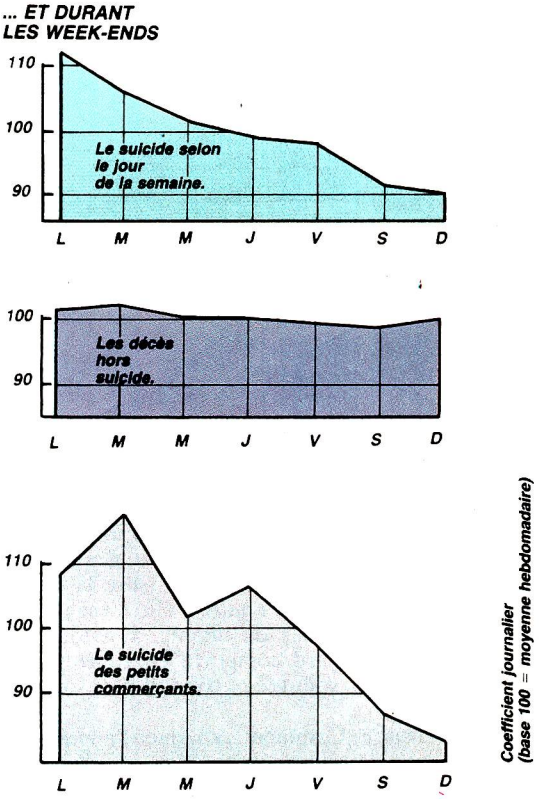
Rythme hebdomadaire : on se suicide de plus en plus le lundi. Durkheim n'observait qu'une simple diminution des suicides les vendredis, samedis et dimanches. Cela reste vrai, et c'est devenu encore plus net. La fréquence des suicides décroît régulièrement du début à la fin de la semaine (tendance reflétant une anticipation à court terme de la période de détente), alors que la distribution des autres décès présente un profil parfaitement uniforme, le contingent du lundi étant parfaitement moyen. Ce qui prouve que le "choc du lundi" n'est pas lié à un retard d'enregistrement des décès, les bureaux d'état civil étant fermés les samedis et dimanches. Autre preuve : ce pic du lundi ne s'observe pas pour les petits commerçants, qui se suicident plus souvent le mardi que les autres jours (17,6 % de plus que la moyenne des autres de la semaine) : la plupart des boutiques et des magasins fermant le lundi, le mardi est aux commerçants ce que le lundi est aux autres actifs, le jour de la reprise du travail après le congé hebdomadaire.

Comme pour les rythmes saisonniers, c'est l'alternance des périodes de travail et de congé qui est en cause, ainsi qu'en témoignent les observations sur les semaines comportant des jours fériés. On se suicide moins les lundis de Pâques et de Pentecôte, qui sont chômés ; ces semaines-là, c'est la mardi qu'on se suicide le plus. De même que l'on observe des recrudescences les vendredis qui suivent les jeudis de l'Ascension. Il faut voir dans ces phénomènes une conséquence de la coupure de plus en plus franche entre les cinq premiers jours de la semaine et le week-end. « Les samedis et les dimanches sont à la semaine ce que le mois d'août



est à l'année : dominance de l'univers familial, détente, loisirs. Hypothèse confirmée par le fait que les personnes les moins isolées socialement reflètent, pour le dimanche, les taux de suicide les plus faibles (12,3 % des suicides de ce jour-là pour les mariés, 13 % pour les veufs et divorcés, 14 % pour les célibataires).

Hypothèse renforcée par un autre fait, qui ne concerne que les femmes : alors que, pour les hommes, le taux de suicide décroît à mesure que la semaine s'écoule, du lundi au dimanche, l'ordre des jours est, pour les femmes, modifié sur un seul



point : lundi, mardi, jeudi, vendredi, mercredi, samedi, dimanche. Cela depuis que les femmes ont la charge des enfants le mercredi ; avant 1972, le jour de congé hebdomadaire des enfants était le jeudi et le taux de suicide féminin s'établissait ainsi par ordre décroissant : lundi, mardi, mercreci, vendredi, jeudi, samedi, dimanche.

Comment expliquer que la tendance au suicide baisse tout au long de la semaine et remonte le

lundi ? Par l'existence d'un rythme hebdomadaire où l'on anticipe à court terme la période de détente. Quels que soient les pays, des expressions courantes, en vigueur sur le lieu de travail, manifestent que le poids des différents jours de la semaine est évalué en fonction de leur distance au samedi : "Ça va comme un lundi" ; "*Thank God, it's Friday !*" (Dieu merci, c'est déjà vendredi "!"), soit "Ça ira mieux demain", etc...

Restent deux points à éclaircir : d'abord le taux de suicides féminins nettement inférieur à celui des suicides masculins. La diminution du suicide féminin pendant les jours de vacances scolaires soulignait l'importance de la famille. Sur ce plan, les statuts sociaux masculin et féminin sont nettement différents. C'est évident pour la femme mariée et la mère de famille, auxquelles incombe l'essentiel de la socialisation quotidienne des enfants et du couple (invitations, visites, correspondance). Mais cela vaut aussi pour la veuve, la femme divorcée ou la femme célibataire. « Car la femme est toujours liée avec plus de force que l'homme à la famille dont elle est issue. L'homme est avant tout rattaché aux gens de sa génération et à son univers professionnel (copains d'école, camarades de travail, collègues) ; la femme, elle, assure la continuité d'une génération à l'autre : elle n'est jamais déchargée d'obligations de famille. L'autonomie masculine à cet égard comporte en contrepartie plus de risques de solitude et conduit plus souvent au suicide. »

L'âge, ensuite. Comment expliquer l'augmentation du taux de suicide avec l'âge, quelles que soient les catégories socioprofessionnelles ? C'est que, pas plus que le sexe, l'âge ne se réduit à une réalité biologique ou psychologique : il est aussi, et peut-être surtout, le support de statuts sociaux. La déchéance sociale est pourtant loin d'être la même dans tous les milieux : ainsi dans l'univers des cadres, vieillir, c'est accroître ses pouvoirs et ses revenus, passer du statut d'emprunteur au statut de propriétaire, voire de prêteur.

Les statisticiens de l'INSEE observent qu'il est peut-être illusoire de ne compter l'âge qu'à partir de la naissance ; il faut raisonner aussi en espérance de vie et compter en quelque sorte l'âge d'un homme à partir de sa mort. C'est-à-dire que l'adolescent et le sexagénaire qui se suicident ne sacrifient pas la même quantité d'existence ; le sexagénaire, lui, abrège simplement son existence. « Si donc l'on se tue plus facilement quand on est plus âgé, ce n'est point parce que la vie pèse davantage, mais parce que le sacrifice à faire est plus léger. La quantité d'existence est pensée dans les termes d'expériences effectives à vivre, d'enfants et petits-enfants à naître, d'anniversaires à souhaiter. Face à une situation douloureuse, l'individu n'est pas seulement protégé par son intégration sociale actuelle ; il met dans la balance les relations sociales à venir. Et la mise est plus forte à vingt ans qu'à soixante. »

Un siècle après, la statistique moderne, améliorée, perfectionnée dans ses techniques d'analyse, ne dément donc pas les travaux de Durkheim. Certes, le suicide a changé, mais en fonction des changements du régime socio-économique et dans le seul cadre de ce régime.

Gérard MORICE ■

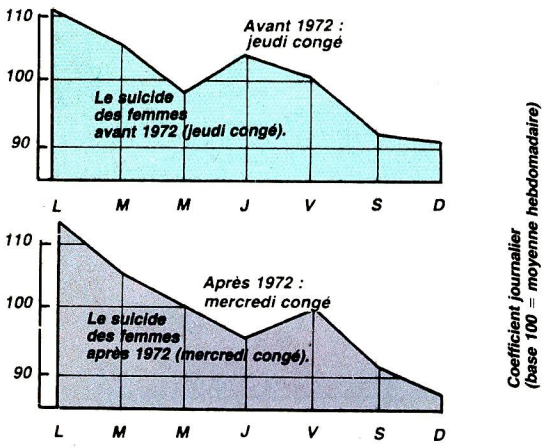
LE CHÔMAGE EST-IL SUICIDOGÈNE ?

A toute crise économique, à toute montée du chômage correspond, en France, un accroissement du suicide : ce fut le cas dans les années trente et ce l'est encore aujourd'hui de façon très marquée, où depuis 1976, le taux de suicide ne cesse d'augmenter, principalement celui des hommes.

Il reste pourtant difficile d'établir un strict rapport de causalité directe entre crise économique, chômage et suicide : en Angleterre, où le chômage a plus que doublé entre 1960 et 1979, le taux de suicide est resté constant, ainsi qu'en Italie, où le nombre des chômeurs a été multiplié par 2,5 entre 1970 et 1978.

Pour les chercheurs de l'INSEE, l'influence du chômage sur les individus dépend du milieu dit "primaire" où ils se trouvent insérés, c'est-à-dire de la famille. Selon les cas ou les pays, le chômage peut contribuer à désintégrer la structure familiale, de même qu'à l'opposé, la solidarité des liens familiaux peut constituer un rempart efficace et protéger ses membres d'un geste de désespoir. « Les caractéristiques microsociologiques du milieu primaire jouent donc un rôle de médiation entre des forces relevant de la macrosociologie (crise économique, chômage, guerre...) et le suicide. »

QUAND LES ENFANTS SONT À LA MAISON

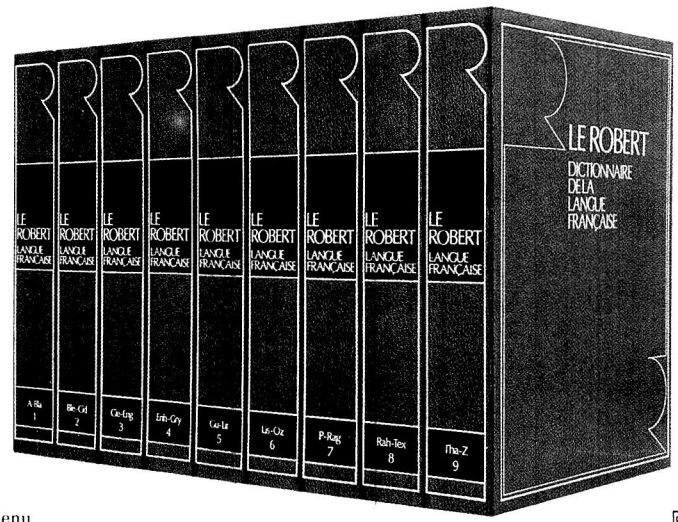




Dessins F. Puig-Rosado — Carte J. Zéboulon

Le Nouveau GRAND ROBERT

80 000 MOTS À L'ENTRÉE
1 000 000 DE SENS À LA SORTIE



À l'aube du XXI[e] siècle, nous vivons à l'heure de l'information immédiate et des satellites : réseaux hertziens, câbles, vidéo, ordinateurs, font désormais partie de notre vie quotidienne.

Cette évolution irréversible et créatrice ne doit pas nous faire oublier le fabuleux trésor que représente notre langue, dont tous les "langages" informatiques ne sont que les véhicules.

Parce qu'il est dictionnaire analogique de la langue française classique et contemporaine, c'est-à-dire parce qu'il propose un système de renvois faisant découvrir tout l'environnement d'un mot ou d'une idée, le GRAND ROBERT constitue l'accès indispensable au savoir et à la communication.

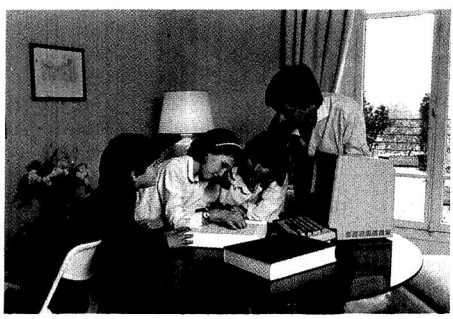
Conscient de la nécessité d'adapter le contenu du dictionnaire à l'évolution du langage pour que le GRAND ROBERT soit présent au rendez-vous de l'an 2000, Alain REY et son équipe, dans le respect de son créateur Paul ROBERT, ont entièrement remis à jour et considérablement enrichi ce monument de la langue française.

Le Nouveau GRAND ROBERT propose aujourd'hui une nomenclature de 80 000 mots (dont 20 000 supplémentaires) et 250 000 citations (au lieu de 200 000). C'est donc un incomparable recueil de citations littéraires, scientifiques, techniques et journalistiques empruntées aussi bien aux écrivains classiques qu'aux auteurs contemporains.

Ainsi, chaque article du nouveau GRAND ROBERT, par la masse d'informations qu'il fournit, constitue une véritable banque potentielle de données : en accédant à ces données par 80 000 "entrées", le lecteur parvient aisément à des millions d'informations.

Pour accueillir ces nouvelles richesses, le GRAND ROBERT se présente en 9 volumes dont la consultation entraîne le lecteur fasciné dans un fantastique voyage au pays des mots.

FUTURS



Le GRAND ROBERT
Un fascinant jeu de piste autour des mots.

Bon pour une documentation gratuite

Veuillez me faire parvenir votre documentation complète en couleurs ainsi que les tarifs concernant le Nouveau GRAND ROBERT en 9 volumes.

NOM : _____

PRÉNOM : _____

N° : _____ RUE : _____

_____ CODE POSTAL |_|_|_|_|_|

VILLE : _____

_____ 21

Bon à remplir, découper et renvoyer dès aujourd'hui à :

DICTIONNAIRES LE ROBERT
Service RP, 107, Avenue Parmentier, 75011 PARIS

L'AMÉRIQUE CENTRALE LIVRE SES SECRETS

Autant les cultures aztèque et maya du Mexique et les cultures inca de l'Amérique du Sud étaient connues, autant celles de l'Amérique centrale étaient négligées. Cette lacune est en train d'être comblée, pour le plus grand bénéfice de la culture tout court. Satisfaction : les Français, qui furent pionniers en ce domaine, sont brillamment présents.

Longtemps considérée comme une simple zone intermédiaire entre le Sud et le Nord, l'Amérique centrale n'est plus négligée par la recherche archéologique, autrefois centrée sur les grandes civilisations mexicaines ou andines. Les fouilles se multiplient depuis quelques années dans les pays de l'isthme, révélant des civilisations culturellement avancées et soulevant aussi des interrogations sur les contacts qui ont pu exister, à travers ces civilisations, entre le Sud et le Nord.

Les archéologues français sont partis tôt : entre 1955 et 1970, M. Claude Baudez (du musée de l'Homme) a fait un véritable travail de pionnier dans la région du Guanacaste, au nord-est du Costa-Rica, tandis que M. Alain Ichon, du même musée, explorait le Panama.

Le Centre d'études mexicaines et centre-américaines, dépendant de l'ambassade de France à Mexico, vient d'envoyer une mission archéologique au Nicaragua, et l'on annonce une étude sur le paléolithique du Costa-Rica.

Au Costa-Rica, les premières fouilles que l'on pourrait qualifier de scientifiques sont celles du Suédois Carl Hartman, au début de ce siècle. Ce ne fut que dans les années cinquante que la stratigraphie et la chronologie entrent sérieusement dans les habitudes des fouilleurs. Dans les années 70, la recherche est menée enfin par des spécialistes tels que Michael Snarskis, professeur à l'université de San José, avec des équipes dirigées par le musée national du Costa-Rica.

Bien que des périodes et des régions soient encore très mal connues, les grandes lignes de l'archéologie du Costa-Rica se dessinent déjà. Trois grandes zones archéologiques apparaissent. Là se sont développées des civilisations qui ont atteint, à partir de 500 après J.-C., un haut niveau culturel.

Zone du Guanacaste-Nicoya. Le Guanacaste, au nord-est, est une province formée d'une plaine d'origine volcanique qui s'incline légèrement vers l'océan Pacifique ; le Nicoya a un relief un peu plus tourmenté. Cette zone se distingue par son climat aride, dû aux vents dominants qui balayent la région pendant une grande partie de l'année.

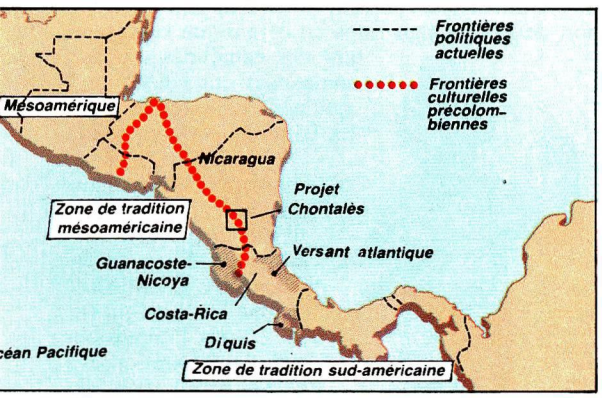
Du point de vue culturel, cette région a subi essentiellement des influences provenant du nord, et plus particulièrement des populations mésoaméricaines (l'aire culturelle appelée Mésoamérique comprend le Mexique, le Guatemala, le nord-est du Salvador et le nord-ouest du Honduras).

Zone du versant atlantique. C'est la plus grande et la plus variée. Elle est marquée par une forte opposition entre les hautes terres centrales et les basses terres côtières. Les premières, orientées sur un axe nord-ouest/sud-est, traversent tout le Costa-Rica et sont formées de plusieurs unités. Au nord-ouest s'élève une chaîne de volcans dont certains, comme l'Irazú (3 432 m), sont en activité. Elle porte le nom de cordillera de Guanascaste au nord, puis de cordillera Central. Ensuite s'étend la meseta Central, haut bassin situé vers 1 000/1 200 m d'altitude, de direction générale ouest-est, qui offre un passage privilégié du Pacifique à l'Atlantique. De nombreux sites archéologiques y ont été retrouvés.

Le versant caraïbe constitue les basses terres, plaines basses, très arrosées et propices à une forêt luxuriante. Elles sont essentiellement formées d'alluvions quaternaires et se raccordent par un piémont en pente douce aux cordillères centrales. De nombreux sites existent dans des vallées.

Zone du Diquís. C'est la moins connue. Elle est traversée par le Rio Grande de Terralba ou Diquís (ce mot signifie "Grande Eau" en boruka, langue des Borukas, qui peuplaient la région à l'arrivée





Ce personnage stylisé, gravé au trait sur un rocher du site archéologique de Chontalès (carte ci-dessus), au Nicaragua, est un des très nombreux pétroglyphes que l'on rencontre, dans des styles différents partout sur le continent américain, au nord comme au sud. Ils posent encore aujourd'hui une énigme aux archéologues quant à leur datation et à leur signification.

des Espagnols), et par la cordillera de Talamanca, formée de roches cristallines et volcaniques, qui décline vers l'est, après avoir atteint de hautes altitudes : 3 820 m pour le Cerro Chiripó.

Ces deux dernières zones sont plus particulièrement marquées par des influences culturelles de l'Amérique du Sud.

Dans ce décor s'est faite une évolution culturelle qui couvre quelque 95 siècles. Depuis 1980, une chronologie valable pour l'ensemble de l'Amérique centrale a été établie par les principaux chercheurs travaillant sur la zone, réunis en séminaire à Santa Fé (Nouveau-Mexique) : période I (? — 8 000 ans avant J.-C.) ; période II (8 000 — 4 000 ans avant J.-C.) ; période III (4 000 - 1 000 avant J.-C.) ; période IV (1 000 avant J.-C. — 500 après J.-C.) ; période V (500 — 1 000) et période VI (1 000 — 1 550).

Les plus anciennes traces d'occupation humaine retrouvées remontent probablement au dixième millénaire avant notre ère et proviennent de la région de Turrialba, dans la meseta Central. Il s'agit essentiellement d'un outillage en pierre, provenant du ramassage de surface, et comportant des pièces telles que les pointes de Clovis ou les *cola de pez* (queue de poisson), connues en stratigraphie dans d'autres zones de l'Amérique, ce qui a permis leur datation approximative.

Les périodes I, II et III sont encore très mal connues. Les périodes I et II sont précéramiques, et les céramiques les plus anciennes datent de la fin de la période III.

C'est durant la période IV que la frontière existant entre les populations du nord/nord-est du pays, influencées par la Mésoamérique, et celles du sud, influencées par l'Amérique du Sud, commence à se caractériser. Elle persistera jusqu'à l'arrivée des Espagnols au XVI[e] siècle.

Cette frontière est visible, par exemple, dans la céramique beige à décorations rouges, semblable à celle du Nord, qui apparaît dans la région du Guanacaste-Nicoya, alors que la zone du versant atlantique et le sud du pays produisent une céramique monochrome qui rappelle des styles de Colombie ou du Venezuela.

Entre 300 avant et 300 après J.-C., la population augmente remarquablement, avec une tendance vers la stratification sociale, dont témoigne la quantité retrouvée d'objets réservés à une élite : objets en jade, sifflets, sceaux et statuettes en céramique. Il est probable que ce nouveau développement culturel ait eu lieu sous l'impulsion de systèmes de pensée provenant du nord, propagés par des routes commerciales à longue distance.

L'existence d'objets en jade d'influence olmèque (civilisation qui s'est développée entre 1 200 et 400 avant J.-C. dans le golfe du Mexique), au Costa-Rica, montre que des contacts entre ces deux zones ont eu lieu très tôt. Par ailleurs, durant la période IV, le travail du jade a été si intense au Costa-Rica, que l'on a longtemps cru qu'il y avait dans ce pays d'importants gisements de jade. Des recherches récentes tendent à prouver que le jade

NICARAGUA : PLUS DE VESTIGES QUE DE CONNAISSANCES

Le Nicaragua est le pays d'Amérique centrale le moins connu du point de vue archéologique, bien que l'on sache depuis près d'un siècle qu'il est riche en vestiges, comme en témoigne la statuaire monumentale de la province de Chontalès. Cette dernière justifiait à elle seule un programme de recherches. Ce fut, en effet, l'une des deux voies de passage existant entre les populations de l'Amérique du Nord et de l'Amérique du Sud, l'autre étant l'isthme de Rivas.

Quelle en fut la place dans la géographie culturelle de l'Amérique centrale ancienne ? Les thèses varient. Toujours est-il que l'on n'a retrouvé de traces d'implantation humaine qu'à une période relativement tardive, de 1 500 à 2 000 ans avant l'arrivée des Espagnols, elle-même assez tardive dans cette région : XVIII[e] siècle.

On a retrouvé au Chontalès des sites à monticules de pierres et de terre, toujours près des points d'eau, structures qui servaient de bases aux habitations, faites en matériaux périssables, et qui les isolaient d'un sol marécageux en saison de pluies. Les grands villages à monticules étaient construits selon des axes de symétrie, autour de places ou de bâtiments importants, mais ils se distinguent nettement des imposantes architectures de pierre, pyramides, jeux de pelote, que l'on retrouve par exemple au Mexique. On attend beaucoup d'informations des tombes que l'on a retrouvées.

La céramique révèle une originalité, sans doute due à l'isolement du Chontalès. L'industrie de la pierre polie témoigne, elle, par des haches, hermiettes, meules, mortiers, pilons, que l'agriculture était la base des sociétés. Sa datation ferait d'ailleurs coïncider l'apparition de cet outillage avec les débuts de l'agriculture en Amérique centrale, qui ne remonte guère à plus de 500 ans avant notre ère.

Bien évidemment, c'est aux manifestations artistiques que le grand public est le plus sensible en matière d'archéologie. La statuaire déjà connue du Nicaragua consiste en grandes "idoles" anthropomorphes, taillées en bas relief sur un support cylindrique, généralement du basalte. On en a retiré plusieurs dizaines de leurs sites d'origine depuis un siècle, et elles figurent soit au musée de Juigalpa, soit dans des collections privées. Ce type de statuaire n'est pas unique en Amérique centrale, mais celle de Chontalès se distingue par son style et son caractère monumental.

Il faut aussi mentionner les pétroglyphes, connus dès la fin du siècle dernier et que l'on continue de trouver sur des rochers, gravures au trait représentant soit des humains, tantôt stylisés et tantôt descriptifs et "réalistes", soit des formes géométriques, soit, mais il s'agit là d'exemples uniques, de symboles sexuels ou d'animal imaginaire.

Une campagne de fouilles prévue pour 1985-86 devrait préciser de très nombreux aspects de l'histoire et de la culture du Nicaragua, avant que les conquêtes vinssent clore un long et beau chapitre.

D. RIGA □

proviendrait plutôt de la vallée de Motugua, au Guatemala.

Un autre apport probable des populations mésoaméricaines est celui du "métate". Il s'agit de grandes pierres plates ou légèrement concaves, avec trois ou quatre pieds, sur lesquelles on moud le maïs. Au Costa-Rica, cet objet sera très souvent détourné de sa fonction utilitaire, pour devenir un objet d'art. D'où l'existence d'un grand nombre de métates cérémoniels, généralement très décorés, à utilisation probablement strictement religieuse.

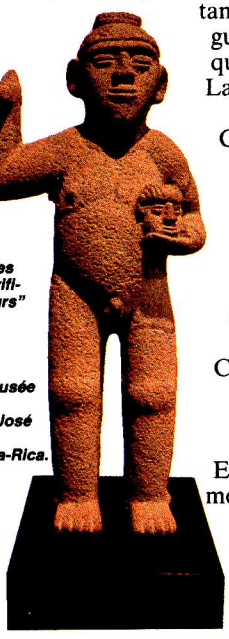
En périodes V et VI, les trois grandes zones archéologiques se détachent par l'émergence de styles très différents. Dans le Guanacaste-Nicoya commence une tradition de céramique polychrome, dont les premiers exemplaires sont d'influence "mayoïde" (Maya).

Sur le versant atlantique, la céramique se caractérise par une grande variété de décors plastiques (moulages et pastillages). L'industrie du jade, si importante durant la période précédente, tend à disparaître pour laisser la place à la métallurgie, originaire des régions du sud de l'Amérique. Durant cette période, l'influence du sud semble prendre une grande ampleur, au moment même où, vers 900, nombre de civilisations mésoaméricaines disparaissent.

Dans la région du Diquís se développe la production de bijoux en or, par la technique de la cire perdue, elle aussi originaire du sud.

A l'an mil commence une période de grands changements, surtout dans la zone du versant atlantique, où se développe une importante statuaire en basalte. Il s'agit essentiellement de représentations humaines (des guerriers, des femmes, des shamans, des prisonniers...), dont les plus frappantes sont sans aucun doute celles dites de "sacrificateurs". Elles représentent un personnage masculin, debout, tenant dans sa main, ou portant, attachée à une corde, une petite tête humaine et brandissant parfois une arme dans l'autre main. Ces statues sont de tailles très variées, pouvant aller de quelques centimètres à plus d'un mètre. Par ailleurs, le thème des têtes coupées se retrouve également dans la décoration de certains métates cérémoniels.

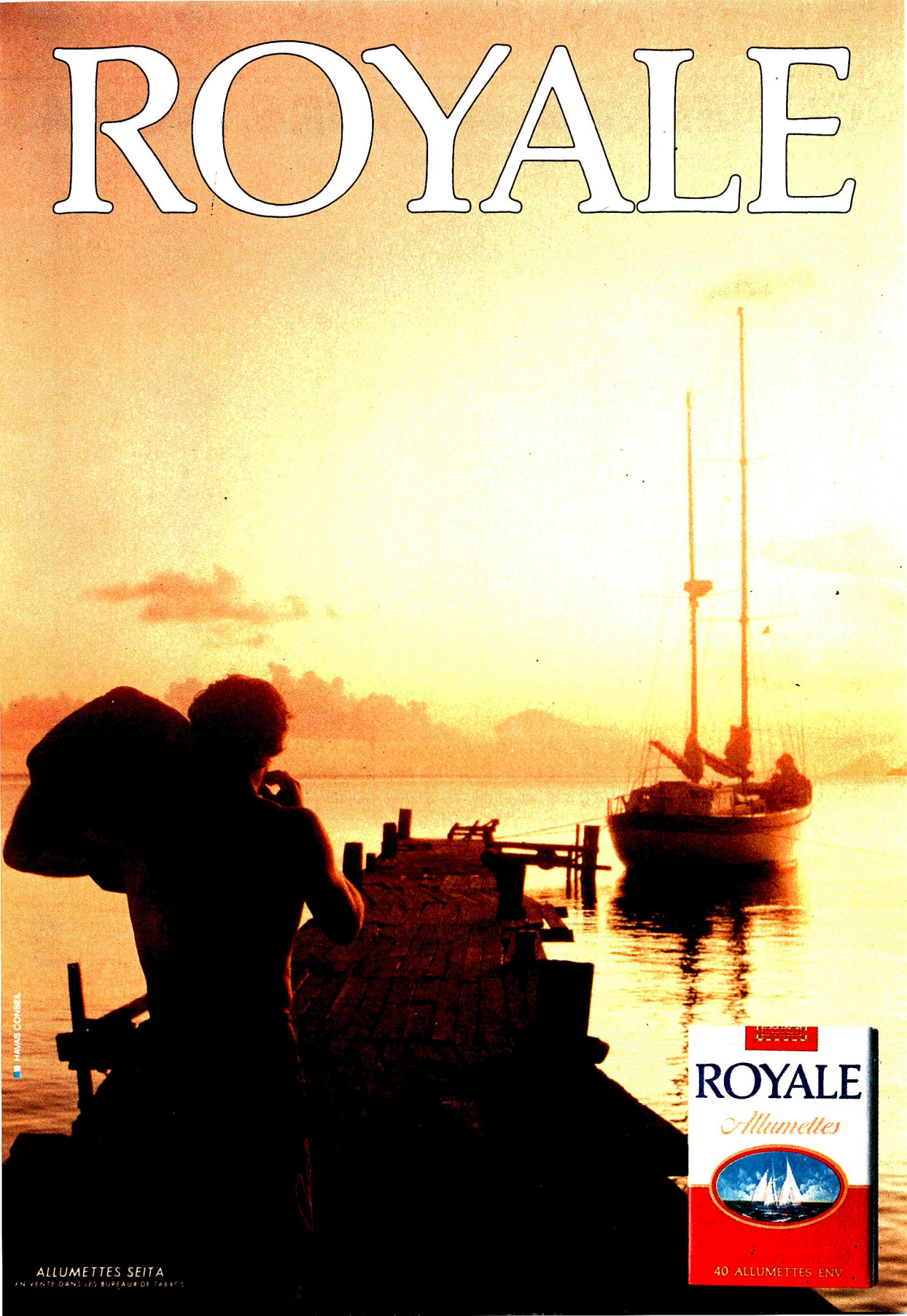
Dans la zone de Diquís, cette période voit la métallurgie atteindre son zénith, probablement sous l'impulsion de populations sud-américaines. Leur influence est surtout notoire dans la production de petites figu rines en céramique représentant des camélidés (lamas, guanacos) qui vivent uniquement dans les Andes. La céramique polychrome perdure dans le Guanacaste-Nicoya, mais l'influence "mayoïde" a laissé la place à une influence des cultures de la vallée de Mexico (dont les Aztèques). Sous l'impulsion d'influences extérieures, les populations du Costa-Rica ont connu un développement culturel original par bien des aspects, l'arrivée des Espagnols au XVI[e] siècle met fin à cette évolution. Ce qu'il fut advenu dans l'irruption de l'Occident demeurera une question éternelle.



Un des "sacrificateurs" que l'on peut voir au musée de San José au Costa-Rica.

Elisande COLADAN ■

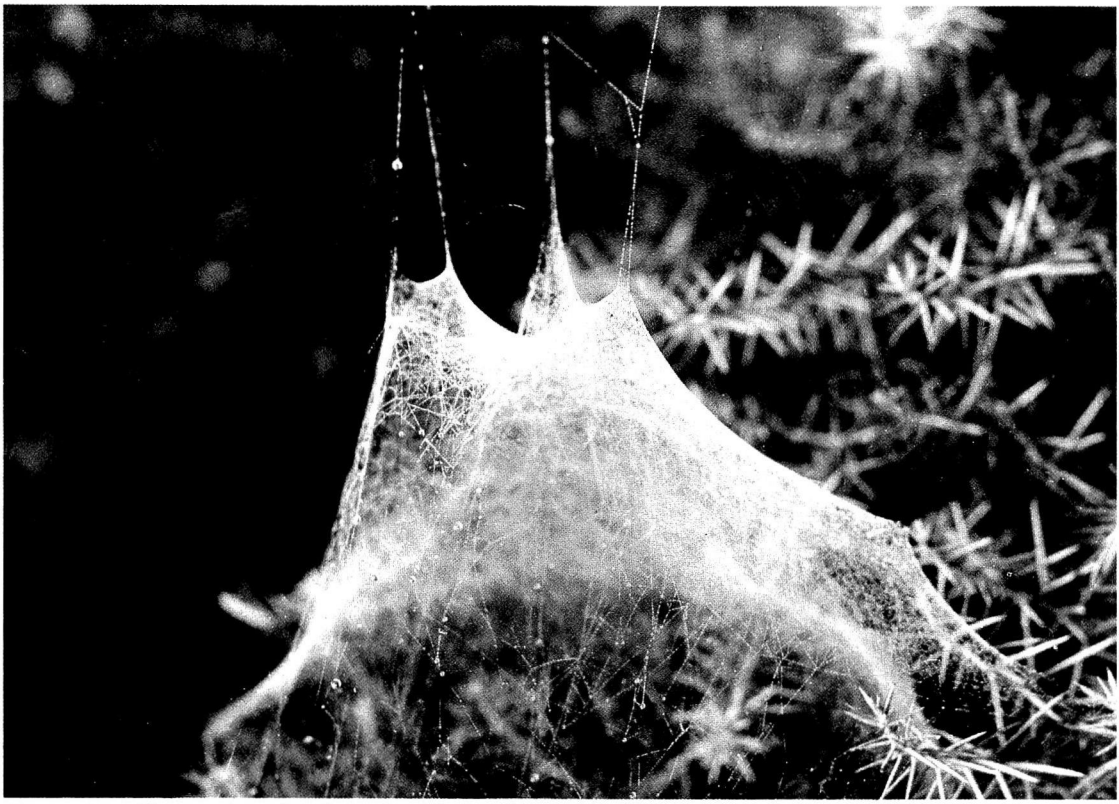
ROYALE



ALLUMETTES SEITA
EN VENTE DANS LES BUREAUX DE TABAC

HAVAS CONSEIL

COPIER LA NATURE, VOILÀ



Premier éloge du plagiat : la féconde exposition sur les inventions de la nature au Jardin des Plantes. Quelques leçons de choses y démontrent qu'il est souvent profitable, en effet, de copier l'oiseau ou le poisson, sinon l'araignée, plutôt que de se croire seul capable d'invention...

Inventions humaines, la roue, le radar, le sonar, l'électricité sont en fait des applications de principes utilisés de date immémoriale par les espèces vivantes. Il n'y a que quelques dizaines d'années que l'on s'en est avisé. Aussi, savants et techniciens observent-ils structures et mécanismes animaux, voire végétaux, dans l'espoir de les copier. Démarche fructueuse : plusieurs réalisations techniques copiées sur la Nature ont récemment vu le jour.

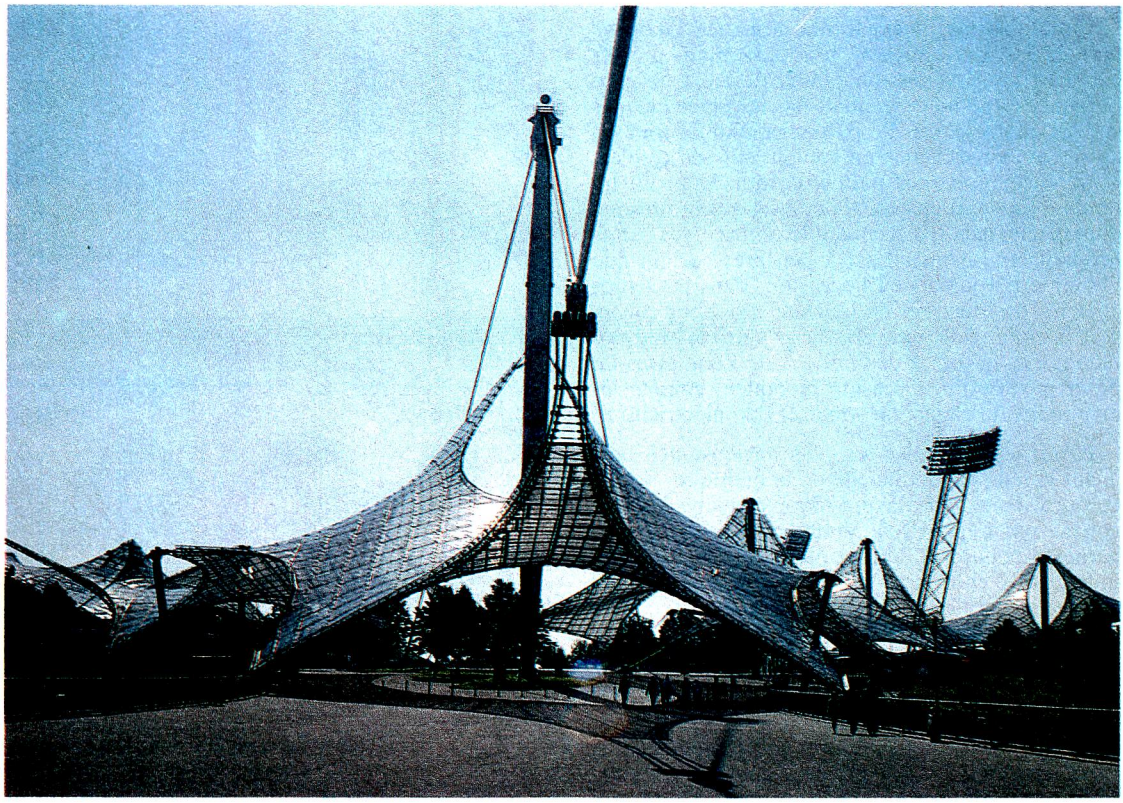
Pour faire avancer plus vite leurs sous-marins, les Américains ont conçu une coque qui s'inspire de la peau du dauphin. Les pompiers de New York ajoutent désormais à l'eau des citernes de leurs voitures un produit, le polyox, qui agit selon le même principe que le mucus gélatineux sécrété par la truite et qui a l'avantage d'accélérer le débit des lances. Les avions de lignes vont subir dans un proche avenir une modification du bout de leurs ailes inspirée des ailes des rapaces. Les skis de fond seront bientôt dotés d'un revêtement anti-dérapant qui s'inspirera de la structure des écailles ventrales, de la peau de certains serpents.

Ces exemples et bien d'autres sont évoqués à l'exposition intitulée "Inventions de la Nature et innovation industrielle", qui a ouvert ses portes au Jardin des Plantes à Paris (1).

Conçue par Yves Coineau, professeur au Muséum d'histoire naturelle, et son assistante Biruta Kresling, cette exposition illustre la supériorité du génie naturel, de loin antérieur à celui de l'homme. Les premières formes de vie sont apparues il y a quelque quatre milliards d'années, alors que l'*Homo sapiens* n'a tout juste qu'un million d'années derrière lui. Bénéficiant d'une confortable avance, et surtout pressées de s'adapter ou de disparaître, les espèces ont donc eu tout loisir d'"imaginer" les dispositifs nécessaires à leur survie. Les plus astucieuses ont évidemment eu la plus longue survie.

(1) Muséum d'histoire naturelle, galerie de zoologie, 36 rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris. Tous les jours, sauf mardi, de 10 h à 17 h.

LA BIONIQUE



L'architecte allemand Otto Frei s'est inspiré d'une toile d'araignée dite en "nappe", pour construire la voûte du stade olympique de Munich. Ainsi les diverses tensions sont réparties équitablement.

L'homme, unique être doté d'un cerveau doué d'intelligence, se crut longtemps seul capable d'invention. Avec quelque raison d'ailleurs, car il est difficile d'imaginer qu'une bactérie ou qu'un moineau aient pu "plancher" sur des problèmes techniques relevant d'un cerveau formé par les Grandes écoles. Mais le vivant aussi a sa logique et ses structures, et qu'est-ce,finalement, que l'intelligence sinon, aussi, l'adaptation.

La discipline, qui se propose de tirer profit du monde vivant à des fins technologiques, s'appelle la bionique. Sa naissance officielle eut lieu en 1960 à Dayton dans l'Ohio, lors d'un congrès organisé par l'US Air Force, auquel participaient des biologistes, des ingénieurs, des mathématiciens, des physiciens et des psychologues. Le major Jack E. Steele, attaché à la division médicale aérospatiale de l'US Air Force forgea le mot. Aujourd'hui, l'URSS, l'Allemagne, les Etats-Unis possèdent des .. instituts spécialisés dans la bionique. Par contre, en France, seuls quelques chercheurs isolés s'intéressent à cette nouvelle discipline.

La Nature n'a pas tout inventé et la bionique ne se veut pas science universelle. La psychanalyse, le marxisme, le structuralisme sont bien des découvertes propres à l'homme. Mais il n'empêche que les prouesses techniques naturelles méritent hommages et il faut bien admettre que, si elles avaient été connues et exploitées plus tôt, l'humanité eût pu progresser plus rapidement.

Un exemple : la découverte du principe de la roue. Son origine a toujours fasciné l'homme moderne, et de nombreuses théories, souvent contradictoires, ont été émises pour retracer les premières étapes de son développement. Or, il semble maintenant bien établi, à la lumière de nouvelles découvertes, que les plus anciennes représentations de véhicules à roues que nous connaissons sont des pictogrammes du IV[e] millénaire inscrits sur des tablettes d'argile mises au jour dans la ville d'Uruk, en Mésopotamie. Il s'agit de véhicules constitués d'une plate-forme reposant sur deux rouleaux qui la maintiennent horizontale. Ce nouveau système de transport, qui se perfectionna

Photos O. Frei — A. Chenais

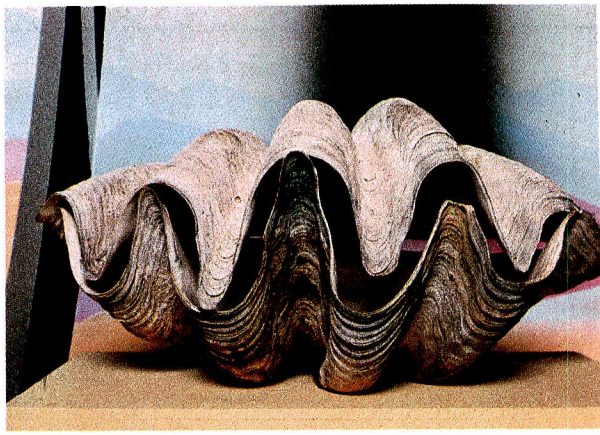
avec l'invention de l'essieu, supplanta le traîneau jusqu'alors en usage.

L'invention de la roue nécessita certainement des siècles de réflexion et des sommes de matière grise. Et pourtant dans le désert du Namib, en Afrique australe, il existe une araignée, la *white lady*, pour qui faire la roue est inné. Le Pr Coineau, alors en mission dans ce désert, a observé que la bestiole ne descendait pas les plans inclinés sur ses quatre paires de pattes, comme le font les autres araignées, mais en roulant sur ses rotules. L'araignée replie ses pattes, ce qui de profil lui donne l'aspect d'un octogone, c'est-à-dire presque d'un cercle, le corps occupant le centre et les pattes formant les rayons. Il est à peu près certain que l'homme n'a jamais eu l'occasion, dans les temps anciens, de s'inspirer de la *white lady* pour concevoir la roue, celle-ci ayant vu le jour en Mésopotamie, c'est-à-dire à des milliers de kilomètres du désert de Namib. Occasion manquée, comme les inventions du radar, du sonar et de l'électricité.

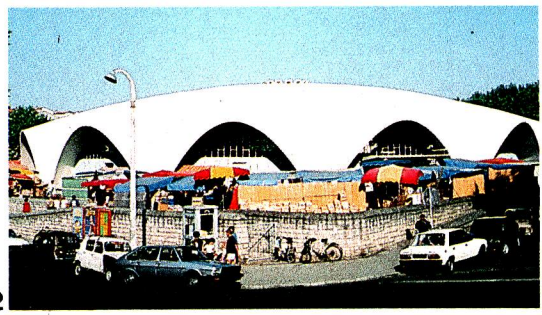
Parmi les exemples les plus anciens, nés bien avant la naissance officielle de la bionique, le plus connu est celui de la première machine volante conçue par Léonard de Vinci, en 1505. Dans son carnet, Léonard de Vinci note qu'elle ne doit pas imiter autre chose que la chauve-souris, parce que chez cette dernière la peau membraneuse recouvre et renforce l'armature qui est l'essentiel des ailes. Et le croquis qu'il nous a laissé de sa machine montre une analogie frappante avec la roussette, une grande chauve-souris au vol puissant.

Nul ne sait si cette machine a été réalisée et si elle a un jour volé. Il n'empêche qu'à peu près 400 ans plus tard, c'est la même chauve-souris qui inspira le premier avion qui ait volé : *l'Eole* de Clément Ader. Avec un soin méticuleux, Ader mesura le squelette d'une roussette et le reconstruisit à grande échelle en utilisant pour l'armature, du pin des Vosges à longues fibres. Le pin était découpé en plaquettes et celles-ci assemblées selon la méthode des tonneliers. Il obtint ainsi des tubes creux et légers. Et pour qu'ils soient plus solides, il fixa à l'intérieur, et à intervalles réguliers, des chevilles en bois de pin également. Or, les os de chauve-souris ont aussi la particularité d'être creux et d'être renforcés par une multitude de pitons osseux, les trabécules.

Si, en 1890, il était profitable de s'inspirer de la chauve-souris pour concevoir une machine volante, il est moins évident que l'ornithologie puisse améliorer les performances de nos avions. Et pourtant ! Après avoir constaté qu'une aile, d'avion ou d'oiseau, est plus aspirée vers le haut qu'elle n'est portée par l'air sur lequel elle s'appuie, les ingénieurs sont arrivés à la conclusion que la dépression qui règne sur la face supérieure de l'aile, du fait de l'aspiration, tend à attirer de l'air venant de la face inférieure. En conséquence, il se produit une turbulence, un grand remous qui fait perdre de l'énergie à l'avion. Or en étudiant des vautours en vol, on s'est aperçu qu'ils écartaient leurs remiges — grandes plumes placées à



1



2

La nature inspiratrice. La toiture du marché de Royan (2) est la copie presque conforme d'un bénitier (1). Si le vautour (3) écarte ses rémiges comme les doigts d'une main, c'est afin de réduire la grosse turbulence engendrée par ses ailes. C'est ce qu'a montré un modèle (4) étudié en soufflerie. L'ingénieur Rougerie a conçu un projet de village sous-marin (5) dont les maisons s'inspirent de la toile de l'argyronète (6). Cette toile imperméable abrite air et nourriture (ici un ver) nécessaire à la survie de l'araignée.

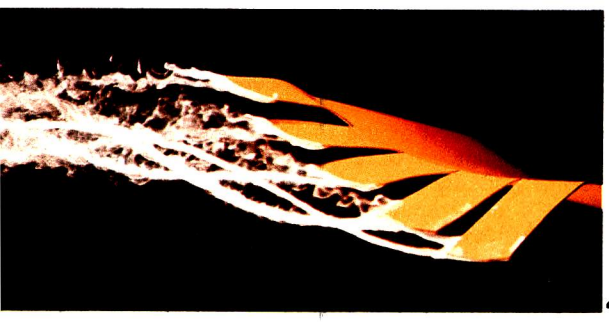
l'extrémité de leurs ailes — comme les doigts d'une main. A la suite de cette observation, les constructeurs eurent l'idée de fabriquer de petites ailettes en métal copiant l'extrémité de l'aile du vautour et de les tester en soufflerie. Il fut démontré que le dispositif engendre une série de petites turbulences et que celles-ci sont moins nocives que la grosse turbulence qu'elles supplantent. On envisage d'adapter ces petites ailettes ou *winglets* au bout des ailes des avions de lignes.

L'étude du vol des oiseaux va aussi dans un proche avenir apporter une autre modification importante de la structure des ailes d'avion. Le premier appareil à en bénéficier sera le F 111, un avion de chasse américain à géométrie variable. Les ailes n'auront plus d'ailerons qui, rappelons-le, permettent par leur mouvement inversé de virer à gauche ou à droite. L'avion effectuera ses virages comme le font les oiseaux, en déformant ses ailes, déformation qui se traduit par une augmentation ou une diminution de la courbure du profil de l'aile. En bénéficiant d'un tel avantage, l'avion

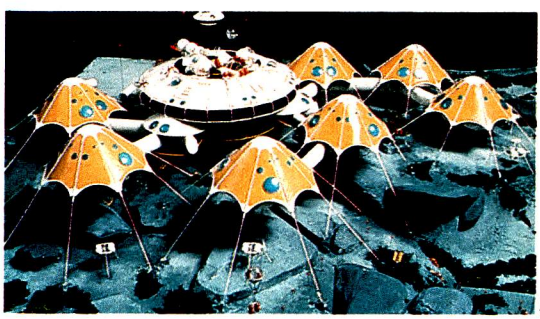
Photos J.-G. Marquis — E. Kullmann — B. Kresling — B. Fuller — R. Seitre/Pitch — Mus. nat. hist. nat.



3



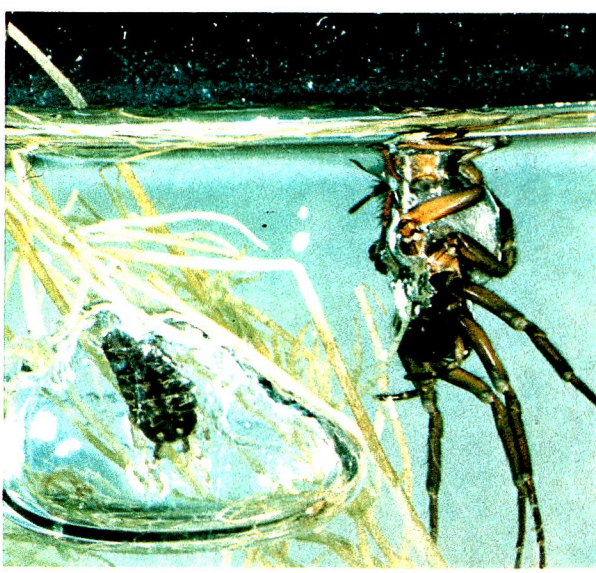
4



5

pourra rester stable en virant de bord, alors qu'avec les ailerons classiques il se trouve momentanément déséquilibré. La NASA, Bœing, l'US Air Force ont conçu pour cela une aile souple en fibres de verre, capable de se déformer en fonction des informations provenant d'un ordinateur installé à bord. Cet ordinateur intègre, d'une part, les informations fournies par le programme de vol, et de l'autre, celles fournies par des appareils de mesures renseignant sur les conditions de vol (température, force du vent). Et c'est en fonction des informations qu'il reçoit, que l'ordinateur fait modifier la courbure des ailes de manière adéquat.

Le déplacement dans l'eau, lui, est déjà amélioré, grâce à l'étude du dauphin. Ce mammifère marin peut, en effet, se déplacer à très grande vitesse, avec des efforts musculaires réduits, ce qui a longtemps forcé l'admiration des scientifiques. Tout se passe comme s'il parvenait à "gommer" les turbulences qu'engendre tout corps en mouvement dans un liquide. Sa forme biconvexe, parfaitement symétrique et très proche de la forme hydrodyna-



6

mique idéale, ne peut expliquer à elle seule l'écoulement parfaitement régulier autour du corps de l'animal. Le secret réside dans la peau du dauphin ; et c'est Max O. Kramer, savant allemand installé aux Etats-Unis, qui l'a percé ; elle est faite de trois couches. L'une, extérieure, mince et très élastique. L'autre, intérieure, épaisse et formée de sortes de bâtonnets également élastiques qui donnent à cette couche l'aspect d'une brosse à cheveux en plastique. La troisième enfin, située au milieu, constituée d'une substance spongieuse. Dès lors, lorsqu'un tourbillon commence à se former au contact du dauphin nageant à pleine vitesse, la peau externe transmet la surpression due au tourbillon aux couches internes qui l'amortissent. Résultat : le tourbillon naissant s'évanouit avant d'avoir eu le temps de s'amplifier.

Les Américains ont tiré profit de cette découverte en concevant une peau en caoutchouc, copiée sur celle du dauphin, qu'ils ont appelée le *laminflo*. Ce revêtement habille probablement (secret militaire oblige) les torpilles et les petits sous-marins US et russes, ce qui leur permet d'avancer plus vite. Un tel revêtement pourrait prochainement équiper les gros sous-marins nucléaires.

Mais l'innovation la plus spectaculaire de la bionique reste à ce jour celle de la photosynthèse artificielle. On attend d'elle l'extraction de l'hydrogène de l'eau, c'est-à-dire qu'on pourra enfin disposer à bon marché d'une source d'énergie inépuisable, indispensable aux besoins de la civilisation technologique.

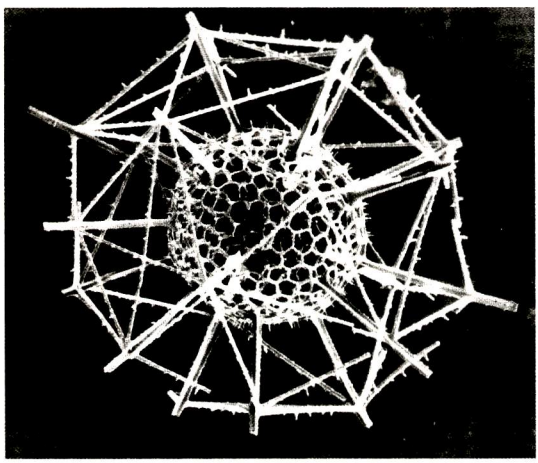
Chaque molécule d'eau (H_2O) contient deux atomes d'hydrogène pour un atome d'oxygène. Toutefois, pour extraire l'hydrogène de l'eau, il faut de l'énergie. Et pour rentabiliser l'extraction, il faut que cette énergie soit très bon marché. Or, la seule qui soit à notre disposition est l'énergie solaire. C'est à elle qu'ont pensé de nombreux savants et, en premier lieu, le Pr Jean-Marie Lehn, de l'université Louis Pasteur à Strasbourg, puis d'autres aux Etats-Unis, en Suisse, en Grande-Bretagne, en Israël, au Japon. Le principe de l'expérience consiste à soumettre à la lumière une substance chimique dissoute dans l'eau, le ruthénium tris-bipyridine (métal rare du groupe du platine), qui fait office de chlorophylle. Il s'agit d'une substance photosensible, c'est-à-dire capable d'être excitée par les photons transportés par les rayonnements de la lumière. De ce fait, la substance libère des électrons qui se fixent sur les protons H^+ pour donner des molécules d'hydrogène. Ces protons H^+ proviennent de l'eau, celle-ci étant constituée de molécules de formule H_2O comme on l'a déjà dit, mais aussi d'ions H^+ et OH^- qui proviennent de la dissociation naturelle de certaines de ces molécules. D'ores et déjà, les chercheurs ont pu obtenir ainsi de faibles quantités d'hydrogène, mais ils espèrent pouvoir faire beaucoup mieux lorsque l'expérience sera au point.

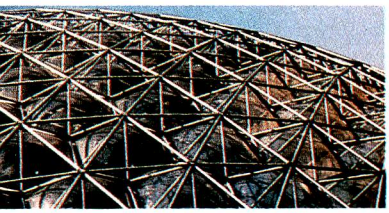
Les formes biologiques animales et végétales peuvent aussi servir de modèles aux architectes. Car ces formes vivantes élaborées au cours de milliards d'années offrent un maximum d'efficacité. C'est ainsi que l'architecte Jacques Couelle, membre de l'Académie, co-fondateur du Centre de recherche des structures naturelles, a conçu un nouveau type de briques inspiré des prêles (plantes à tiges creuses) et dont la résistance à la rupture est de 1 200 kg, soit quatre fois plus que les briques classiques faites avec le même matériau. Un jardinier anglais, du nom de Paxton, qui désirait disposer d'une grande serre légère et transparente pour abriter des *Victoria amazonica*, nymphéacées originaires d'Amazonie, trouva autrefois dans les feuilles même de cette plante le modèle qui inspira la construction du célèbre Crystal Palace, à Londres.

Les radiolaires et les diatomées, ces microorganismes aquatiques, constituent actuellement un véritable catalogue d'une exceptionnelle richesse de formes architecturales. Ils ont servi de modèles pour établir les plans du pavillon américain de l'Exposition universelle de Montréal en 1976. Des coquillages, comme le bénitier, qui ont des courbures en sens opposés (type tôle ondulée), autorisent des valves de faible épaisseur, pour des pressions très fortes. Le marché de Royan s'inspire aussi de cette structure naturelle. L'*argyronète*, une araignée d'eau douce, a servi de modèle pour construire de futures maisons sous-marines ; et les toiles de certaines araignées qui répondent point par point à des exigences précises de tension évaluées par l'animal, ont vu leur structure recopiée en dur à Munich avec le fameux stade olympique.

Bref, la nature n'a pas dit son dernier mot. Ecoutons donc.

Pierre ROSSION ■





Fuller, architecte américain, s'est inspiré des radiolaires pour concevoir la coupole du pavillon américain de l'exposition de Montréal.

Photos Leuclos - P. Caulet



JE PIANOTE, IL PREND NOTE.

CANON X07

Compact, léger, le X-07 a une grande qualité : c'est un portable qu'on peut vraiment emporter partout.

Sa petite taille cache une grande puissance : avec sa mémoire vive de 8 K extensible à 24 K, il peut tout faire, et grâce à ses cartes ROM-RAM, je peux utiliser un grand nombre de logiciels sans connaître le basic.

Grâce à son imprimante, le X-07 ne perd pas un mot de ce que je lui confie. Textes, graphiques, dessins, il peut tout reproduire, en quatre couleurs et sur papier ordinaire en 114 mm.

Avec son écran de quatre lignes, son interface couleur pour le connecter à mon téléviseur et son prix aussi "micro" que sa taille, le X-07 Canon est vraiment le portable idéal.

Pour tout savoir sur lui, renvoyez le bon ci-dessous.

Je souhaiterais recevoir votre documentation complète sur le micro-portable X-07. Voici mon nom, mon adresse et mon téléphone.

Nom _____

Société _____

N° _____ *Rue* _____

Ville _____

Code postal _____ *Téléphone* _____

Demande d'information à renvoyer à Canon France, 93154 Le Blanc-Mesnil Cedex. Téléphone 865.42.23.

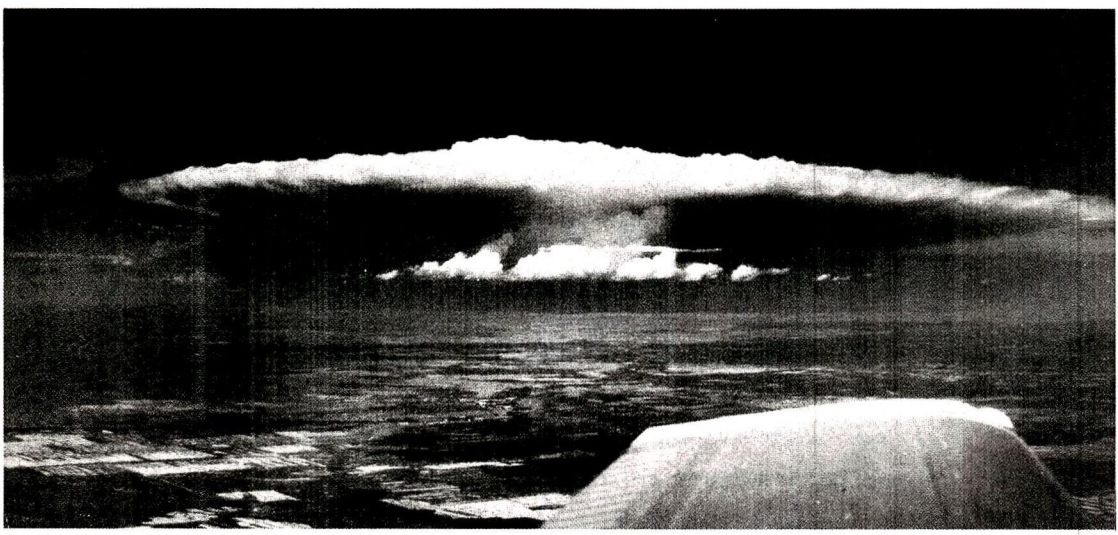
Canon

Haute technicité, haute simplicité.

S.V.

UN CHAMPIGNON DANS LE CIEL DU PACIFIQUE

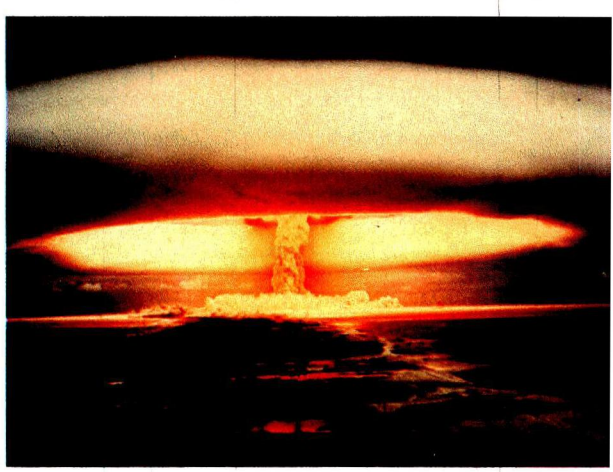
Aussi vite disparu qu'il était apparu, un gigantesque nuage en forme de champignon a surgi à 300 km des côtes japonaises et 400 km des îles Kouriles (URSS). Explosion nucléaire, éruption volcanique, bizarrerie naturelle ? Trois géophysiciens de Hawaï ont tenté de percer le mystère.



1 Photos J. Shelton - Gamma - Krafft/Explorer - IPS

9 avril 1984. Le vol 036 de la compagnie Japan Airlines fait route vers Anchorage (Alaska). Piloté par le commandant MacDade, le Boeing 747 cargo a décollé de Tokyo une demi-heure auparavant. Il vole maintenant à son altitude de croisière, bien au-dessus d'une couche épaisse de nuages qui, vers 4300 mètres, lui cache les eaux du Pacifique.

Un peu plus loin, sur des routes sensiblement parallèles, le commandant Vander Berg de la compagnie hollandaise KLM et le commandant Howe de la compagnie américaine Flying Tiger Lines, ont eux aussi mis le cap sur l'Alaska. Il est environ minuit — 14 heures TU (1) — et les trois avions sont en moyenne à 300 km des côtes japonaises, et à 400 km de la première des îles Kouriles soviétiques. Du tapis nuageux qui, au-dessous d'eux, se déroule jusqu'à l'horizon, surgit un gigantesque nuage en forme de champignon. En

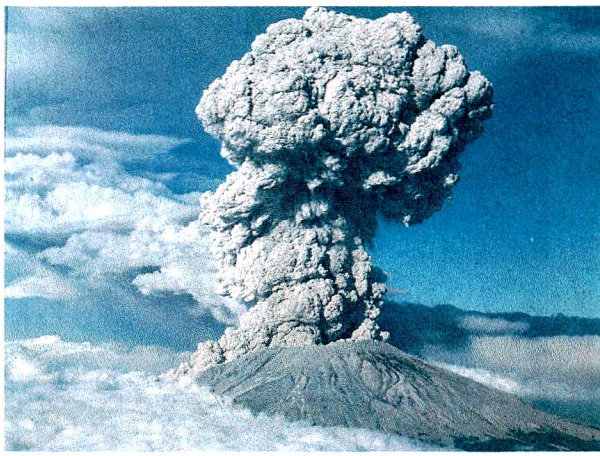


2

deux minutes, le haut du nuage atteint 18 000 mètres d'altitude et sa coiffe s'étale sur 320 km. L'un des pilotes alerte aussitôt la tour de contrôle d'Anchorage, change de cap, et, par précaution, ordonne à tout son équipage de mettre les masques à oxygène. Il racontera plus tard à l'*Anchorage Daily News* qu'il n'avait jamais rien vu de ce genre, « excepté dans les actualités et dans les films ».

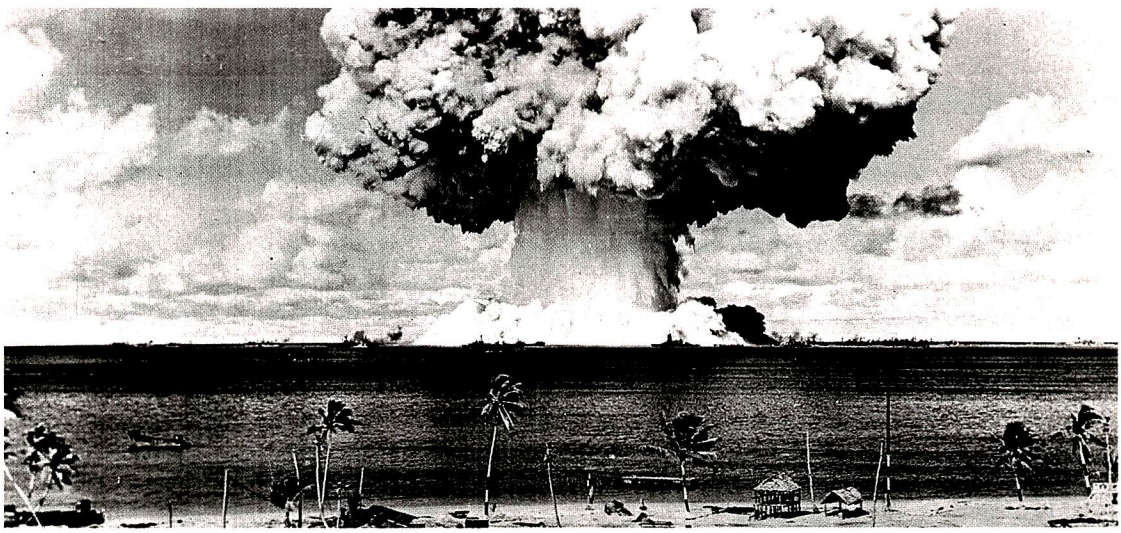
Les deux autres équipages ont eux aussi observé le phénomène et prévenu les autorités japonaises. Ordre est donné à un chasseur F-4 Phantom de décoller et de rejoindre les lieux. Il n'observera pas le nuage car celui-ci a disparu 40 minutes à peine après son apparition. Le chasseur se contente de prélever un échantillon d'air dans la zone où s'est déroulée la scène. L'analyse de cet échantillon ne révèlera ultérieurement aucune radioactivité anormale. Pas plus d'ailleurs que les avions et leurs passagers à leur arrivée à Anchorage.

Face à ce mystère, trois chercheurs de l'Institut de géophysique d'Hawaï ont entrepris une enquête systématique. D.A. Walker, C.S. MacCreery et F.J. Oliveira ont passé en revue toutes les hypothèses possibles (2).



3

Cumulo-nimbus d'orage (1) ou explosion nucléaire atmosphérique (2) ? Eruption volcanique (3) ou explosion nucléaire sous-marine (4) ? Une énigme à résoudre !



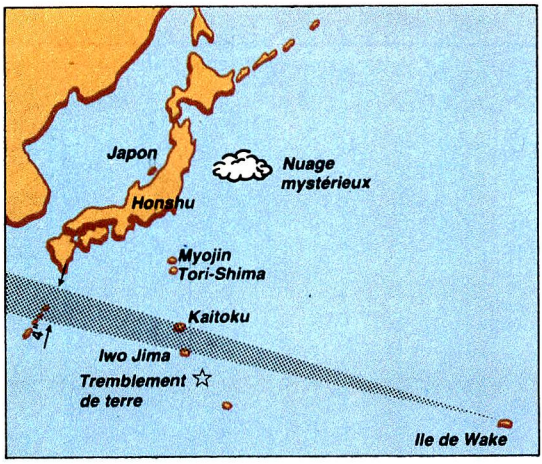
4

Pouvait-il s'agir d'une explosion nucléaire ? Un nuage en forme de champignon se formant aussi soudainement et montant avec une telle vitesse (7 km/mn, alors qu'un cumulo-nimbus monte, au plus, à 2,4 km/mn) pourrait le laisser supposer. Peu après l'incident, le bruit courut qu'un sous-marin soviétique avait pu exploser. Il n'est pas exclu que l'échantillon d'air analysé par les Japonais n'ait pas été prélevé sur le lieu de passage du nuage, qui avait disparu.

Seulement, un nuage de cette taille correspondrait à une explosion nucléaire très puissante (1 mégatonne au minimum), produite soit en atmosphère soit très près de la surface de l'eau. Si le sous-marin avait explosé sous l'eau, les ondes sous-marines auraient été aisément détectées par des hydrophones (microphones aquatiques), même placés à plusieurs milliers de kilomètres de distance. Or aucun signal de ce type n'a été enregistré par les hydrophones les plus proches, installés sur le pourtour de l'île de Wake, 2 000 km plus au sud. Si le sous-marin avait explosé en surface, les avions auraient normalement dû apercevoir une boule de feu ou du moins l'illumination, normalement visible à plus de 500 km. En supposant que le tapis de nuages ait été capable de l'occulter, les satellites de détection infrarouge n'auraient pas manqué de le signaler. On aurait en outre retrouvé des retombées radioactives, même longtemps après et à une distance éloignée.

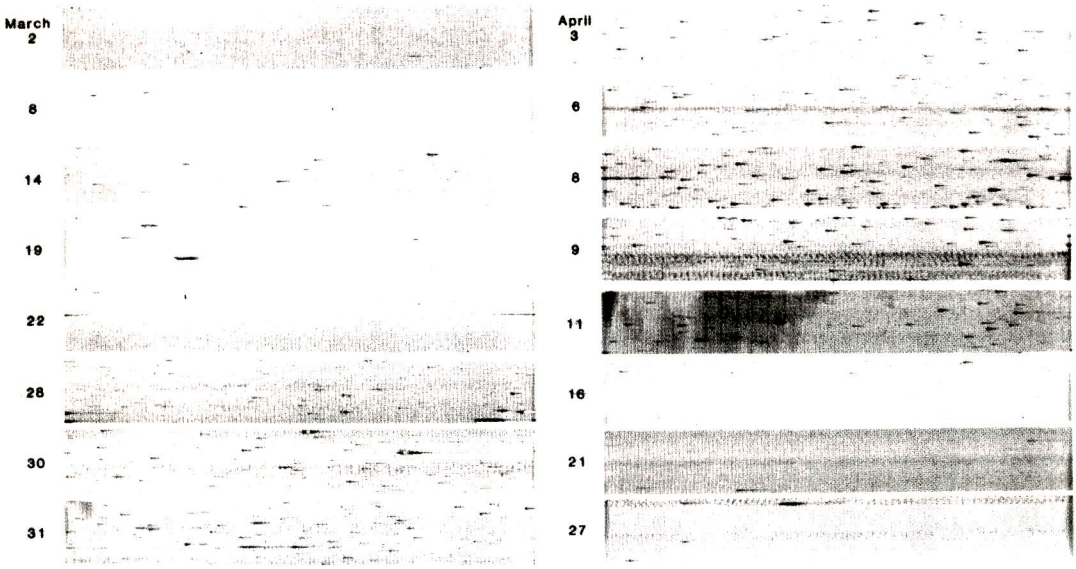
Rien de tel ne s'est produit. De plus, aucune

(1) Le TU ou temps universel correspond à celui du méridien de Greenwich.
(2) *Science*, 8 février 1985, p. 607.



Une explosion volcanique sous-marine ? Les chercheurs de Hawaï se sont donc penchés sur cette hypothèse plus raisonnable, la région est en effet fertile en volcans, soit complètement immergés, soit émergés mais dont les flancs, sous l'eau, ont des bouches éruptives. Comment identifier le lieu et la date d'une éruption volcanique sous-marine ? En analysant les ondes enregistrées par les hydrophones. Le réseau de l'île de Wake en comprend onze. Six sont répartis sur le fond de l'océan, à une profondeur de 5 500 mètres. Quant aux cinq autres, ils sont suspendus entre deux eaux, à une profondeur de 1 000 mètres.

Le 9 avril 1984, un mystérieux champignon apparaît au large des côtes japonaises. Le relevé des hydrophones de l'île de Wake (ci-dessous) n'indiquera aucune corrélation avec le nuage : l'abondance de signaux enregistrés le 8 provenait d'une éruption sous-marine (Kaïkoku).



onde de choc, aucune perturbation des systèmes de commande n'a été observée par les pilotes des trois appareils. Pour les mêmes raisons, l'hypothèse d'un test militaire, qui aurait constitué une violation du traité interdisant les essais atmosphériques, semble devoir être écartée.

L'hypothèse d'une explosion chimique doit être aussi éliminée, mais pour une autre raison. Une très forte explosion chimique peut produire un gros nuage en forme de champignon. Elle ne dégage évidemment pas de radioactivité, et le "flash" est beaucoup plus discret que dans le cas d'une explosion nucléaire. Mais pour provoquer en quelques minutes un nuage de 300 km de large, il faut envisager des centaines de milliers de tonnes d'explosifs. Comment les transporter en pleine mer ? C'est inconcevable. A moins d'imaginer que les Soviétiques aient mis au point un explosif de nature entièrement nouvelle... Aucun indice ne permet de le supposer. Qu'irait d'ailleurs faire cet explosif de science-fiction dans une galère perdue à 200 km des côtes japonaises ?

Une éruption volcanique, comme d'ailleurs un tremblement de terre ou une explosion d'origine humaine, produit des ondes dites de "phase T" captées par les hydrophones et transmises aux bandes enregistreuses des laboratoires d'analyses. L'instant d'arrivée des phases T sur les hydrophones permet de restreindre la direction d'origine des signaux à la zone de 4 secondes d'arc, comme montré sur notre carte ci-dessus.

Une série de phases T s'étalant sur une période d'un mois a été enregistrée autour de la date de l'événement, le 9 avril, en provenance du nord et de l'ouest du réseau d'observation. Apparues pour la première fois le 13 ou le 14 mars, ces ondes disparurent le 14 avril. Un autre réseau d'hydrophones, situé à Tahiti, donc beaucoup plus loin, a aussi enregistré une recrudescence de signaux entre le 25 mars et le 9 avril.

Les géophysiciens ont éliminé l'hypothèse selon laquelle ces ondes seraient provenues d'un trem-

(suite du texte page 174)

Dessins J.-L. Boussange - Photo Hawaï Institute of Geophysics

LE BOEING SUFFOQUÉ

Les nuages volcaniques sont des laboratoires de chimie ambulants en plein ciel, que les avions de ligne doivent absolument éviter. Depuis les deux graves incidents de 1982, constructeurs, autorités aéronautiques, météorologues, volcanologues planchent sur le phénomène. Comment prévoir, repérer et éviter ces panaches, alors que le trafic aérien est dense justement là où l'activité volcanique l'est aussi, et qu'il n'existe actuellement aucun système de surveillance international opérationnel ?

Lorsqu'en février dernier, un Boeing de China Airlines qui survolait le Pacifique a effectué un piqué de 10 000 mètres après l'extinction de ses réacteurs, des experts (du côté de la Météo, à Roissy, et du côté de la Délégation aux risques majeurs, à Paris) se sont téléphonés aussitôt : l'avion n'aurait-il pas rencontré un nuage de cendres volcaniques ? Car sur les 500 volcans en activité dans le monde, il en est plusieurs en éruption actuellement ; au Japon, aux Philippines, en Colombie... Trop loin du lieu de l'incident, direz-vous ! Non, puisque le panache volcanique du volcan mexicain El Chichón a fait (en 82) son premier tour de la Terre en moins d'un mois. Dans le cas du Boeing de China Airlines (**voir encadré page 62**), les premières observations écartent cette hypothèse ; mais elle était bel et bien fondée.

Car en 1982, deux long-courriers avaient subi une brusque perte d'altitude similaire. Le 24 juin, à 23 TU (1), un Boeing 747 de la British Airways volait à 12 000 mètres d'altitude entre Kuala Lumpur en Malaisie et Perth en Australie, sur son itinéraire prévu et sans qu'aucune condition météo particulièrement défavorable n'ait été signalée. Le radar de bord n'indiquait rien d'anormal non plus. Premiers signes d'anomalie : une odeur âcre envahit le cockpit, les communications HF sont brouillées, et des flammèches bleues sont visibles à l'extérieur. Puis, les quatre réacteurs s'arrêtent successivement. L'avion perd de l'altitude. A 4 500 mètres, l'équipage parvient à rallumer un réacteur, puis les trois autres. Par la suite, l'un d'entre eux devra être coupé à cause d'un phénomène de pompage, c'est-à-dire un écoulement anormal de l'air dans les turbines, qui produit des contre-pressions, voire des explosions. Le 747 effectua un atterrissage d'urgence à Djarkata sur trois moteurs et avec une visibilité réduite, la vitre du cockpit ayant été opacifiée. Par quoi ?

Les premières observations permirent vite de comprendre que l'odeur âcre était celle du soufre, et que les particules retrouvées sur la carlingue et dans les réacteurs étaient des cendres d'origine volcanique, provenant du Mont Galunggung, volcan de l'île de Java en éruption ce jour-là, et qui rejetait dans l'atmosphère des quantités considérables de matières solides et gazeuses. Le 13 juillet suivant, un Boeing de Singapore Airlines rencontra les mêmes difficultés, et dans la même région, quelques heures après une autre éruption du Galunggung. Ces deux incidents, dont les conséquences auraient pu être très graves, donnèrent l'alerte. C'étaient les premiers du genre, du moins aussi sérieux. On a observé un regain de l'activité volcanique dans le monde depuis 1979, et les routes aériennes croisent ces zones (situées la plupart dans l'hémisphère Nord). On estime le nombre statistiquement probable d'éruptions à 30 ou 60 par an.

Dans les milieux aéronautiques, on s'est trouvé devant un vide... météorologique. Les textes officiels de l'"Assistance météorologique à la navigation aérienne internationale" prévoient jusqu'aux tempêtes tropicales tourbillonnaires ou aux vents de sable (2), mais ignoraient jusque-là les nuages volcaniques. Or l'éruption du Galunggung avait bien été observée par le satellite géostationnaire japonais *GMS-2*. Mais la courroie de transmission de l'information n'existait pas alors. En attendant un amendement officiel, l'OACI (Organisation de

(1) Le TU, ou temps universel, correspond à celui du méridien de Greenwich.

l'aviation civile internationale) a créé un groupe d'étude sur les dangers des cendres volcaniques (le VAW : Volcanic Ash Warnings) et a suggéré quelques mesures provisoires aux Etats et aux compagnies aériennes.

En cas d'éruption, les autorités du Transport aérien (ATS) de la région devront publier un "NOTAM" (*Notice to Airmen*) de première classe, mettre en œuvre une route d'urgence, et signaler l'éruption aux services météo, lesquels devront informer à leur tour les Centres d'information régionaux et les Centres d'information en vol (ACC/FIC) si le nuage est visible par satellite, et donner régulièrement des renseignements sur son étendue, son mouvement, et sur les vents prévus en altitude à proximité du volcan et du panache volcanique. Ils devront diffuser des messages SIGMET (*Significative Meteo*) de portée internationale. En tout temps, les pilotes devraient signaler tout phénomène suspect observé.

Ainsi est donc assurée provisoirement la communication entre les équipages, les services météo et les autorités aéronautiques. Mais des points obscurs demeurent : pour que ce système soit totalement efficace, il faut repérer et identifier à coup sûr ces nuages et leurs effets, et prévoir de façon certaine leur trajectoire et leur vitesse.

Au-dessus d'un cratère en éruption, le nuage qui s'amoncelle (et qu'on a appelé panache pour le distinguer des autres nuages) a la forme d'un cumulo-nimbus, sorte de champignon dont le chapeau peut atteindre 20 000 mètres d'altitude. Sa base est dans la troposphère, où la vitesse des vents augmente avec l'altitude, et son sommet dans la stratosphère, où ce vent décroît. Le nuage s'étire donc jusqu'à devenir une bande horizontale de plus en plus mince et de moins en moins visible, qui se déplace dans le sens du vent géostrophique ([3]) à une vitesse variant suivant les saisons, la latitude, les courants jet ou "jet streams" ([4]), et oscillant en régime de croisière autour de 90 km/h. Mais on a chronométré le panache du mont Saint Helens à la vitesse de 250 km/h pendant les treize premières minutes de l'éruption. A cette allure, un nuage encore actif et dangereux peut se trouver, en moins de 24 heures, à près de 2 000 km du cratère et à l'altitude où volent les avions de ligne.

10 000 MÈTRES EN CHUTE LIBRE AU DESSUS DU PACIFIQUE

« Nous sautions comme des pop-corns », a raconté l'un des passagers du Boeing 747 de China Airlines qui, le 20 février dernier, au cours d'un vol au-dessus du Pacifique en direction de Los Angeles, a fait une chute libre de 10 000 mètres. L'avion a-t-il traversé des cumulo-nimbus, sièges de violents mouvements d'air ? S'agissait-il de turbulences en ciel clair provoquées par un brusque changement de direction et d'intensité du vent ? De trous d'air, imprévisibles par la météo ? Ou de "jet streams" ces violents courants aériens à la limite des masses d'air polaire et équatoriale que les long-courriers rencontrent entre 10 000 et 15 000 mètres d'altitude. Météorologues, pilotes se sont perdus en conjectures.

Nous avons interrogé quelques jours après l'incident un des enquêteurs de la Commission américaine de sécurité des transports (National Transport Safety Board), à Washington. Voici les premiers éléments de leur investigation.

Le Boeing 747 volait à l'altitude de 14 000 mètres environ, avec son système de pilotage automatique fixant la direction, l'altitude et la vitesse (900 km/h dans le cas présent) voulues. La température extérieure a subi une variation importante (qui a pour effet de modifier la portance de l'air donc la sustentation de l'avion). Le pilote automatique a réajusté le régime des réacteurs pour maintenir la vitesse qui chutait, mais la manœuvre ne fut, semble-t-il, pas assez rapide. Quand la puissance a enfin réaugmenté, le réacteur n° 4 (d'aile droite) s'est éteint. L'avion a alors commencé à pencher vers la droite. Le pilote a débrayé le pilote automatique qui ne peut de toute façon corriger cette dissymétrie au delà de 22 degrés d'inclinaison. L'avion aurait alors penché de plus belle vers la droite, son nez piquant considérablement : l'appareil a entamé une véritable plongée. A un moment il est presque passé sur le dos, ayant pivoté de 167 degrés. A 12 000 mètres d'altitude, il a pénétré dans une couche de nuages, tout en poursuivant sa chute (le nez de l'avion s'est incliné jusqu'à 60 degrés au-dessous de la ligne d'horizon).

L'avion est sorti des nuages à 4 000 mètres d'altitude, et le commandant en a repris le contrôle à 3 000 mètres. Apparemment, les trois autres réacteurs ne se sont pas éteints. L'équipage a constaté en reprenant la route qu'une partie du train d'atterrissage (les volets) avait été sortie et partiellement arrachée par l'accélération négative que cette sortie a fait subir à l'avion, causant des dommages à l'empennage et aux gouvernes de direction. Etant donné l'état du train, l'avion ne pouvait regagner son altitude de croisière normale (à cause de la traînée occasionnée) et le commandant a décidé de se diriger vers San Francisco. A Washington, le Safety Board fait observer que le Boeing a poursuivi sa route avec le pilote automatique et les quatre réacteurs en parfait état de marche, et qu'il a effectué une approche normale vers l'aéroport de San Francisco ; il est repassé en manuel afin de sortir les derniers éléments de son train d'atterrissage (un des systèmes hydrauliques ayant été endommagé, c'est la procédure d'urgence normale). L'avion s'est posé sans problème.

Aucune turbulence particulière n'a été signalée sur les lieux de l'incident. Un pilote de Pan Am ayant traversé les mêmes parages cinq minutes auparavant confirme ce point. Pourtant une chose est sûre : l'extinction d'un réacteur ne peut absolument pas être la cause majeure de cet incident : il arrive assez fréquemment qu'un réacteur perde de la puissance en vol et s'arrête, mais l'appareil, au pire, fait une petite embardée. Alors ?

Le Boeing volait à une altitude où la pression atmosphérique (qui détermine en partie la sustentation de l'avion) est très basse. Une variation (comme ici de la température) venant modifier cette densité de l'air porteur, si la puissance moteur n'est pas aussitôt réajustée, l'avion peut sortir de ce qu'on appelle son domaine de vol, et ne plus voler, c'est-à-dire ne plus tenir en l'air. Plus l'avion est haut, plus ce domaine de vol est étroit. Dans de telles conditions déjà précaires, on peut comprendre que l'arrêt d'un réacteur ait causé une dissymétrie de portance qui a amorcé une vrille. Mais le Boeing de China Airlines devait se trouver dans une situation de vol limite quand le réacteur s'est éteint.

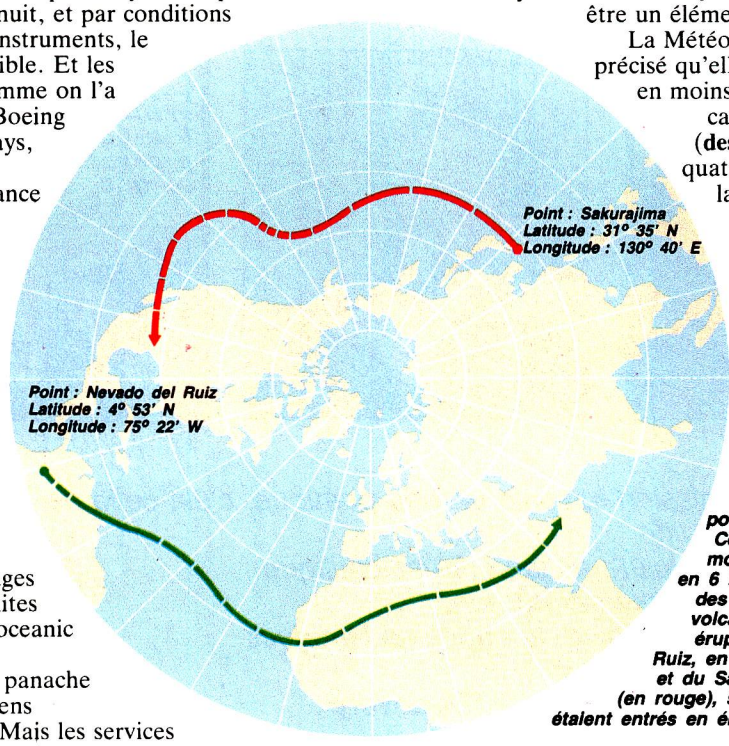
La Commission d'enquête américaine rendra son rapport complet d'ici le mois de juin 85.

Comment anticiper la rencontre d'un tel nuage ? C'est actuellement encore très difficile. S'il vire au bleu en atmosphère sèche (par condensation des gaz instables), il peut prendre une couleur blanchâtre dans les zones humides, avec des teintes marron foncé là où la couche est chargée de cendres (un volcan peut rejeter jusqu'à 10 milliards de tonnes de ces matières solides). Ce nuage ne crée aucune turbulence particulière. Un pilote ne peut donc le repérer que de jour et par bonne visibilité. Mais de nuit, et par conditions météo de vol aux instruments, le nuage n'est pas visible. Et les radars de bord, comme on l'a vu dans le cas du Boeing de la British Airways, ne détectent pas d'échos en provenance des panaches. Les fabricants en avionique confirment d'ailleurs ce point.

Restent les satellites. Encore que la météo elle-même peut contrarier leur travail ! Pour eux l'éruption idéale a lieu par temps clair, comme en témoignent les images prises par les satellites NOAA (National oceanic and atmospheric administration) du panache du mont Saint Helens et du El Chichón. Mais les services météorologiques australiens qui pistaient le panache du Galunggung l'ont perdu, noyé qu'il était dans la mousson. En revanche, en 1976 (où l'on ignorait ces phénomènes), le panache du volcan Augustine fut pris pour un OVNI par les militaires qui en détectèrent l'écho sur leur radar.

Car les cendres volcaniques posent aux satellites un problème particulier : à cause de leur faible albédo (capacité de diffusion de la lumière), on les distingue mal de l'arrière-plan. Les images infrarouges sont meilleures (grâce à l'absorption des silicates), mais parfois équivoques dans leurs contours. Le satellite américain *NOAA-7* peut actuellement assurer cette détection en infrarouge, mais dans un délai de douze heures après l'éruption. Or pendant ce temps, notre panache peut faire bien des ravages. Certaines propriétés spectrales des substances gazeuses contenues dans le nuage (notamment l'absorption élevée des ultraviolets par le dioxyde de soufre) permettent d'autres mesures de détection. Le satellite *Nimbus-7* peut les effectuer, mais n'est pas prévu pour les exploiter de manière opérationnelle.

La trajectoire des champs de vents pourrait être un élément de la solution. La Météo nationale nous a précisé qu'elle pouvait fournir en moins d'une heure une carte prévisionnelle (**dessin ci-contre**) sur quatre jours (au-delà, la dilution est trop grande). Mais le panache pourrait être encore plus capricieux que le vent, car il ne se laisse pas porter passivement par le vent, c'est un milieu actif possédant ses propres forces. On le voit, trois ans après le premier incident notoire, les météorologues ont encore du travail.



DES PRÉVISIONS SUR QUATRE JOURS. ***La Météo nationale peut fournir une trajectographie des déplacements des vents à partir d'un point donné du globe. Ces deux simulations montrent de 6 heures en 6 heures la trajectoire des nuages de cendres volcaniques issus d'une éruption du Nevado del Ruiz, en Colombie (en vert), et du Sakurajima, au Japon (en rouge), si ces deux volcans étaient entrés en éruption le 25 février 1985.***

De leur côté, Pratt & Whitney, fabricants des réacteurs, ont cherché à comprendre les causes techniques de la panne. Les dommages extérieurs subis par l'appareil ressemblaient à une érosion par une tempête de sable : glaces des cockpits dépolies et opacifiées, abrasion des bords d'attaque et des feux d'atterrissage. La compagnie aérienne SAS, qui effectue la liaison entre Copenhague et l'Amérique du Sud, avait fait la même constation au moment de l'éruption du El Chichón : les hublots de leurs appareils étaient piquetés. Ce sont les roches expulsées qui se fragmentent en particules (de silice, de calcium, de sodium, de potassium...) dont les plus grosses (de l'ordre du centimètre, ou du millimètre) ont ces propriétés abrasives. Elles tiennent environ 24 heures dans l'atmosphère avant de retomber ; la poussière, plus fine (de l'ordre du micron) et moins dangereuse, y reste plus longtemps.

Le cratère libère aussi des gaz faits d'un mélange

(suite du texte page 174)

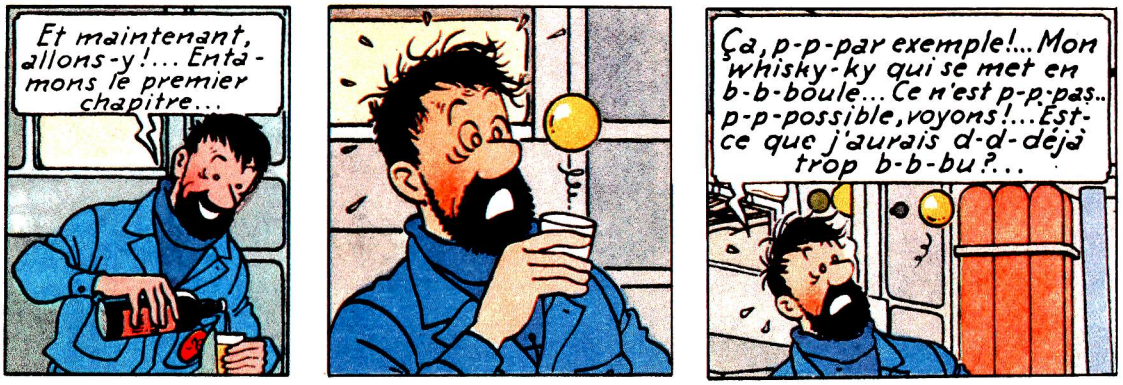
(2) Les nuages de sable sont aussi, rappelons-le, très baladeurs : en novembre dernier une fine couche de poussière provenant du Sahara a recouvert Paris. Ce sable a été soulevé lors de violentes tempêtes jusqu'à l'altitude de 10 000 à 15 000 mètres, puis porté par des vents de nord-ouest. La pluie a entraîné sa retombée sur le nord de la France.

(3) Vent circulant parallèlement aux isobares. On a mis en évidence le fait que le panache suit le vent géostrophique, en comparant des séries d'images prises par satellite aux cartes de champs de pression en altitude.

(4) Vents d'ouest très rapides (jusqu'à 500 km/h) qu'on rencontre entre 10 000 et 15 000 mètres d'altitude, là où se brassent les masses d'air polaire et équatorial.

Dessin A. Meyer d'après documents Météo

POURQUOI LE WHISKY SE MET EN BOULE



La première mission spatiale un peu poétique, c'est celle de Tintin partant sur la Lune.
Et la poésie n'exclut pas la vérité scientifique :
en voyant du whisky se promener
en boule dans la cabine, le capitaine Haddock
avait seulement devancé
les astronautes de la navette "Discovery".

En matière de science-fiction interplanétaire, ce sont les Grecs qui ont ouvert la série avec le mythe d'Icare : pour quitter le labyrinthe de l'île de Crète, il se fit attacher dans le dos d'immenses ailes d'oiseau par son père Dédale. Mais à cette époque on ne connaissait pas encore les colles époxydes, ni les cyanocrilates, et Dédale dut se contenter de cire pour fixer les plumes. Tout heureux de quitter la terre pour l'espace, il s'envola sur une orbite qui avait le seul inconvénient de passer un peu près du Soleil : la chaleur fit fondre la cire, les plumes s'éparpillèrent dans les nuages et Icare fit une rentrée dans l'atmosphère sans bouclier thermique ni parachute, mais qui l'amena tout de même à retomber dans la mer.

Une fois lancée, l'idée du vol spatial fit son chemin et une multitude d'auteurs décrivirent avec beaucoup de détails le départ, le vol et l'arrivée, en général sur la Lune. Pour être juste, ces récits ne commencèrent à avoir quelque cohérence que du jour où la méthode scientifique permit d'en savoir un peu plus sur l'environnement terrestre et les lois de la gravitation.

Chose curieuse, l'idée que la fusée constituait le seul moteur possible pour quitter la Terre est ancienne, puisque Cyrano de Bergerac, en 1649, la mentionne déjà dès les premiers chapitres de son *Voyage dans la Lune*.

Il faut ajouter aussi que le XVII[e] siècle, avec la découverte de la lunette astronomique, voyait s'ouvrir des horizons insoupçonnés sur les autres "terres du ciel". Pourtant, le plus célèbre romancier scientifique, en l'occurence Jules Verne, se trompa complètement sur le lancement en délaissant la fusée pour le canon. Mais il avait, dès 1865, très correctement décrit l'état d'apesanteur dans le boulet qui emportait ses trois astronautes vers la Lune. Il fallut attendre le lancement des A-4, dites Vergelstungswaffe-2, ou V-2, à partir de 1942, pour que les auteurs aient en main des éléments vraiment sérieux pour décrire un voyage en fusée. En ce sens, les Allemands de Peenemünde dirigés par le général Becker et le colonel Dornberger, furent des précurseurs de génie.

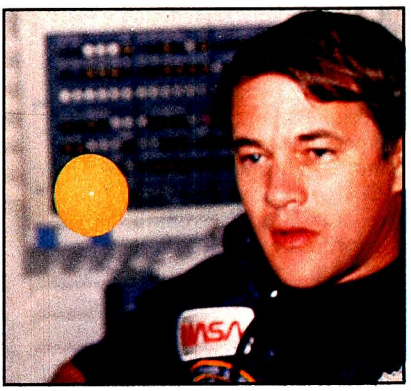
De fait, après la dernière guerre, les récits de voyages interplanétaires à bord de fusées qui avaient exactement l'allure des V-2 se multiplièrent. Le seul qui ait atteint une diffusion internationale et des tirages énormes reste pourtant celui que connaissent tous nos lecteurs de 7 à 77 ans : Tintin sur la Lune, ou plus exactement *Objectif*

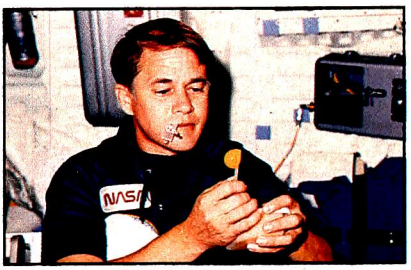
Lune et *On a marché sur la Lune*. Le second volume, publié en 1962, soit 7 ans avant qu'Armstrong et Aldrin ne posent réellement le pied sur notre satellite, comporte bon nombre de détails exacts et quelques anticipations qui restent encore à réaliser. La plus importante concerne l'utilisation d'un moteur atomique, lequel n'existe toujours pas dans la réalité pour les fusées, et qui aurait pourtant l'avantage de fournir une accélération constante : la durée du voyage s'en trouverait considérablement raccourcie, et les astronautes resteraient dans un champ de forces qui se traduirait par une pesanteur analogue à celle qui règne sur terre.

Pour le reste, le voyage à bord de la fusée du Pr Tournesol est conforme à ce qu'ont découvert par la suite les astronautes, en particulier les phénomènes qui surviennent en état d'apesanteur. En principe, le moteur atomique fournissait une poussée constante, et donc une pesanteur artificielle, à condition de rester constamment allumé, ce qui ne fut pas le cas. En effet, ces deux fins limiers de la police que sont Dupont et Dupond, avaient embarqué par erreur à bord de la fusée et, bien entendu, l'un d'eux accroche avec sa canne la manette de commande des moteurs. L'arrêt de la propulsion est immédiat et, du même coup, l'accélération qui maintenait les passagers sur le plancher disparaît : tout le monde se retrouve en état d'apesanteur, chose qui avait été correctement décrite dès Jules Verne.

Là où Hergé va plus loin, c'est en mettant en scène l'excellent capitaine Haddock auquel le voyage interplanétaire n'a nullement fait passer le goût du whisky. La fusée est à peine partie que le cher marin sort de la bibliothèque un volumineux traité d'astronomie qui, au lieu des pages de formules et d'orbites qu'on serait en droit d'y trouver, renferme deux bouteilles de Teacher's old Scotch. Un premier verre pour acquérir la science des astres, un second pour faire passer ces connaissances nouvelles, un troisième... et c'est à ce moment que la canne du maladroit et imprévisible Dupont arrête subitement le propulseur.







Loin de la pesanteur, les forces de Van der Waals deviennent prépondérantes. Elles mettent en boule tout liquide : le whisky du capitaine Haddock (à gauche) ou le jus d'orange de Joseph Allen, à bord (ci-dessus) de la navette spatiale "Discovery".

Plus d'accélération, donc plus de pesanteur, et le whisky sorti du verre se met en boule sous le nez du capitaine. Or, il faut le reconnaître, le dessin est exactement conforme aux dernières photos qui nous sont parvenues de la NASA et sur lesquelles Joseph Allen, à bord de la navette spatiale *Discovery* fait la même expérience avec un jus d'orange — dans lequel il y a peut-être un peu de whisky, mais en principe l'alcool est interdit dans les véhicules spatiaux.

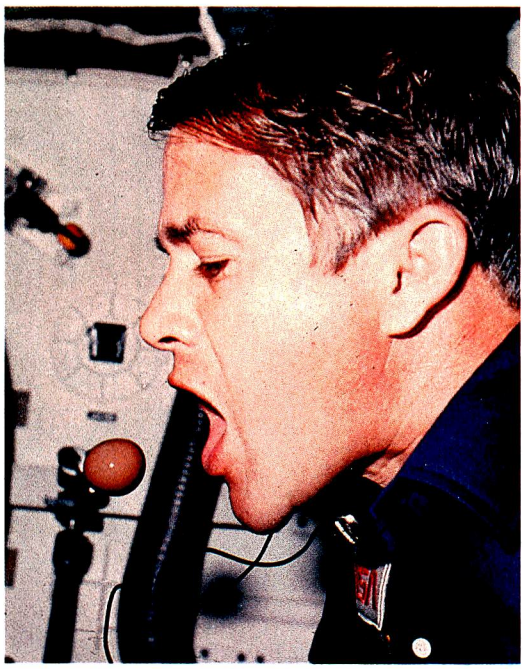
Qu'un liquide en état d'apensateur se mette en boule était donc prévu bien avant qu'une fusée ne parte dans l'espace, et les premiers vols orbitaux n'ont fait que confirmer la prévision. Pourtant, le fait n'est pas évident a priori, et on peut se demander pourquoi le liquide ne se met pas en lentille, en anneau ou en cylindre. Par contre le bon sens — qui commet pourtant bien des erreurs — permettait de deviner que la boisson ne devien-

Dessins Hergé© by Editions Casterman - Photos VIVA

drait ni cube, ni pyramide, ni dodécaèdre : ce sont là des formes cristallines propres aux solides et qu'on ne rencontre jamais dans la nature pour les liquides.

A dire vrai, si l'on considère la nature céleste, toutes les étoiles, dont la matière incandescente est proche d'un liquide, sont sphériques. Il en découle que, bien avant d'avoir connu toutes les lois de la physique, un astronome du Moyen-Age aurait pu deviner que le whisky allait se mettre en boule dans l'espace. Bien sûr, on sait maintenant pourquoi il en est ainsi : la mécanique générale et la thermodynamique permettent d'expliquer la permanence des formes sphériques dans le ciel, et même sur terre dans certaines conditions.

Ces conditions peuvent être dramatiques, comme la rupture des câbles d'un ascenseur, ou très tranquilles dans des récipients de laboratoire. On sait que, dans un ascenseur dont les câbles ont cassé au 36e étage, les passagers sont en chute libre pendant un temps assez court avant que l'engin ne s'écrase au fond de l'immeuble. Tant que dure la chute, ils peuvent reprendre l'expérience du capitaine Haddock et vérifier que le whisky devient rond comme une balle. La vérité oblige à dire qu'on n'a pas encore trouvé d'expérimentateur assez dégagé des plaisirs de ce monde pour tenter l'expérience.



La crème glacée, soumise aux forces de Van der Waals,...

Il faut donc se contenter de mettre une goutte d'huile dans un liquide ayant même densité (et ne dissolvant pas l'huile) : la poussée d'Archimède équilibre le poids, et on voit la goutte prendre la forme d'une bille parfaite. Cet état d'apesanteur artificielle est le même que celui de la goutte qui tombe d'un robinet mal fermé, mais la vitesse de chute est tout de suite trop rapide pour qu'on ait le temps de voir nettement à l'œil nu la goutte quitter la forme ovoïde pour prendre la forme sphérique. Ajoutons qu'au bout de quelques décimètres de chute, la résistance de l'air lui redonne un profil allongé pratiquement équivalent à celui qu'elle avait en quittant le robinet.

Il faut une photo avec un éclair très bref pour saisir sur film l'instant où la goutte est devenue ronde. De toute manière, quel que soit le liquide, dès qu'on en laisse tomber des gouttes en chute libre, le poids est équilibré par la force d'inertie conformément au principe de d'Alembert ($F - mg = 0$) et elles se trouvent en état d'apesanteur. Elles prennent alors la forme sphérique, chose qui a été largement utilisée pour fabriquer les plombs de chasse : le métal fondu se solidifie brusquement en tombant dans l'eau.

Reste à savoir pourquoi un liquide se met en boule (comme la foudre du même nom qui est un plasma) dès qu'il est en apesanteur. La réponse à cette question relève à la fois des mathématiques et de plusieurs domaines de la physique.

Commençons par les premières, qui nous enseignent que pour un volume donné d'une matière quelconque, la sphère est la figure qui offre la surface minimale. Le fait n'avait rien d'évident : pour un même volume, par exemple 1 m^3, les formules classiques montrent en effet que le cube ou la pyramide offrent une aire totale des parois plus grande que si ce mètre cube est sphérique — dans le premier cas, 6 faces carrées d'un m^2, donc 6 m^2 ; pour la sphère 4,84 m^2.

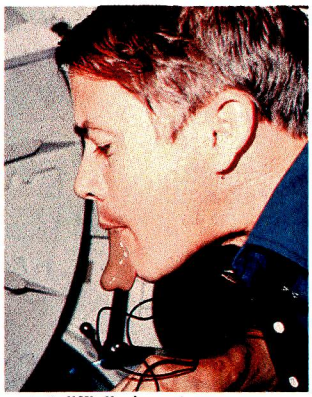
En répétant les calculs avec les 5 polyèdres réguliers, on pouvait vérifier que la sphère offrait toujours la surface minimale. Mais rien ne prouvait qu'une forme plus bizarre ou irrégulière ne ferait pas mieux. Pour les cas les plus généraux, le problème n'a été résolu qu'avec l'introduction du calcul des variations, qui permet justement de calculer les extrêmales d'une fonction, donc les surfaces minimales. L'ennui, c'est que la fonction est en général sous forme d'une intégrale, et que les solutions sont données par des équations aux dérivées partielles dont l'intégration mène rarement à des formules algébriques simples. Autrement dit, le calcul des surfaces minima est des plus ardus.

Retenons-en seulement qu'on peut démontrer que la sphère est la figure qui possède la plus petite aire enfermant un volume donné. On en déduit, pour ce qui concerne notre problème de whisky, qu'il existe donc, dans une masse liquide, des forces qui tendent à réduire le plus possible sa surface libre. Or les forces qui agissent ainsi sur la forme de la surface sont dues en dernière analyse à la cohésion du liquide. Bien sûr, ces forces agissent dans toute la masse du liquide, depuis le centre jusqu'au bord. Ceci conduit à considérer que le volume est enfermé dans une membrane, fictive, puisque rien ne la distingue du reste, dans laquelle agissent les mêmes forces de cohésion qui prennent alors le nom de tension superficielle.

La forme sphérique que prend le liquide montre

que la membrane fictive est soumise à des forces tendant à la rétrécir, et ce sont elles qui se manifestent comme une tension. Celle-ci est assez facile à mettre en évidence en formant une lame d'eau savonneuse sur un cadre en métal fin constitué d'une partie en U, fermée vers l'extérieur par un fil mince et droit qui peut glisser sur les branches du U. En tirant vers l'extérieur ce dernier côté du rectangle ainsi dessiné, on allonge la membrane liquide ; mais celle-ci rétrécit d'elle-même, en ramenant le côté vers le fond du U, dès qu'on cesse de tirer.

On vérifie sans peine qu'une force F, constante quel que soit l'étirement de la lame, suffit pour maintenir l'équilibre ; cette force est proportionnelle à l'écartement des deux branches du U ($F = k.e$) et le cœfficient de proportionnalité, k, n'est autre que la tension superficielle ; elle s'exprime en newtons par mètre, et varie dans des proportions très importantes selon les liquides : elle va de 20 à 22 pour l'alcool à plus de 500 pour le mercure ; l'eau est à 72. Notons aussi que la tension superficielle n'est pas une force élastique, puisqu'elle ne croît pas avec l'allongement ; on pourrait plutôt la comparer à la force nécessaire pour soulever une charge avec un palan, et qui reste constante quel que soit le déplacement.



... est difficile à avaler.

Appliquée à une surface de liquide circulaire et plane, la tension superficielle a une résultante nulle ; mais si la surface est courbe, par exemple si elle limite une goutte de liquide, ou une bulle de gaz dans le liquide, le contour circulaire limite une calotte sphérique et les tensions superficielles auxquelles il est soumis ont alors une résultante dirigée vers l'intérieur. Il en résulte qu'il doit régner dans une goutte ou une bulle sphérique une pression supérieure à la pression externe.

Cette différence peut être très sensible ; ainsi dans une goutte de rosée ayant 2 centièmes de millimètre de diamètre, la pression interne est supérieure à la pression atmosphérique de 0,15 daN/cm^2. Cet excès de pression serait équilibré par une colonne d'eau de 1,50 m de haut. Cette pression de confinement exercée par la surface d'une goutte de liquide sur tout le volume intérieur suffit à expliquer que les liquides se mettent en boule dès que cesse la pesanteur ; tant que celle-ci est présente, le poids du liquide reste très largement supérieur à ces forces de tension et lui fait prendre la forme du récipient.

Dès que le poids disparaît, et c'est le cas en chute libre ou dans l'espace quand la fusée court sur son erre, la tension superficielle redevient prédominante et, en se tendant, la surface extérieure liquide forme automatiquement une sphère ; du point de vue mathématique, par raison de symétrie des forces en jeu ; du point de vue mécanique, par composition des résultantes de toutes les tensions superficielles ; du point de vue thermodynamique, enfin, parce que l'énergie potentielle est alors minimale (l'entropie est maximale).

Globalement, tout ceci résulte des forces de cohésion qui tendent à rassembler et non à disperser, faute de quoi le verre de whisky se mettrait en brouillard dans la fusée. C'est ce qu'il ferait dans le vide intersidéral, bien sûr, mais aussi bien sur Terre si on le met sous une cloche et qu'on pompe l'air : les forces de cohésion restent modérées dans un liquide, et il faut qu'une pression extérieure vienne les aider un peu. Seuls les solides sont capables de rester homogènes et massifs dans le vide.

C'est ici qu'il faut considérer de plus près les forces de liaison qui assurent la stabilité des liquides et des solides. Pour commencer, si toute matière homogène paraît continue, l'expérience a montré depuis longtemps qu'il n'en est rien : la matière n'est pas indéfiniment divisible, et elle se présenterait comme discontinue si l'on pouvait l'observer avec un grossissement suffisant. Sans aller jusque là, quelques faits expérimentaux viennent déjà montrer que rien — sauf les fonctions mathématiques — n'est jamais continu. Ainsi, tous les corps sont compressibles, les solides et les liquides peu, les gaz et les vapeurs beaucoup plus. Or, il est difficile de se représenter un corps compressible comme continu.

Les mélanges fluides montrent que, malgré l'aspect homogène du résultat, chaque constituant est resté identique à lui-même : de très petites particules de ces constituants — les molécules — sont juxtaposées sans modification dans le mélange. D'ailleurs, l'identité des propriétés physiques des fractions d'un même corps pur suggère que les molécules dont se compose une espèce chimique sont identiques entre elles. Plus tard, les lois de combinaisons chimiques allèrent plus loin en prouvant que les molécules elles-mêmes étaient discontinues ; on sait effectivement qu'elles sont faites d'atomes, eux-mêmes constitués de trois particules fondamentales, neutron, proton et électron.

Pour notre part, nous en resterons aux molécules, puisque les forces de cohésion sont des forces moléculaires.

On constate, comme une évidence, qu'il faut fournir un certain travail pour casser du bois ou du verre, et même un travail certain pour une barre de fer. Ce qui est beaucoup moins évident, et généralement ignoré, c'est qu'il faut également de la force pour rompre une colonne d'eau enfermée dans un tube de verre, en tirant dessus pour la séparer en deux morceaux. L'eau est enfermée dans un cylindre de verre fermé vers le bas par un piston coulissant. En tirant sur le piston, on constate qu'il faut une force élevée (plus de 150 N/cm^2) pour

Photos VIVA

"casser" la colonne d'eau en deux tronçons.

Comme on sait d'autre part que toute matière est faite de tout petits éléments moléculaires (il y en a 3.10^{22} dans un litre d'air) il faut bien admettre que sa cohésion est due aux forces que les molécules exercent les unes sur les autres. Dans des conditions données de température et de pression, le volume spécifique d'un corps pur est imposé ; les molécules se trouvent à des distances déterminées les unes par rapport aux autres. Toutes les expériences montrent qu'en deçà de ces distances les forces inter-moléculaires sont répulsives (résistance à la compression), au-delà attractives (résistance à l'étirement).

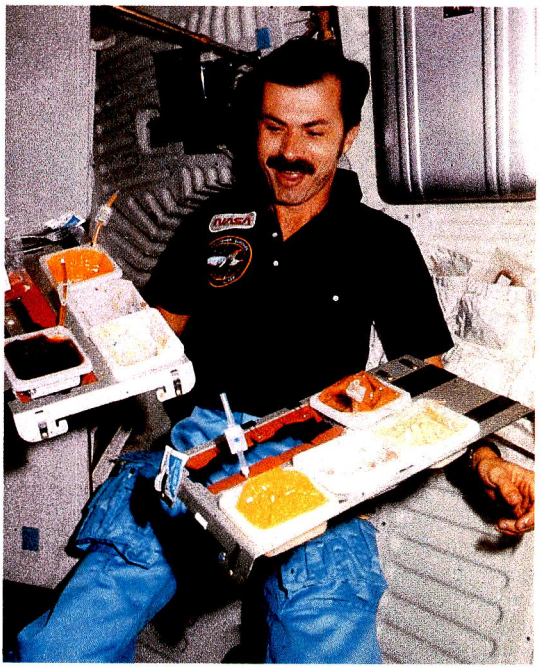
Les forces d'attraction entre molécules, dites forces de Van der Waals, peuvent se ramener à des actions de nature électrique, donc aux forces de Coulomb. Mais elles suivent une loi très différente puisqu'elles varient en $1/d^7$. Il faut noter en effet qu'à ce niveau il faut tenir compte de l'agitation moléculaire, ou agitation thermique, qui se traduit par le fait que les molécules s'agitent sans cesse et en tous sens de manière aléatoire. Plus la température s'accroît, et plus l'agitation devient violente ; par contre, elle cesse au zéro absolu (− 273° C).

A la température ambiante, et à condition qu'une pression extérieure vienne un peu les aider, les forces de Van der Waals suffisent à maintenir les molécules les unes près des autres. Par contre, dès que la température s'élève, l'agitation thermique finit par devenir prépondérante et, à la pression ambiante, un liquide se met à bouillir, que ce soit sur terre ou dans une capsule spatiale. La cohésion d'un liquide est donc un compromis permanent entre les forces attractives de Van der Waals et l'agitation désordonnée des molécules.

Ce compromis dépend à la fois de la température et de la pression : si on élève la température mais qu'on augmente en même temps la pression pour aider les forces d'attraction, la forme liquide se maintient. Inversement, et même à température ordinaire, dès qu'on fait baisser suffisamment la pression, le liquide se met à bouillir, donc à se vaporiser et à partir en gaz.

Il faut donc des conditions assez contraignantes pour que la matière garde l'état liquide, ce qui explique que cet état soit si rare en dehors de la Terre et de Vénus où règnent des pressions importantes. Sur les autres planètes, et plus encore sur leurs satellites, on ne rencontre guère que les formes solides ou gazeuses.

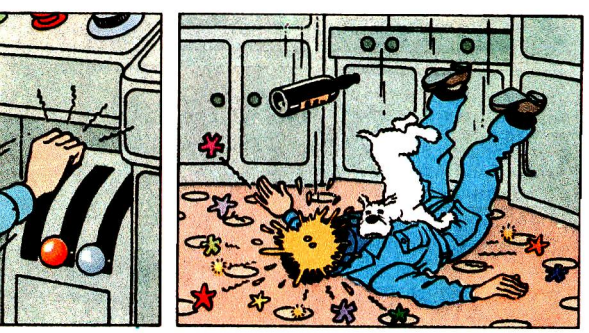
On pourrait alors se demander pourquoi le soleil et les étoiles restent en boule dans le vide intersidéral ; la réponse est apparemment simple : les masses mises en jeu dans ce cas sont telles que les forces de gravitation deviennent prépondérantes et ce sont elles, plus que les forces de Van der Waals, qui assurent la cohésion des astres.



En apesanteur, les aliments solides, eux, ne changent pas de forme.

On voit que la mise en boule d'un verre de boisson dans une capsule spatiale peut mener loin du point de vue de l'interprétation. Ici, nous n'avons fait que survoler les choses de manière très simplifiée ; à elles seules, les forces de Van der Waals suffiraient à couvrir quelques chapitres. D'un autre côté, la parfaite sphéricité d'un liquide en apesanteur n'a pas qu'un intérêt théorique ou anecdotique : à partir d'un métal fondu, on obtiendrait des billes absolument rondes et totalement lisses sans aucun usinage, donc à bien moindres frais que sur Terre. On pourrait même les faire creuses sans difficulté : il suffirait de les souffler comme on souffle une bulle de savon, avec l'assurance que les parois sont d'épaisseur rigoureusement constante. Il y a là une métallurgie de l'espace qui fait partie des techniques futures et des missions scientifiques confiées aux stations orbitales.

Renaud de LA TAILLE ■



Si l'accélération revient, elle recrée l'état de pesanteur. Le liquide reprend sa forme d'origine.

Dessins Hergé© by Editions Casterman - Photo VIVA

UN PHOTON INTERFÈRE AVEC LUI-MÊME

Une première expérimentale a eu lieu à l'Institut d'optique d'Orsay : trois chercheurs y ont réalisé une expérience montrant un effet purement "quantique" : des interférences créées par un unique photon. Nouvelle épreuve pour la logique classique.

Onde ou particule ? Vieille affaire ! La lumière est formée de myriades de petits corpuscules, écrivait au XVII[e] siècle le grand Isaac Newton. Pas du tout, répondait le physicien français Augustin Fresnel, la lumière est une onde.

Le XX[e] siècle allait, en bon Normand, concilier ces inconciliables ; tantôt ondulatoire, tantôt corpusculaire, la lumière a, suivant l'expérience, un double visage. Deux rayons lumineux viennent, en se croisant, créer des zones d'ombre et de lumière. C'est parce que les ondes, en se superposant, peuvent donnent naissance à des interférences destructives (ombre) ou constructives (lumière). Un détecteur frappé par un faisceau lumineux enregistre-t-il des chocs répétés ? C'est parce que la lumière est constituée de particules, les photons qui causent ces chocs. Cette double nature de la lumière défie la logique courante. On se convainc alors en recourant à l'intuition. La lumière serait constituée d'ondes corpusculaires.

Hélas, on retrouve la dichotomie onde-particule dans les constituants mêmes de la matière. Les électrons et les neutrons peuvent aussi créer des interférences. Et, plus dur pour la logique, déjà éprouvée : il n'est pas nécessaire d'avoir plusieurs photons pour obtenir des interférences : un photon peut interférer avec lui-même !

C'est du moins ce que prévoit la mécanique quantique (1), cette théorie de la physique, forgée entre 1900 et 1930, qui permet de décrire l'indescriptible : le comportement de la matière et de la lumière lorsque les détails observés sont si petits qu'on ne peut plus les voir à l'œil nu, mais par le biais d'appareils de mesure.

Cette interférence quantique n'avait jamais été observée expérimentalement, parce que l'on n'avait pas su jusqu'à présent fabriquer des sources lumineuses adéquates. C'est maintenant chose faite : Philippe Grangier, Alain Aspect (connu pour ses expériences testant la validité de la mécanique quantique, voir *Science & Vie* n° 766) et Jacques Vigué viennent en effet de publier dans la revue *Physical Review Letters* (février 1984, vol. 54 n° 5) le compte rendu d'une expérience remarquable.

Sa description est simple : un échantillon de calcium (Ca) chauffé jusqu'à 1 400°K donne naissance à un jet composé d'atomes et de molécules diatomiques (deux atomes liés). Ce jet pénètre dans une chambre à vide où il est soumis à une série d'impulsions (toutes les 12 nanosecondes environ ; 1 ns = 10^{-9} s) provoquées par un faisceau laser perpendiculaire au jet. Lorsqu'un photon émis par ce laser frappe une molécule de Ca_2, celle-ci est cassée en deux. Sous l'effet du choc, les deux atomes s'éloignent l'un de l'autre à une vitesse relative de 1 100 mètres/seconde. Mais ils n'ont pas un comportement symétrique, car l'un des deux atomes est dans un état "excité" ; autrement dit, un électron d'une couche périphérique de cet atome est passé de son niveau fondamental à un niveau supérieur. C'est pour cela que les molécules de calcium ont été choisies : on est sûr de leur comportement. Dans un temps de l'ordre de la nanoseconde, cet électron va redescendre sur son niveau de départ en émettant un photon d'énergie correspondant à la différence entre les deux niveaux.

Cette lumière, dite de fluorescence, est alors collectée dans un détecteur. A chaque fois qu'elle est détectée, l'intervalle de temps entre l'impulsion laser et l'apparition de cette fluorescence est mesuré. On peut ainsi établir une courbe (**voir dessin 3**) représentant le nombre de photons détectés en fonction du temps écoulé depuis le début de chaque impulsion. La modulation de cette

(1) Voir *Science & Vie* n° 775 : "Le cantique des quantiques".

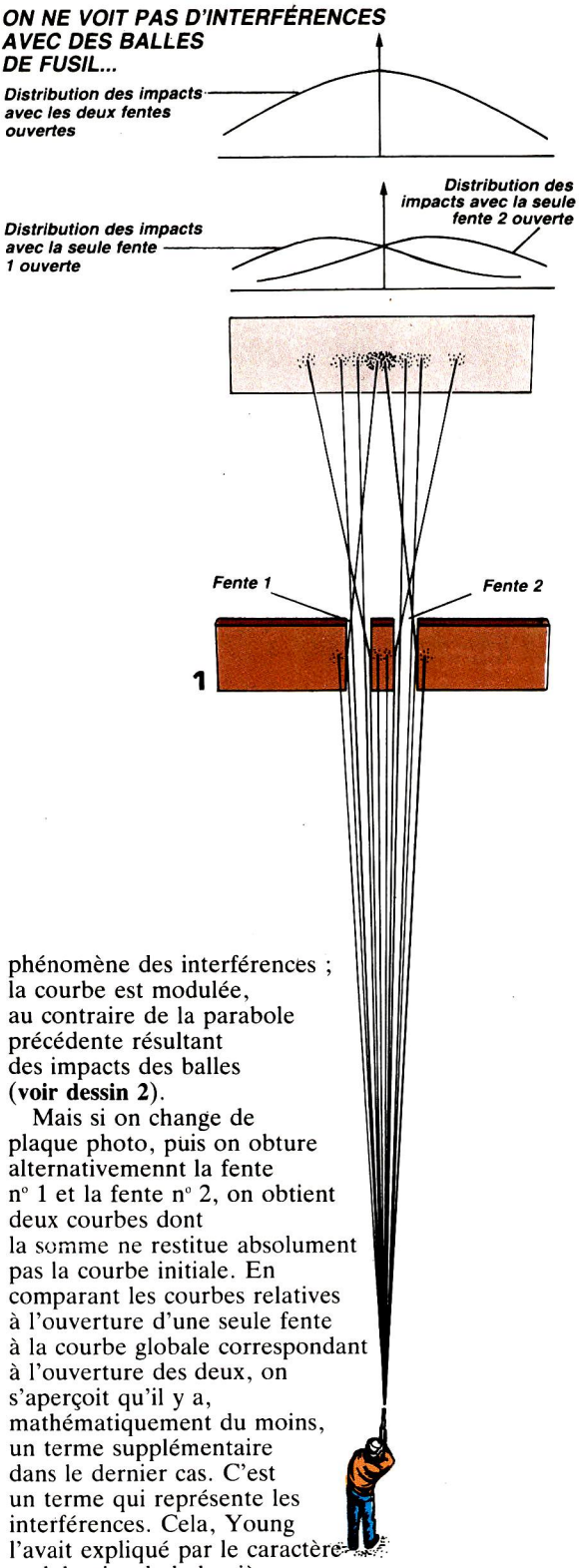
courbe (l'aspect ondulé qu'elle présente lorsqu'on relie entre eux les points successifs) démontre qu'il y a eu interférence. Interférence ? Mais de quoi avec quoi ?

Lorsqu'uune molécule de calcium (Ca_2) est cassée, l'un des deux atomes, avons-nous dit, passe dans un état excité. Mais comment savoir lequel ? Un photon ne pouvant être divisé en deux, on est alors obligé de considérer qu'il y a deux possibilités : soit l'atome 1 est excité et pas l'atome 2 ; soit l'atome 2 est excité et pas l'atome 1. La mécanique quantique envisage ces deux possibilités simultanées et considère qu'il y a eu interférence entre elles ; le systèmee doit être décrit comme une superposition de ces deux états.

Avant d'expliquer ce dernier point, il faut d'abord préciser pourquoi la modulation de la courbe, montrant le nombre de photons en fonction du temps d'émission, est la preuve d'interférences. Imaginons qu'un homme, les yeux bandés, tire à la carabine sur un mur dans lequel ont été pratiquées deux ouvertures verticales identiques, très étroites et assez proches l'une de l'autre ; le tireur est à égale distance de ces deux ouvertures. Derrière le premier mur et parallèlement à lui, se trouve un second mur, en bois celui-là, qui absorbe les balles ayant franchi le premier mur et sur lequel on voit nettement les impacts successifs. La plupart des balles sont arrêtées par le premier mur, d'autres passent par la première ouverture directement ou en ricochant sur un de ses bords, d'autres enfin font de même avec la seconde ouverture. L'accumulation des impacts sur le second mur, au bout, par exemple, d'un million de tirs, permet de tracer une courbe donnant la distribution des impacts derrière les ouvertures. La courbe obtenue (**dessin1**) a la forme d'une parabole, avec un maximum correspondant au centre du mur.

Si l'on refait l'expérience en fermant la première ouverture, puis en fermant la seconde et en rouvrant la première, on va retrouver la même courbe que précédemment : la somme de la courbe "première ouverture fermée" et de la courbe "seconde ouverture fermée" est égale à la courbe "aucune ouverture fermée". Autrement dit, la probabilité pour qu'une balle arrive en un point du mur, lorsque les deux ouvertures sont en fonction, est la somme des probabilités pour qu'il en soit ainsi lorsque l'une ou l'autre des deux ouvertures est fermée, ce que l'on peut résumer par la formule $P = P_1 + P_2$.

Passons à une autre expérience, qui a été vraiment faite par le médecin et physicien anglais Thomas Young en 1803. Le tireur est remplacé par une source lumineuse monochromatique (d'une seule "couleur"). A la place du premier mur on utilise un écran percé de deux fentes verticales, et une plaque photographique tient lieu de second mur. Si l'on fait fonctionner la source pendant un temps suffisant pour impressionner la plaque, mais assez bref pour ne pas la surexposer, on observera sur cette plaque une alternance de bandes verticales plus ou moins claires ou obscures qui permettent de tracer une courbe représentant l'intensité de la lumière arrivant à la plaque : c'est le phénomène des interférences ; la courbe est modulée, au contraire de la parabole précédente résultant des impacts des balles (**voir dessin 2**).



Mais si on change de plaque photo, puis on obture alternativemennt la fente n° 1 et la fente n° 2, on obtient deux courbes dont la somme ne restitue absolument pas la courbe initiale. En comparant les courbes relatives à l'ouverture d'une seule fente à la courbe globale correspondant à l'ouverture des deux, on s'aperçoit qu'il y a, mathématiquement du moins, un terme supplémentaire dans le dernier cas. C'est un terme qui représente les interférences. Cela, Young l'avait expliqué par le caractère ondulatoire de la lumière.

Mais puisque l'on sait que la lumière est composée de photons, on pourrait essayer d'expliquer ces interférences par des collisions ou interactions

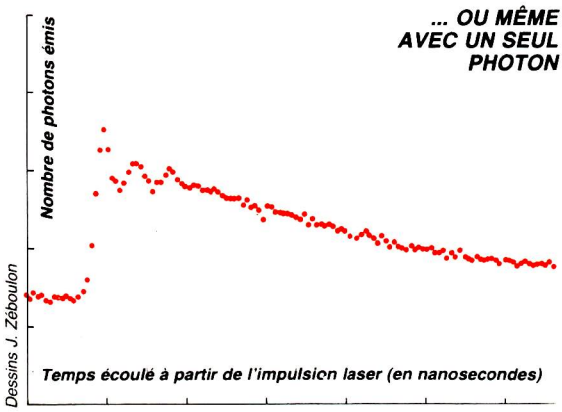
entre photons. Pour savoir si une telle explication est viable, il suffit de réduire suffisamment l'intensité de la source lumineuse jusqu'à ce qu'elle émette des photons un par un. On constate alors que les photons vont produire chacun un impact quasi ponctuel bien localisé sur la plaque photo : ce sont bien des corpuscules. Mais si les deux fentes sont ouvertes, l'accumulation des impacts au bout d'un temps très long reproduira la figure d'interférences ! Autrement dit, un photon ne se comporte pas du tout de la même façon suivant qu'une seule fente est ouverte ou les deux, ce qui est incompatible avec l'idée d'un corpuscule passant par une seule fente à la fois. On doit admettre qu'il peut passer par les deux fentes à la fois et qu'il interfère avec lui-même.

Comment est-ce possible ? Pourquoi un photon change-t-il de comportement lorsque deux fentes au lieu d'une sont ouvertes ? Il faut accepter que les personnages du monde quantique, les "quantons", ne nous apparaissent sous leur aspect ondulatoire ou corpusculaire que lorsqu'ils sont observés. En dehors de ces moments, on ne sait pas, ou plutôt on ne se préoccupe pas, de leur forme. La mécanique quantique les décrit, avec succès d'ailleurs, par une "fonction d'onde", un objet mathématique qui exprime que ces quantons sont répartis dans tout l'espace, avec simplement une probabilité plus ou moins grande d'être à un endroit ou à un autre.

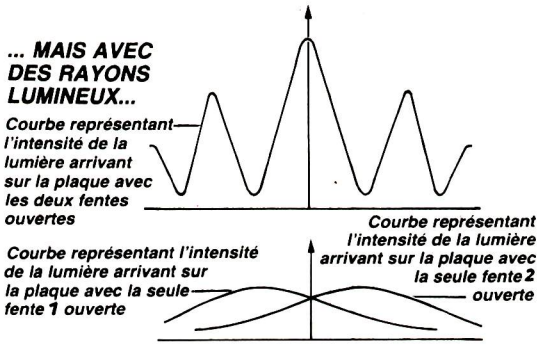
C'est pour cela que ce photon est décrit comme étant dans la superposition de l'état "je suis passé par la fente 1" et de l'état "je suis passé par la fente 2", et c'est de cette superposition que naissent les interférences.

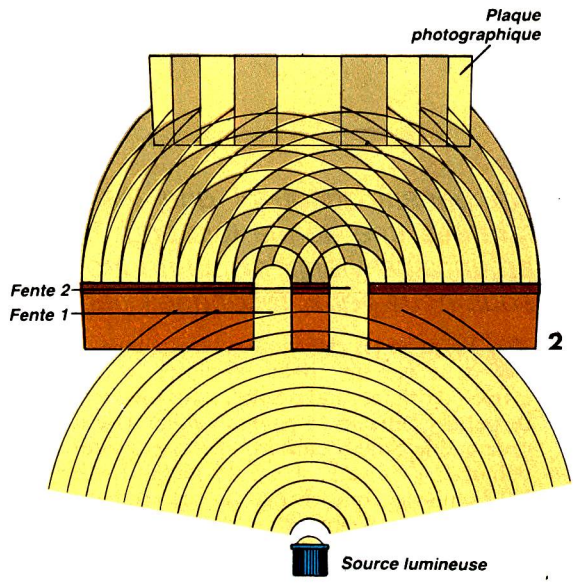
L'expérience menée avec des molécules de calcium est sensiblement analogue : les deux atomes de calcium jouent un rôle identique à celui des fentes de Young, si l'on excepte le fait qu'ils s'éloignent l'un de l'autre. Le photon émis doit être donc considéré comme étant dans la superposition d'états "je suis émis par l'atome 1" et "je suis émis par l'atome 2".

N'y a-t-il pas moyen de savoir quel est l'atome qui a émis le photon ? Après tout, bien après que le photon ait été détecté, on pourrait imaginer un moyen de regarder le "bon" atome : celui qui a



3





2

émis le photon a récupéré une impulsion supplémentaire P. Si d'une part, on peut mesurer la différence d'impulsion entre les 2 atomes de calcium, après émission, avec une précision meilleure que P et si, d'autre ppart, on peut aussi connaître cette différence d'impulsion, avant émission, avec là encore une précision meilleure que P, on trouvera la clé de l'énigme.

Malheureusement, il y a en mécanique quantique un principe qui veut que mieux on connaît, par exemple, la position d'une particule, moins on connaît sa quantité de mouvement et vice versa. C'est le principe d'incertitude d'Heisenberg, qui s'applique aussi dans le cas qui nous intéresse : si l'on connaît la quantiité de mouvement mieux que P, on connaîtra la position des deux atomes avec une incertitude supérieure à la longueur d'onde du photon. Et dans ce cas-là, les interférences disparaissent.

Quoi qu'on fasse, on ne peut savoir quel atome a émis le photon, ce qui ne traduit pas une quelconque maladresse expérimentale mais bien que les constituants de la matière se comportent avec une logique défiant notre sens commun. Et cela, c'est l'un des mystères que la physique moderne a encore à résoudre !

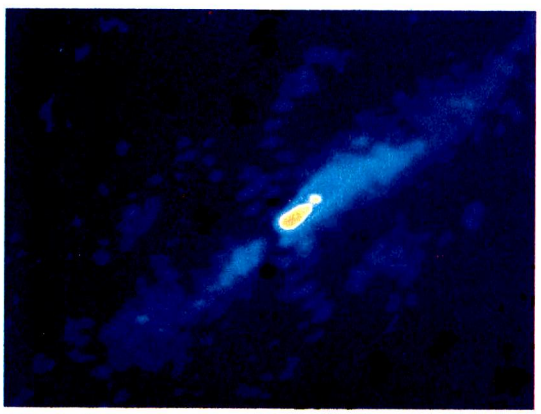
Sven ORTOLI ■

DES GALAXIES CONÇUES PAR INSÉMINATION ARTIFICIELLE

On pensait jusqu'ici que les galaxies dont l'Univers est peuplé s'étaient formées une bonne fois pour toutes après le "big bang". De récents travaux américains viennent contredire cette thèse : de nouvelles galaxies naissent sous nous yeux, fécondées par d'immenses jets de lumière.

Jusqu'ici les astronomes ne connaissaient que deux recettes pour fabriquer des galaxies. L'une, d'origine américaine, exigeait la présence de petits grumeaux, à peine un million de fois plus gros que le Soleil, dans la "mélasse primitive" du début de l'Univers, il y a 15 milliards d'années. Elle supposait que chacun de ces grumeaux donnait naissance à un million d'étoiles en moyenne, un petit groupe qui, en attirant à lui des groupements voisins, gonflait jusqu'à atteindre la taille d'une galaxie.

L'autre recette, venue d'Union soviétique, affirmait au contraire que des grumeaux géants s'étaient formés dans la soupe cosmique initiale, des espèces de beignets dont la pâte était parfaitement lissée et dont la masse variait de 100 000 milliards à 1 million de milliards de fois celle du Soleil. La gravitation agissait sur ces beignets comme un véritable rouleau à pâtisserie, les écrasant pour en faire des crêpes qui, en se fragmentant, donnaient naissance à des galaxies naines. En s'agglomérant, les morceaux de crêpes pouvaient également engendrer, d'un seul coup, toutes les grandes structures de l'Univers, à savoir les galaxies, les amas de galaxies et les amas d'amas de galaxies (voir *Science & Vie* n° 793 p. 80).

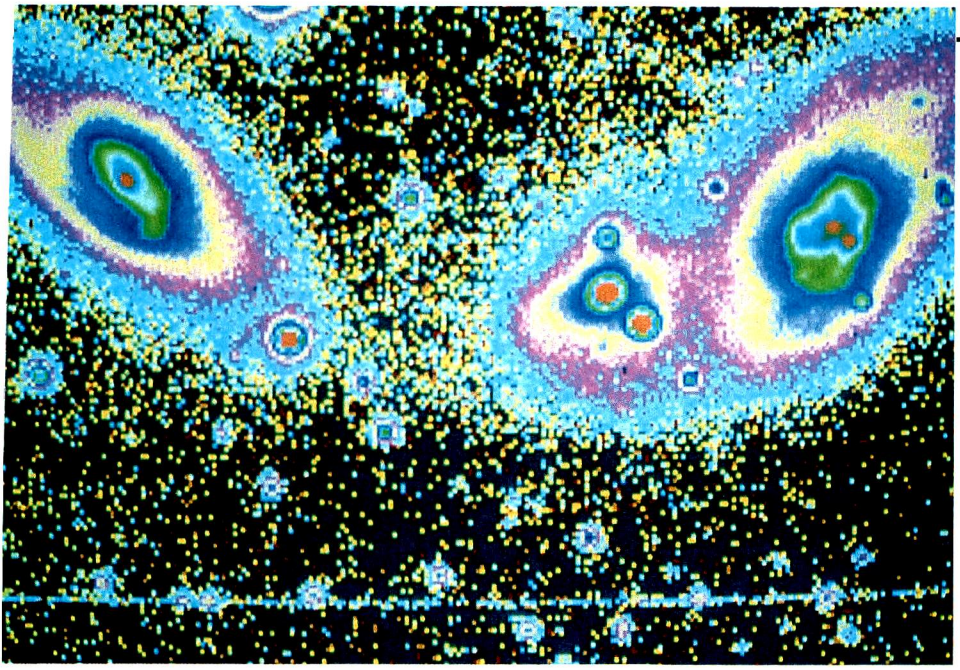


LES JETS RADIO : de nombreuses galaxies émettent, en plus de la lumière visible, des rayonnements radio intenses qui peuvent occuper de grandes régions du ciel, ou au contraire être émis, comme c'est le cas ici avec la galaxie* NGC 315, *dans une seule direction avec une grande intensité. On parle alors de jet radio, en jaune ci-dessus.

En fait les avis divergeaient essentiellement sur la taille des grumeaux. Mais les deux écoles s'accordaient pour attribuer à la gravitation un rôle prépondérant et faire remonter la naissance des galaxies à une époque reculée de l'histoire cosmique, au début de l'ère stellaire, quelque cent millions d'années seulement après le big bang. Américains et Soviétiques, bourrés de préjugés, pensaient que seul l'Univers jeune avait été capable d'enfanter ces grandes structures.

Or des astronomes de l'université de Californie à Berkeley viennent de proposer une recette révolutionnaire pour la confection des galaxies. En observant les flots de gaz et de lumière éjectés du noyau d'une galaxie moribonde connue sous la dénomination d'"Objet de Minkowski" (**voir photo page 75**), ils sont arrivés à la conclusion que ce type de jets pouvait très bien, en comprimant des nuages gazeux intergalactiques, déclencher des naissances d'étoiles en nombre suffisant pour constituer de nouvelles galaxies. Ainsi, si on en croit les apparences, notre Univers actuel ne serait pas encore complètement stérile, comme le supposaient les deux hypothèses précédemment citées.

Les promoteurs de cette nouvelle cuisine cosmique sont Van Breugel et Alexei Filippenko. Ils ont été aidés dans leurs recherches par Timothy Heckman, de l'université de Maryland, et George Miley, de l'observatoire de Leiden, en Hollande.



LES GALAXIES PARESSEUSES
Certaines galaxies émettant une violente lumière bleue sont pauvres en éléments lourds normalement rejetés par les étoiles. D'où cette dénomination de "galaxies paresseuses", ici F-44. En fait, il s'agit de galaxies toutes jeunes qui n'ont pas eu le temps de se "charger" en éléments lourds ; elles naissentde l'excitation d'un nuage de matière, par une supernova ou par un jet de plasma émis par une autre galaxie.

Durant les quatre dernières années, ces astronomes ont scruté le ciel à la recherche de ce qu'on appelle les jets radio, c'est-à-dire des structures visibles, pour la plupart, uniquement aux longueurs d'ondes radio et qui semblent jaillir du cœur de certaines galaxies. On pense généralement que de tels torrents d'ondes électromagnétiques se déversent lorsqu'un trou noir sournois se tapit dans le cœur d'une galaxie, lui pompe son gaz et avale ses étoiles.

Minée, si on peut dire, jusqu'à l'os, la pauvre galaxie éjecte une partie de sa matière, suprême effort dont on ne comprend pas très bien le mécanisme. Toujours est-il que la matière rescapée gicle de part et d'autre du disque galactique. Accélérée violemment, elle s'échauffe et se transforme en rayonnement. Sans cesse réalimentés en énergie par un mécanisme également inconnu, les jets de lumière s'écoulent de la galaxie pendant des millions d'années. Certains d'entre eux paraissent même animés d'une vitesse supérieure à celle de la lumière. Mais ces mouvements supraluminiques ne seraient qu'apparents, dus à un simple effet de perspective. La matière voyagerait à une vitesse parfaitement raisonnable, mais, prisonniers de notre perception, nous la verrions beaucoup plus rapide qu'elle ne l'est en réalité (**voir encadré page suivante**).

Initialement, Van Breugel et ses collègues s'étaient proposé d'étudier les jets radio dans leur ensemble pour mieux connaître leurs origines, leurs compositions et leurs vitesses. Mais très vite l'attention fut attirée par l'un d'entre eux en particulier. Le jet qui les a intrigués se trouvait à proximité d'un astre également mystérieux, l'Objet de Minkowski. Cet objet avait la taille d'une galaxie sans en avoir vraiment la morphologie et émettait une violente lumière bleue.

La luminosité exceptionnelle de l'Objet de Minkowski peut très bien s'expliquer par la présence de quelques centaines de milliers d'étoiles à cet endroit, des astres jeunes pour la plupart et cent fois plus massifs que le Soleil. Une telle concentration de jeunesse laisse supposer que ces étoiles se seraient formées lorsque le jet a touché les nuages intergalactiques qui se trouvaient à proximité. Très énergique, le jet comprimerait en effet la matière sur son passage, provoquant une cascade d'effondrements gravitationnels, poussant même jusqu'à allumer les réactions thermonucléaires de fusion de l'hydrogène et faisant ainsi éclore toute une portée de nouvelles étoiles. Suivant les estimations de Van Breugel et Filippenko, le phénomène aurait lieu sur tout le parcours du jet, c'est-à-dire sur une distance de 20 000 années-lumière. L'Objet de Minkowski a à peu près cette taille et, d'après eux, ne serait rien d'autre qu'une petite galaxie qui, en germant simultanément toutes ses étoiles, serait en train de se former.

Le jet qui l'a fécondée prend sa source dans le noyau d'une vieille galaxie moribonde qui se trouve à quelque 60 000 années-lumière de là. Cette galaxie "sur le retour" est elliptique et quatre fois plus grande que notre Voie lactée, ce qui expliquerait la puissance de son jet.

Le fait que les jets radio puissent déclencher les accouchements d'étoiles n'est pas nouveau. Ne prétendait-on pas déjà qu'ils avaient inséminé un petit nuage au voisinage de la galaxie Centaurus A pour expliquer la présence inopinée d'un petit groupe d'étoiles en dehors de son enceinte ? Mais c'est la première fois que les astronomes suggèrent que des jets issus du cœur d'une seule galaxie puissent pénétrer des nuages de gaz éloignés et engendrer des galaxies entières. Le plus étonnant est que, par cette méthode, les galaxies pourraient naître en un temps record, quelques millions d'années à peine ... ce qui, à leur échelle, est plus

Photos ESO — CEA — NRAO

que modeste.

Aujourd'hui, un doute surgit chez les astronomes. N'ont-ils pas accusé à tort certaines galaxies de paresse ? Ces galaxies qualifiées de "paresseuses" possèdent trois caractéristiques particulières : elle sont bleues, compactes et déficientes en éléments lourds. La couleur bleue signifie simplement qu'elles sont pleines d'étoiles très jeunes, très chaudes qui, par conséquent, ne vivront que peu de temps. Car plus une étoile dispense d'énergie, plus elle s'use à la tâche et plus elle meurt jeune. En quelques millions d'années à peine, et à bout de réserves, elle explose en supernova, rejetant hâtivement dans le milieu interstellaire les produits qu'elle a synthétisés dans son ventre au cours de sa vie, c'est-à-dire des éléments lourds tels le carbone, l'azote et l'oxygène.

Pour expliquer la déficience en éléments lourds que présentaient les petites galaxies bleues, les astronomes invoquaient leur paresse. En effet, comment auraient-ils pu s'expliquer cette carence autrement ? Toutes les galaxies n'étaient-elles pas nées à la même époque, il y a de cela douze à quinze milliards d'années ? Toutes auraient donc dû abriter un grand nombre de générations d'étoiles qui, à leur mort, leur auraient légué le fruit de leurs entrailles et les auraient ainsi enrichies peu à peu en éléments lourds.

La misère actuelle des galaxies bleues et compactes ne pouvait se comprendre qu'en admettant qu'elles en avaient fait autrement. Au cours de leur longue vie, elles n'avaient donné naissance qu'à un très petit nombre de générations d'étoiles. Entre deux couvées, elles se seraient longuement reposées, tombant en léthargie. Puis, se réveillant soudain, comme prises de remords, elles se mettraient à pondre d'un seul coup des milliers d'étoiles resplendissantes pour rattraper le temps perdu. Les galaxies compactes que l'on voit bleues connaîtraient actuellement un de ces baby boums. Plus tard, elles passeront à nouveau par une phase d'apathie et, lorsque leurs grosses étoiles vont mourir, elles rougiront et perdront par là même de leur éclat.

Mais pourquoi ces petites galaxies se laissent-elles aller à la paresse et ne donnent-elles naissance à des étoiles que par sursauts intermittents ? Cela tient probablement à leur taille. Ici comme partout ailleurs, les étoiles naissent dans les nuages interstellaires moléculaires. Comme toujours tout commence par une rencontre entre deux nuages, à moins que ce ne soit une fusion complète entre ces nuges ou encore une explosion de supernova dans le voisinage. Bref, sous l'action d'une excitation extérieure, le nuage moléculaire perd brusquement son équilibre et s'effondre sur lui-même. La chute est d'abord très lente, puis elle s'accélère brutalement, exponentiellement.

Les astronomes pensent que cette contraction précipitée n'est pas uniforme dans toutes les directions, mais qu'au contraire elle adopte une direction privilégiée. Le nuage moléculaire s'aplatit en tournant donc, et il se forme en son centre un disque très dense de gaz et de poussières. Par un mécanisme encore inconnu, ce disque qui tourne rapidement sur lui-même finit par se fragmenter. Chaque morceau de nuage continue alors à s'affaisser individuellement tout en se réchauffant. Comme le moment angulaire (vitesse multipliée par le rayon) est, semble-t-il, conservé, les différents fragments, tout en se condensant, se mettent à tourner en orbite autour de l'ancien centre de gravité de l'ex-nuage.

Lorsque la température atteint les 10 millions de degrés kelvin nécessaires à la fusion de l'hydrogène, le cœur de chaque petit nuage s'em-

L'ILLUSION "SUPRALUMINIQUE"

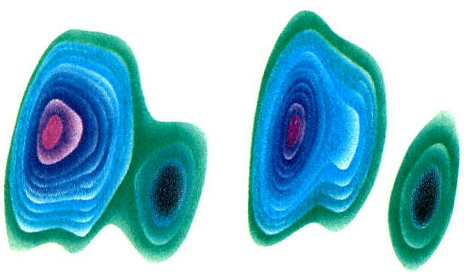
Les dessins 1 et 2 ci-dessous reproduisent des cartes de rayonnements radio, établies à un an d'intervalle. La composante compacte (B) a giclé de la galaxie mère (A), et s'en est apparemment écartée de... 9,9 années-lumière en un an ; le jet aurait donc voyagé 9,9 fois plus vite que la lumière. Or les lois de la physique (la relativité d'Einstein) interdisent qu'un corps, quel qu'il soit, se déplace à une vitesse supérieure à celle de la lumière (299 792 km/s).

D'après les astronomes, cependant, la vitesse du mouvement "supraluminique" observé ne serait due qu'à un simple effet de perspective.

En réalité, nous aurions affaire à un jet se déplaçant dans notre direction selon une trajectoire faisant un très petit angle α avec la ligne de visée et à une vitesse très voisine de celle de la lumière : 0,99 c (où c = la vitesse de la lumière).

Dans cette hypothèse, deux images émises par l'objet à 100 ans d'intervalle arriveraient à nous décalées de 1 an seulement. Pourquoi ? Parce que, en 100 ans, une image émise par le jet à un instant t=0 parcourt 100 années-lumière (puisqu'elle voyage à la vitesse de la lumière) ; que dans ce même laps de temps le jet parcourt lui-même 99 années-lumière ; et que l'image qu'il nous envoie à cet instant t =100 nous arrive donc seulement 1 an après la première.

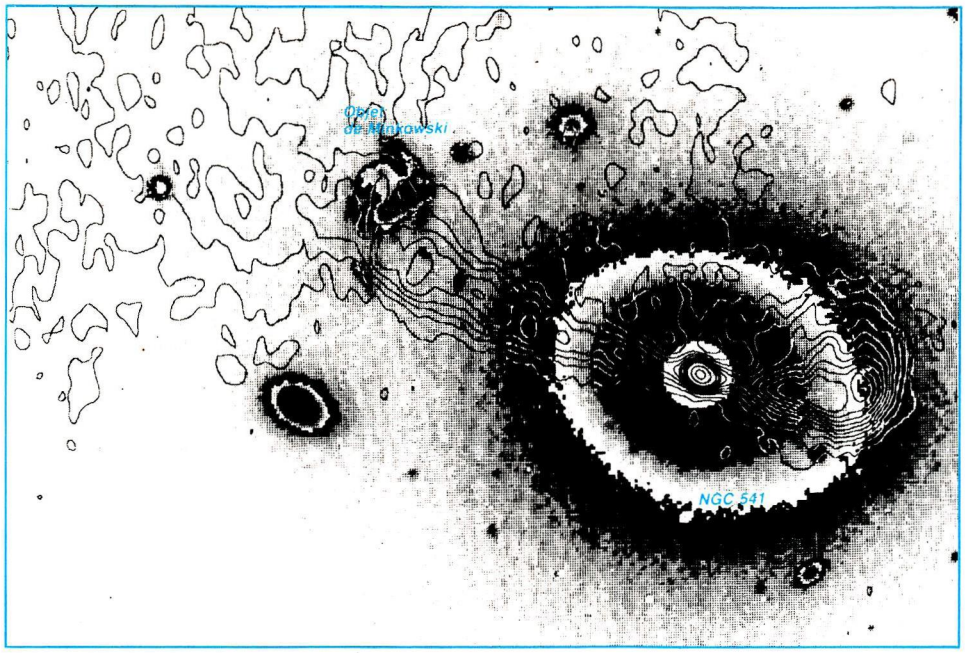
Les deux cartes correspondent ainsi à deux situations séparées de 100 ans et non de 1 an.



Par ailleurs, la distance de 9,9 années-lumière séparant ces deux états n'est qu'apparente : elle représente la projection sur la voûte céleste de la trajectoire réelle du jet, qui, elle, est de 99 années-lumière (9,9:Sin α = 9,9:1/10 = 9,9 × 10 = 99).

Conclusion : le jet a parcouru 99 années-lumière en 100 ans, soit à la vitesse de 0,99 c.

Voilà les astronomes et les physiciens rassurés : les objets célestes ne violent pas les lois de la physique.



NAISSANCE D'UNE GALAXIE
Ce document obtenu par Wil Van Breugel, astrophysicien de l'université de Berkeley, montre la superposition de l'image optique de la galaxie NGC 541 (en noir) et des jets de rayonnement radio (les traits fins). On voit très bien que le jet de rayonnement vers la gauche provoque la compression et l'illumination d'une galaxie émettant une violente lumière bleue et donnant naissance à une galaxie nouvelle. De telles galaxies naissantes sont baptisées "Objets de Minkowski".

brase : un petit groupe d'étoiles est né. A peine ont-elles vu le jour que les plus grosses d'entre ces étoiles commencent déjà à mourir. Après quelques millions d'années à peine, elles explosent en supernovæ, achevant en apothéose leur trop courte vie. Ces salves ne manquent pas de perturber les nuages moléculaires du voisinage, qui s'effrondrent gravitationnellement les uns après les autres. Des étoiles naissent en pagaille. Les naissances se propagent de proche en proche, d'une façon contagieuse, comme un feu de broussaille. Et c'est seulement lorsque tous les nuages de la région ont formé des étoiles que le calme peut revenir.

Dans les grandes galaxies, le gaz interstellaire (principalement l'hydrogène) est réparti très irrégulièrement, il existe de-ci de-là des zones mortes privées de gaz. Quand la flambée des naissances d'étoiles les rencontre, elle n'est que momentanément arrêtée. Elle finit toujours par passer outre, sauter par-dessus et se propager plus loin. Le processus est relativement lent. Donc, avant même que la flambée ait eu le temps de s'éteindre, d'autres nuages se sont recondensés et embrasés à leur tour. Les naissances se produisent ainsi à un rythme régulier, sans rupture... En revanche, dans les petites galaxies très étriquées, le gaz se trouve à l'étroit. La plus petite perturbation a de grandes répercussions sur lui. Un effondrement gravitationnel en entraîne immédiatement un autre. Et, très vite, la galaxie tout entière est secouée par des accouchements stellaires. Le gaz se consume rapidement. Ensuite il faut attendre longtemps, plusieurs centaines de millions, voire plusieurs milliards d'années, pour que de nouveaux nuages se recondensent et que la petite galaxie puisse être reprise de la même frénésie des naissances.

Les astronomes pensaient donc avoir bien compris le comportement étrange des galaxies bleues et compactes. Certaines d'entre elles, telle IZw 18, souffraient cependant d'une carence en éléments lourds quasiment pathologique. Le peu d'éléments lourds qu'on arrivait à y déceler aurait très bien pu être fabriqué par la génération stellaire actuelle. Ce qui voudrait dire qu'elles n'avaient jamais jusqu'ici enfanté d'étoiles massives.

Une question devenait dès lors préoccupante. Et si on s'était trompé, si ce qu'on avait mis sur le compte de la paresse n'était qu'un signe de prime jeunesse ? Les galaxies bleues et compactes n'étaient peut-être pas aussi vieilles et paresseuses qu'on l'avait cru ? Peut-être qu'elles étaient au contraire très jeunes, qu'elles venaient juste de naître à partir de gaz fossiles laissés pour compte depuis le début de l'Univers ?

Aujourd'hui, grâce à la théorie des jets fécondateurs, cela devient possible. Des galaxies pourraient très bien naître ici et maintenant. Mais certains astronomes le contestent violemment. Un congrès s'est réuni à ce sujet en janvier dernier à Tucson, dans l'Arizona. Les réfractaires prétendaient que l'on pouvait expliquer la luminosité exceptionnelle de l'Objet de Minkowski d'une tout autre façon. En particulier, la lumière vive pouvait provenir du jet proprement dit ou de la matière qu'il happait sur son passage. Pour s'assurer qu'effectivement des naissances d'étoiles avaient eu lieu à cet endroit, ils exigeaient que l'on fasse d'autres mesures, dans l'ultraviolet par exemple, car les étoiles nouveau-nées libèrent la plus grande partie de leur énergie à ces courtes longueurs d'ondes.

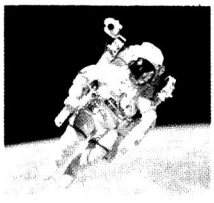
Mais d'aucuns continuent à prétendre que toutes les galaxies ont mijoté depuis le début de l'Univers : la nouvelle cuisine cosmique n'a pas fait que des adeptes. Le lancement du télescope spatial, en 1986, permettra d'y voir beaucoup plus clair et de juger si oui ou non les jets radio sont suffisamment puissants pour engendrer des galaxies entières...

Anna ALTER ■

Documents Van Breugel/UCB — Dessin I. Correia

LES FILMS VIDEO DE LA N.A.S.A.

4 films disponibles en VHS ou V2000 PAL ou SECAM



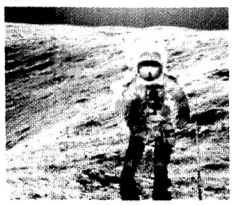
L'homme satellite
La mission 41B de la navette spatiale Américaine Challenger. Le 1er essai du fauteuil spatial en février 84. 56mn, réf. CV5. Prix : **350 FF**



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**



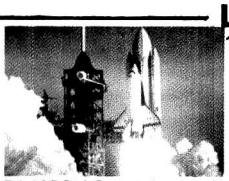
APOLLO 11
Le film étonnant des premiers pas de l'homme sur la Lune. Juillet 69. Un document historique. 33 mn, réf. CV1 Prix : **300 FF**



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.



D1/APOLLO 11. Les images historiques, toujours étonnantes, des premiers hommes sur la Lune. Juillet 1969. Série de 22 diapositives couleur : **119 F** (port inclus).

D2/APOLLO 17 *. La dernière mission lunaire en décembre 1972, utilisation de la jeep lunaire. Série de 35 diapositives couleur : **139 F** (port inclus).
* Comprenant la photo de la Terre la plus claire jamais prise !

D3/JUPITER VOYAGER 1 et 2. La planète titanesque 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 étonnants 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

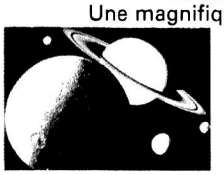
D11/CHALLENGER 41B. La mission historique de la navette Challenger en février 84. Le premier essai du fauteuil spécial MMU. Des photos extraordinaires. Série de 24 diapositives couleur : **129 F** (port inclus).

D12/LES COMETES. Ces messagères 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 × 70 cm - MARGEES ET TITREES



01 - La Terre	02 - Clair de Terre	03 - Lever de Terre
04 - Base de la tranquillité	05 - Jupiter	06 - Saturne
07 - Système Saturnien	08 - La navette Columbia	09 - Edwin Aldrin Apollo 11

Prix ; **109 F** la photo - Le lot de 9 photos : **950 F** seulement.



COLLECTION DE 4 POSTERS COULEUR

FORMAT 50 × 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.

RECHERCHE

ARCHÉOLOGIE

LA RIDICULE AFFAIRE DE LA "CITÉ PERDUE" PÉRUVIENNE

● Des archéologues américains se sont discrédités en prétendant avoir découvert, dans la région du Gran Pajaten, au Pérou, une cité antique perdue : cette cité avait été découverte dès 1963 et, comble, elle était indiquée dans les guides de la région depuis plusieurs années. Seul son accès pose des problèmes : elle se trouve dans la cordillère orientale de la province de San Martin, à une altitude de quelque 2 600 m (à quelques heures à dos de mulet de la ville de Nazareth).

Nos archéologues ignoraient sans doute que le site en question figure même dans l'Atlas archéologique universel (Tallandier), de David et Ruth Whitehouse, publié à Paris en... 1975. Il n'était quasiment personne qui en ignorât.

Néanmoins, le Dr Tom Lennon, de l'université du Colorado, prétend que l'on recherchait cette cité depuis le début du siècle. Réservons-lui le prix d'avrilologie hors-saison et un blurg d'honneur !

Ces archéologues feignent de croire, ou peut-être croient sincèrement, que la cité est une grande énigme. Jane Wheeler, de cette université, a même déclaré, selon notre confrère *The New York Times* : « Nous sommes intrigués par la preuve d'un peuplement humain aussi dense, parce que de telles régions de jungle sont apparemment inoccupées dans les autres régions du monde. » On ne peut s'empêcher de sourire : c'est dans de telles régions et à la même altitude que furent bâties les grandes cités préincaïques et incas. Cette région, qui était dominée par les Quechua, est, dit l'*Encyclopædia Britannica*, « fortement peuplée en raison du climat modéré et parce que les sols volcaniques riches se prêtent à la culture des légumes et des arbres fruitiers ». Miss Wheeler n'est pas très informée.

La découverte est drapée de mystère : nos découvreurs s'étonnent de l'existence d'une culture pré-incaïque. C'est purement et simplement ridicule encore une fois ; l'empire inca fut l'un des plus courts du monde, il dura du règne de Cachacuti, en 1438, à celui de Topa Inca, en 1493, avec Cuzco comme centre du pouvoir. Auparavant, plusieurs cultures dominèrent les différentes régions du Pérou : Ynkachu ou Mapayunga, Quechua, Shuncuy, Jatire ou Jemilli, Chuncho, Omagua. Il est tout à fait normal qu'il y ait eu des cultures pré-incaïques au Pérou. En région quechua, la cité du Gran Pajaten est probablement... quechua.

Il semble aussi que les archéologues péruviens qui voient dans la cité du Gran Pajaten les vestiges de « la dernière civilisation inconnue pré-incaïque du Pérou » soient un peu en avant de la main : il est notoire que bien d'autres centres de peuplement gisent dans la jungle péruvienne, tout comme en Colombie et en Equateur. On n'en finit pas de faire des découvertes. Tout récemment encore, le satellite *Landsat* de la NASA a découvert un tronçon inconnu d'une quarantaine de kilomètres, dans la zone de Salamanca, au nord du Chili, qui faisait partie du grand réseau de voies de communication construit par les Incas (4 000 km).

Cette fausse découverte n'empêche pas que le site, évidemment, mérite d'être fouillé, comme s'apprête à le faire une mission américano-péruvienne, qui vient d'entamer une campagne destinée à durer jusqu'en l'an 2000. Mais enfin, ces archéologues sont bien décevants ! ***G.M.***

ÉCOLOGIE

DES GRENOUILLES INDIENNES A LA CATASTROPHE DE BHOPAL...

● La plupart des pays développés protègent plus ou moins les grenouilles chez eux. Mais ils ne cessent pas pour autant de consommer les cuisses de ces batraciens et, pour satisfaire leurs appétits, s'adressent à plusieurs pays, principalement en Asie. L'Inde exporte ainsi chaque année plus de soixante-dix millions de grenouilles et les experts commencent à pousser des cris d'alarme.

La réduction du nombre des grenouilles, peut-être leur disparition, entraînera sûrement une prolifération des insectes dont elles se nourrissaient. Dans certaines régions, ce phénomène serait déjà visible. Pour lutter contre les insectes, il ne reste plus qu'à augmenter l'utilisation des insecticides, dont l'impact sur l'environnement et l'économie n'est pas toujours positif.

Il serait sans doute outré de rapprocher la catastrophe de Bhopal de la disparition des grenouilles. Cependant, les pays développés qui vendent les insecticides et achètent les grenouilles pourraient se poser des questions utiles. ***J.M.***

●● ***Lézard bizarre*** *découvert à 2 000 m d'altitude, dans les monts Tien-Chan. Il a les yeux bleus et c'est un gecko.*

LINGUISTIQUE

L'ILIADE ÉTAIT LA WILUSIADE

● « Quand ils vinrent de Wilusa l'escarpée... », ces mots n'évoquent rien pour le profane. Pour le Pr Calvert Watkins, de l'université de Harvard, et pour bien d'autres linguistes, c'est une découverte capitale. Car Wilusa ne serait autre que l'Ilios des Grecs. Nouvelle piste pour la reconstitution d'un des grands chapitres du passé.

Watkins trouva les mots en question parmi quatre vers incomplets dans un texte écrit dans une langue anatolienne éteinte, le luvien. Texte écrit 500 ans avant qu'Homère commençât à composer l'Iliade ; il fut écrit probablement dans la langue même des Troyens. C'était pour Watkins, le début d'une version troyenne de l'Iliade.

Il serait plus précis de dire : d'une version en luvien, langage parlé dans la région de l'antique Troie, en Turquie occidentale. Pour Watkins, cette hypothèse est d'autant plus vraisemblable que Pâris et Priam, par exemple, sont des noms luviens : Pariya-muwas a été transformé par les Grecs en Priamos ; Pariyasi, son fils, le boxeur, frère d'Hector qui décocha la flèche fatale à Achille, en Pâris. Celui-ci se fit appeler Alexandre ; or, il existait justement pour les Hittites un roi de Troie qui s'appelait Alaksandus.

Restent quelques points à élucider. Ceux qui parlaient luvien, ou du moins une langue apparentée au luvien, étaient les Hittites. Or, les Hittites semblent avoir été vaincus par les Achéens, qui faisaient partie de la coalition des Grecs d'Homère, donc ils n'avaient guère de raison de composer un poème sur une défaite. Par ailleurs, il faudrait prouver que les Achéens étaient bien la peuplade des Ahhiyiens qui, effectivement, se battit contre les Hittites : c'est un point qui ne fait pas l'unanimité des spécialistes, en dépit de la très grande vraisemblance de l'hypothèse, Achaoi, c'est-à-dire Achéens en grec, se prononçant vraiment de façon très voisine de Ahhayiens, en français tout au moins. Mais il faut aussi dire que bien des pièces du puzzle collent ensemble : les Hittites prêtaient, en effet, aux Ahhyiens un grand roi, de la stature d'Agamemnon, qui régnait au-delà des mers et qui contrôlait la cité anatolienne de Milawata, l'actuelle Milet.

Or, là encore, il a été établi que les Mycéniens contrôlaient effectivement la côte égéenne de l'Anatolie, il y a quelque 17 siècles, soit deux à trois siècles avant qu'eût lieu, croit-on, la fameuse guerre de Troie.

On peut donc ainsi reconstituer l'histoire, jusqu'à plus ample informé : la coalition des Grecs, menée par les Mycéniens et comprenant les Achéens, aurait livré combat aux Hittites, pour s'emparer de Troie. La dynastie hittite royale se serait éteinte avec Pâris et Priam, au sacrifice du vieux roi vaincu sur un autel, sous le glaive de Néoptolème, fils d'Achille. Il y aurait donc eu un sac de Troie et le Pr Emily Vermeule, helléniste à Harvard, estime d'ailleurs qu'il faudrait chercher dans les ruines de Troie les traces d'un tel sac. Troie devient mycénienne.

Le chapitre de l'archéologie ouvert par Schliemann, le découvreur des ruines de Troie, quand il commença ses fouilles en 1871, à Hisarlik, en Turquie, ne semble donc guère près d'être clos.

Reste que la guerre de Troie a bien eu lieu et qu'elle a fortement marqué les grandes cultures méditerranéennes. **G.M.**

●● ***Concours Giotto-Jeunesse*** *sur les sciences et techniques spatiales, ouvert aux jeunes de 15 à 20 ans, nés entre le 1er janvier 65 et le 30 décembre 70 inclus, qui s'intéressent à l'astronomie, soit indépendamment, soit dans le cadre d'un club. Chaque participant devra présenter un dossier au format A4, sur la couverture duquel figureront prénom, nom, date de naissance, adresse et nom du club éventuellement. Le dossier comprendra 2 parties dont chacune répondra aux 2 questions : quelles expériences envisagez-vous de faire ou avez-vous en préparation pour l'observation de la comète de Halley ? Avec, pour objectif, une meilleure connaissance de la comète (origine, trajectoire, composition, etc.), quel type d'expérimentation envisageriez-vous si vous aviez des moyens professionnels, télescopes, radiotélescopes, sondes interplanétaires, etc. ? Les réponses pourront être illustrées de dessins, schémas, etc. 5 réponses seront retenues. Récompense : un voyage de 5 jours à Kourou pour le lancement par Ariane de la sonde "Giotto". Le dossier devra être adressé au CNES, sous la mention Concours Giotto-Jeunesse, 2 place Maurice Quentin, 75039 Paris Cedex 01, avant le 30 avril à minuit.*

OCÉANOGRAPHE

— 6 000 m À BORD DU

● 100 millions de francs, c'est le prix du *Nautile*, submersible profond capable de descendre à 6 000 m avec 3 hommes. 97 % des fonds océaniques deviennent ainsi accessibles à l'exploration directe.
Ce petit sous-marin jaune de 8 m de long n'a qu'un seul concurrent, le *Sea-Cliff*, de la marine américaine. Toutefois, le *Nautile* est beaucoup plus performant : plus léger (18,5 t contre 27 pour le *Sea-Cliff*), il est plus maniable, plus facilement adaptable à des navires porteurs de faible tonnage et donc d'un moindre coût d'exploitation. Il n'a rien de révolutionnaire, mais les ingénieurs de l'IFREMER (l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer) y ont condensé les derniers perfectionnements en la matière. Ainsi, pour résister à des pressions de 600 bars (600 fois la pression atmosphérique), la charpente et l'habitacle, organe essentiel de l'engin, ont été réalisés en alliage de titane au lieu d'acier. Or, le titane est un matériau extrêmement délicat à travailler, et il aura fallu dix-huit mois à Creusot-Loire pour usiner et assembler les deux demi-coques de 70 mm d'épaisseur qui composent cette sphère de 2,20 m de diamètre, unique au monde. Autre innovation : l'emploi d'une mousse syntactique (micro-billes de verre noyées dans une résine), de faible densité mais très résistante, comme matériau de flottabilité.
Bien sûr, l'appareillage électronique a été miniaturisé. Il y en avait beaucoup :

● un sondeur à sédiment, des capteurs pour les mesures de pression, température, vitesse, profondeur... diverses informations stockées à bord, dans une centrale d'acquisition ;

● 2 bras manipulateurs (l'un destiné à la préhension, l'autre à la manipulation) permettant de ramener en surface jusqu'à 200 kg d'échantillons ;

● 2 caméras vidéo pour l'observation du fond (éclairé par 6 projecteurs). Il sera possible à la fois d'enregistrer les images à bord et de les transmettre directement au navire support par un équipement de télétransmission de conception récente, utilisant les ondes acoustiques. Ce système de télévision sous-marine offre gain de temps et commodité, chaque plongée pouvant être organisée et modifiée à tout moment sur les indications des scientifiques en surface. Des plon-

"NAUTILE"

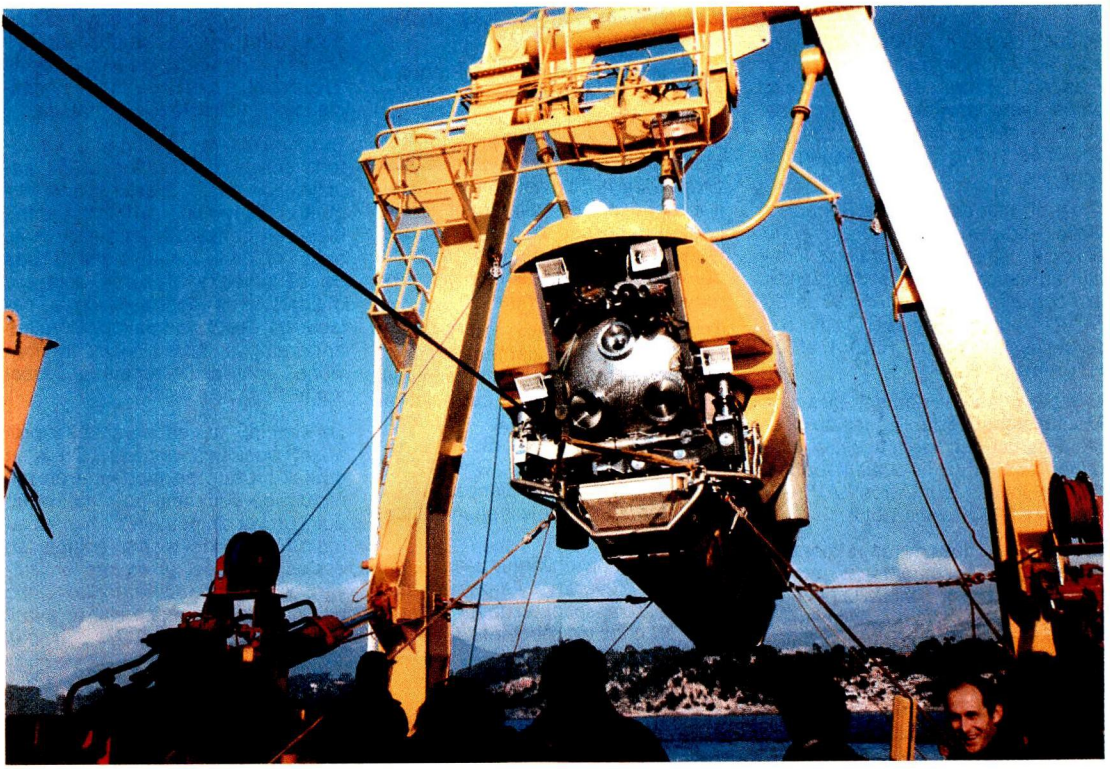


Photo IFREMER

gées dont le rayon d'action moyen, de 10 à 15 km, demeure somme toute assez limité.

Le *Nautile* peut évoluer à la vitesse maximale de 2,5 nœuds. Des batteries-accumulateurs assurent son alimentation énergétique. Il dispose d'une autonomie de 5 jours en survie. Mais chaque plongée est prévue pour une durée de 13 heures : 1 heure et demie pour descendre, autant pour remonter, et 10 heures de travail au fond. Ce sera suffisant, pour les trois hommes d'équipage (1 pilote, un co-pilote électronicien, et un passager scientifique vivant dans 5 m^3).

Pour la première mission prévue en juin-juillet 1985, les scientifiques français se sont associés aux Japonais, et le *Nautile* ira rejoindre l'archipel nippon, à bord du *Nadir*, son navire porteur. Le but de cette opération, baptisée *Kaïko* ("fosse", en japonais), est l'étude du processus de subduction ou chevauchement de deux grandes plaques de l'écorce terrestre (voir *S & V* n° 806, novembre 1984). Selon la théorie de la tectonique des plaques, l'écorce terrestre est constituée de plaques glissant sur le magma. Certaines tendent à s'écarter de part et d'autre d'une dorsale, comme la dorsale atlantique, par exemple ; d'autres au contraire se rapprochent et s'enfoncent l'une sous l'autre, à l'aplomb des fosses océaniques.

On espère, grâce à cette mission, poursuivre le remarquable travail du *Cyana* et de l'*Alvin*, deux submersibles (le premier français, l'autre américain), commencé à moins de 3 000 m. Les deux engins avalent permis, lors de l'opération *Famous*, entre 1973 et 1974, l'étude directe du phénomène de formation de la croûte océanique, au niveau de la dorsale atlantique.

Ici, dans la fosse du Japon, où se situe l'une des plus grandes zones de subduction de la planète, le glissement de la plaque "Eurasie" sur la plaque "Pacifique" atteint la vitesse de 8 centimètres par an. Ce chevauchement, générateur de frictions, est responsable d'une importante activité sismique et volcanique. On comprend alors l'intérêt que le Japon, sans cesse secoué par les tremblements de terre, porte à l'étude de la tectonique des plaques et donc à cette campagne. Personne ne sait à quoi ressemble une zone de subduction. Pour la première fois, une équipe de géologues et de géophysiciens tentera de voir ce qui se passe vraiment lors de ce processus d'escamotage du sol.

Le *Nautile* permettra l'accès et l'exploration à vue et en temps réel de 9,7 % des fonds océaniques. Les plus grandes fosses (comme celles des Mariannes, au large des Philippines, atteignant la profondeur record de 11 022 m) restent pour le moment inaccessibles. Militaires et industriels s'intéressent aussi à l'appareil. Une petite visite aux champs de nodules du Pacifique-ouest est déjà prévue.

L'IFREMER prépare déjà toute une gamme d'engins, cette fois, plus axés vers l'exploitation de la mer, tel l'ELIT (un engin libre inhabité téléacoustique), premier engin robot télécommandé, susceptible d'intervenir jusqu'à – 1 000 m sur des sites ou des ouvrages pétroliers, même difficiles d'accès (banquise par exemple), et tel encore le SAGA (sous-marin d'assistance à grande autonomie), destiné notamment à l'industrie pétrolière off-shore, et qui sera le premier submersible industriel porte-plongeurs capable d'intervenir sans l'appui de moyens de surface pour des missions de longue durée (6 à 10 jours).

Si la France continue à s'en donner les moyens, la conquête des fonds sous-marins est à sa portée. Elle le prouve en tout cas sur le plan technologique. ***B.L.M.***

RECHERCHES SUR LE SIDA : LA FRANCE MÈNE 3 À 2

● Il semble souvent que "les Américains" fassent mieux que les autres, en particulier que les Français. Entre autres raisons, parce leurs savants disposent de plus de crédits financiers. Les recherches sur le SIDA indiquent le contraire.

C'est en mai dernier que Robert C. Gallo, directeur du laboratoire de biologie cellulaire tumorale à l'Institut du cancer, à Bethesda, publiait la fiche d'identification du virus du SIDA. Il l'appelait HTLV III (on connaissait déjà un HTLV I et un HTLV II).

C'est en mai également que Luc Montagnier et ses collègues de l'Institut Pasteur publiaient aussi la fiche d'identification qu'ils avaient établie. Ils appelaient "leur" virus LAV (voir *S & V* n° 809, février 1985).

En fait, les deux virus étaient le même. (Curieusement, le monde scientifique entier attribua la palme à Gallo ; on est tellement habitué à couronner les Américains...) Match nul donc, 1 à 1. Pas tout à fait nul, parce que les Français ont disposé de bien moins de crédits que leurs collègues américains.

En janvier 85, les deux équipes publiaient séparément les séquences de nucléotides des deux virus. Match nul, 2 à 2. Pas tout à fait nul une fois de plus, parce qu'il apparaît que Gallo a fait une erreur : il a classé le virus du SIDA parmi les HTLV. Les HTLV (*Human T-cell Leukæmia Virus*) sont des virus qui font se multiplier les lymphocytes T, alors que, et c'est là une différence cruciale, le virus du SIDA, lui, les tue.

Et les différences ne résident pas seulement dans le mode d'action des HTLV et du virus du SIDA : les HTLV ont un gène de plus que les rétrovirus, qu'on appelle pX. Le LAV, appelé par Gallo, HTLV III, a deux gènes de plus, Q et F. Les HTLV ont deux gènes, pol et env, qui se chevauchent ; LAV et pseudo-HTLV III ont ces deux gènes bien séparés. Les HTLV ont un noyau circulaire, centré dans le virus ; le LAV et le pseudo-HTLV III ont un noyau cylindrique dense. Il y a encore bien d'autres différences dans les structures des séquences des deux types de virus. Pour les Français et un certain nombre de biologistes internationaux, l'HTLV III de Gallo n'est donc pas un HTLV, c'est un virus lent, comme celui de la maladie de Creutzfeld-Jakob et du kuru ; c'est bien un LAV (*Lymphadeno-pathy Associated Virus*). Résultat : 3 à 2.

Gallo argue que ce que les Français appellent un gène Q est en fait un vestige d'env. Il ne convaint personne. Certains ont fait pression sur Montagnier pour qu'il rebaptise son virus HTLV III : il a nettement refusé. Il a eu raison. Et maintenant, il faut peut-être cesser de décerner des lauriers systématiquement à ceux qui sont trop bien servis par des moyens de propagande.

Toujours à l'honneur de l'Institut Pasteur, il faut également signaler les bons résultats d'un antiviral français, l'HP 23, mis au point à l'Institut Pasteur (par W. Rozenbaum, D. Dormont, B. Spire, E. Vilmer, M. Gentilini, C. Griscelli, L. Montagnier, F. Barré-Sinoussi et J.-C. Cherman) dans le traitement du SIDA.

L'HP 23 est un inhibiteur de la transcriptase réverse, l'enzyme qui permet la transcription de l'ARN viral en ADN chez les rétrovirus. L'HP 23 n'est pas cytotoxique, il n'a aucun autre effet sur les lymphocytes infectés par le virus, les lymphocytes T, qui sont la cause de l'immunodéficience qui caractérise la maladie.

Sur 7 sujets, les chercheurs ont obtenu soit la stabilisation de la maladie, soit des rémissions très longues (18 mois). L'HP 23 s'administre en perfusions intraveineuses, mais comporte toutefois des risques de périphlébite. Il serait actif sur d'autres virus, dont celui de la maladie de Creutzfeld-Jakob. D'autres antiviraux, la suramine et la ribavirine, sont actuellement à l'essai sur le SIDA.

Le vaccin, lui, ne serait pas prêt avant quelques années. On s'en doutait : il faut en moyenne un minimum de deux ans pour mettre au point un vaccin nouveau, et un an au moins avant de mener à bien les essais cliniques, et encore en suivant un rythme ultrarapide. Donc pas de vaccin commercialisé avant 1989-90. **G.M.**

ÉCOLOGIE

LES FILETS MEURTRIERS

● Le Centre pour l'éducation à l'environnement et l'Office national de la pêche maritime des États-Unis sont très inquiets. En effet, la mer est de plus en plus encombrée de morceaux de filets abandonnés, volontairement ou non, par les pêcheurs. 145 000 fragments de toutes dimensions seraient ainsi rejetés chaque année.
Un très grand nombre d'animaux marins se prennent dans ces pièges et trouvent ainsi la mort sans profit pour quiconque. Le nombre de phoques ainsi noyés serait de l'ordre de 50 000, soit le double des captures annuelles par les chasseurs. 30 000 guillemots, espèce d'oiseaux très menacée, disparaissent chaque année, au large des côtes de la Californie, soit environ 17 % de la population de cette région. Ailleurs ce sont les tortues ou diverses espèces de poissons qui sont les victimes des filets. La législation interdit d'abandonner des fragments de filets, mais elle n'est pas observée. Des plans de nettoyage vont être mis en œuvre dans des zones où la faune est particulièrement précieuse, mais le coût de l'opération sera très élevé.
En désespoir de cause, certains préconisent de n'autoriser que des filets rapidement dégradables, mais ils s'useront aussi plus vite et cela ne fera sans doute pas l'affaire des pêcheurs. Il reste à souhaiter que ceux-ci fassent des efforts sérieux pour éviter cette forme meutrière de pollution. **J.M.**

•• ***La plus petite étoile de la Galaxie*** *est si petite (vingt fois plus que le Soleil) qu'elle n'en est finalement pas une. C'est donc une naine noire, appelée LHS 2924. Pas de fusion thermonucléaire pour elle, faute de masse critique.*

•• ***Leucémie du chat :*** *premiers essais d'un vaccin aux Etats-Unis.*

•• ***La locomotive à vapeur est à l'étude :*** *deux firmes au moins s'efforcent, aux Etats-Unis, de perfectionner le rendement des anciennes locos à chaudière. En dépit du faible rendement de la vapeur (8 %, comparé à celui du fuel dans les diesels, qui est de 28 %) les locomotives à vapeur, selon une étude du "Wall Street Journal", restent très intéressantes économiquement, le prix du fuel ayant quasiment décuplé en 15 ans. Donc, le train sifflera encore, peut-être.*

PREMIERS VESTIGES D'UNE POMPÉI ANDINE

● Il y avait autrefois dans la vallée de la Cauca, qui s'étend sur quelque 800 km entre l'Equateur et la Colombie, une civilisation importante qui a été effacée de la surface du globe et de la mémoire humaine par une série d'éruptions volcaniques. Des archéologues du Field Museum de Chicago viennent d'offrir la première datation de cette civilisation : de 600 à 1 500 av. J.C. Ces travaux ont été effectués à partir de fragments de poteries retrouvés dans les cendres volcaniques de la vallée. On dispose désormais d'une hypothèse de travail un peu plus consistante sur les origines des populations Inca, Maya et Aztèque, dont on ne savait quasiment rien.

Cette découverte gagne à être mise en corrélation avec celle qui avait été réalisée en 1982 par un archéologue de l'université américaine Brigham Young, au Guatemala : celle de fragments de poteries indiquant que la civilisation maya, la plus ancienne de l'Amérique centrale, était antérieure de 3 à 500 ans aux dates qui lui avaient été assignées jusqu'ici (de 250 à 900 de notre ère) ; les fragments en question portaient les seules traces d'écriture maya archaïque connues à ce jour ; elles et la datation permettent de reporter les origines de la civilisation maya à 250 av. J.C. environ.

L'archéologue, Ray Matheny, se fondait pour ses interprétations sur la découverte d'un grand centre urbain, sur le site actuellement connu sous le nom d'El Mirador, avec une acropole de 300 m de côté, un grand temple en pierre, des pyramides, des maisons, des chemins et de nombreux artefacts. L'ensemble, parmi lequel se détache une pyramide à 18 degrés connue sous le nom de El Tigre, appartient à la période préclassique. Les vestiges contemporains connus avaient été retrouvés sur les côtes pacifiques du Guatemala et du Mexique et ils ne semblaient pas tous maya ; là découverte en question est la première d'un grand centre de l'intérieur des terres.

Il est probable que des vestiges beaucoup plus importants que les fragments de poteries retrouvés dans la vallée de la Cauca devraient un jour permettre de préciser ce que fut le grand centre de civilisation précolombienne disparu, d'où rayonnèrent les civilisations satellites que l'on connaît déjà.

LE SINGE DE MARS

● Périodiquement, quelqu'un se penche sur les photos de l'une des planètes les mieux photographiées par les satellites et y découvre des artefacts créés, bien évidemment, par des représentants de "civilisations disparues". Il y a une dizaine d'années, un observateur plein d'imagination en vit ainsi sur la Lune.

Il y a quelques semaines, des gens de l'université de Berkeley, en Californie, en ont vu sur Mars. Il est exact que les vestiges sont troublants ; tout autant, à tout prendre, que la forme de botte de la péninsule italique. L'un deux, à droite sur notre photo, ressemble à une tête de singe, ou d'homme ; ceux de gauche représentent des angles et des arêtes qui évoquent des blockhaus pyramidaux, pareils à des cristaux géants.

Au nombre d'une trentaine, les chercheurs de Berkeley assurent voir dans ces formations des éléments d'architecture. Hypothèse bien fragile, car il faudrait que ces éléments aient survécu quelque 3,5 milliards d'années aux intempéries martiennes, car toutes les études effectuées sur la planète rouge indiquent que s'il y a eu vie, et vie intelligente, sur Mars, ce n'aurait pu être qu'à cette époque-là.

On peut se demander, par ailleurs, pourquoi seuls ces éléments-là auraient survécu : s'il y avait bien eu une civilisation martienne évoluée, et si elle avait construit des édifices capables de résister si longtemps, on en aurait bien d'autres témoignages ; Mars serait parsemée de tels vestiges. Mais enfin, les savants aussi aiment bien rêver. *G.M.*

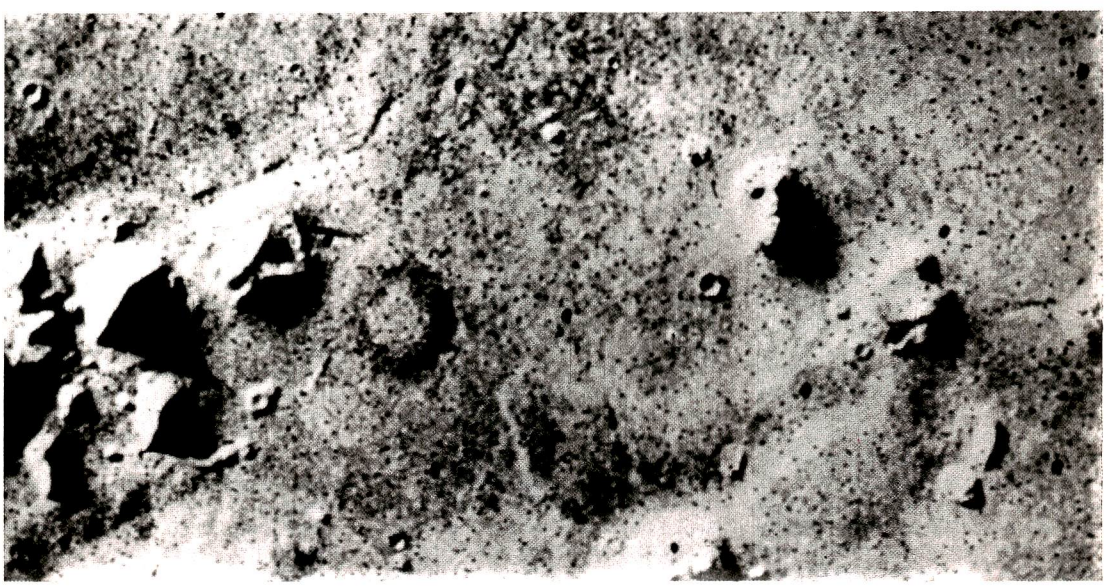


Photo A.P.

CE QUE L'EUROPE PRÉPARE DANS L'ESPACE

● Les anges de la Villa Madama, à Rome, où les ministres de la Recherche des douze pays membres de l'Agence spatiale européenne (ESA) ont fixé les orientations de son programme pour les dix ans à venir, n'auront pas entendu parler que d'*Hermès* et de *Colombus*. Les chercheurs sont aussi satisfaits que les industriels : le budget des activités scientifiques de l'agence augmentera de 5 % par an jusqu'en 1989, jusqu'à atteindre 1,37 milliard de francs en 1989 : c'est la voie moyenne entre le rythme de 7 % qui aurait permis d'avancer « plus vite et plus facilement » et les 3 % proposés par ailleurs, « que nous avons très clairement déclarés inacceptables », observe un responsable de l'ESA. Même si elle reste près de dix fois inférieure au budget équivalent actuel de la NASA, cette enveloppe contient encore quelques projets grandioses.

Parmi les nombreux projets qui lui ont été soumis, l'agence a choisi d'étudier une sonde spatiale devant collecter et ramener des échantillons d'atmosphère cométaire ou observer de près des astéroïdes, le lancement pouvant être effectué en 1992 par *Ariane* ; ce ne sera plus une première : la sonde américaine *Galileo* aura fait en 1987 un détour à 10 000 km de l'astéroïde Amphitrite, le projet franco-soviétique *Vesta* se sera peut-être concrétisé et six sondes au moins auront exploré des comètes, dont l'engin européen *Giotto*. « Nous avons acquis en dix années de préparation de *Giotto* une expérience que nous voulons conserver », explique Roger-Marie Bonnet, directeur de la division des programmes scientifiques de l'ESA. L'Europe se spécialise donc dans les "petits corps", fossiles de la naissance du système solaire. Dans les autres directions, sa politique semble être de prendre des participations minoritaires dans les projets américains, à hauteur de 30 à 50 % de son budget, selon H. Olthof, un responsable de la même division. Ainsi l'ESA envisage-t-elle de financer 15 à 20 % du projet *Cassini* d'orbiteur de Saturne, en affichant sa préférence pour le meilleur morceau, la réalisation de la sonde qui pénétrera l'atmosphère de son mystérieux satellite Titan. Par contre, le projet européen *Polo*, une sonde devant survoler les pôles de la Lune, encore pratiquement inconnus et recelant peut-être de l'eau du fait des basses températures constantes, a été abandonné « du fait que les Américains et les Soviétiques se préparent à faire la même chose avant nous ». Le programme *Kepler*, qui pourrait aboutir à la mise en orbite autour de Mars d'une sonde de 800 kg en 1990, reste cependant à l'ordre du jour, comme on le verra plus loin.

Peut-être les astronomes sont-ils plus gâtés, avec deux observatoires spatiaux inscrits sur l'agenda européen : un satellite de spectroscopie X à haute résolution, qui doit compléter le projet américain AXAF d'imagerie à basse résolution, et un satellite de spectroscopie en infrarouge lointain et submillimétrique, dernière région spectrale inexplorée mais où doivent se trouver les réponses à bien des problèmes posés par la formation des étoiles et de l'Univers (par exemple, il sera possible d'estimer son degré d'homogénéité à ses premiers instants, en cherchant des variations à petite échelle du fameux rayonnement fossile à 3 K).

Encore une fois, les autres projets éventuels en ce domaine seront réalisés en coopération avec les États-Unis. Ainsi, l'ESA a-t-elle envisagé de faire de la radioastronomie à très haute résolution en réalisant un interféromètre spatial, constitué de deux ou plusieurs antennes très éloignées les unes des autres, dont on compare les signaux pour obtenir des cartes très précises des noyaux de galaxies ou d'autres objets célestes.

La NASA étant beaucoup moins pressée, l'Europe devra attendre la conclusion de programmes américains qui, pour elle, ne sont pas vraiment prioritaires.

D'autre part, l'Europe a déjà eu à souffrir du déséquilibre du budget de la NASA, sur lequel les débordements de coût de la navette spatiale ont, autrefois, prélevé un impôt de taille à faire renoncer les États-Unis à certains projets en coopération, comme la sonde *ISPM* devant survoler les pôles du Soleil. « Nous avons beaucoup appris à cette occasion, observe M. Olthof, et heureusement *Ariane* nous permet de conserver notre identité propre. » Autre motif d'inquiétude : la participation de l'Europe à la station spatiale américaine a déjà contraint l'Allemagne fédérale à renoncer à son projet *GIRL* de télescope infrarouge. Très partagés sur l'utilité de la station américaine, mais constatant son existence, les responsables de l'agence sont décidés à ne pas se laisser dévorer. A ce sujet, le retard du *Télescope spatial*, s'il n'ampute pas encore le budget européen, commence à inquiéter. « Encore une année de retard, et le prix de l'attente des équipes européennes nous causera du souci », indique R.-M. Bonnet.

Dans les autres domaines, l'Europe possède sans doute davantage d'indépendance. Ainsi, elle doit fortement contribuer au programme international d'étude de la magnétosphère en lançant, au début des années 90, cinq satellites : quatre d'entre eux (projet *Cluster*) seront placés aux points stratégiques de celle-ci, séparés par quelques centaines à quelques milliers de kilomètres, et permettront d'en dresser une carte en trois dimensions. Il sera possible d'en comparer les changements avec l'activité solaire, que surveillera le satellite *SOHO*. Celui-ci doit observer les "oscillations" du Soleil, animé par des courants internes qui le font vibrer comme une cloche et pilotent peut-être son activité magnétique et le "cycle solaire" de 11 ans. L'enveloppe budgétaire scellée à Rome permettra de réaliser conjointement ces deux projets, mais encore seront-ils mis en compétition, à la fin de l'année, avec le programme *Kepler*, déjà évoqué. Les Américains et sans doute les Soviétiques préparant eux aussi des sondes martiennes, on peut douter de l'avenir de *Kepler*.

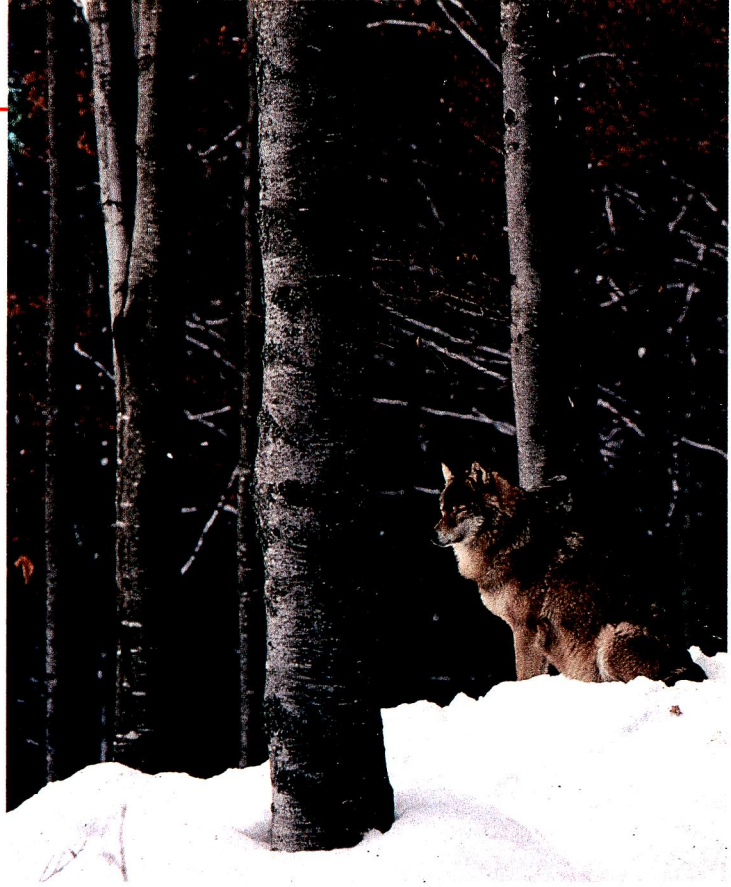
Les deux observatoires spatiaux, *SOHO, Cluster* et la sonde spatiale destinée aux astéroïdes ou aux comètes sont chacun des projets « de l'ordre de 400 millions de dollars », selon H. Olthof.

Il faut encore ajouter divers programmes de technologie, qui recevront 240 millions de francs par an, et permettront notamment la mise au point de propulseurs ioniques, de petits accélérateurs de particules, dix fois plus rapides que les moteurs classiques, et qui équiperont sans doute la sonde d'exploration des astéroïdes. L'Europe est en ce domaine à un niveau comparable à celui des États-Unis et du Japon.

Lors du Salon du Bourget, en 1983, Laurent Fabius, alors ministre de l'Industrie et de la Recherche, avait demandé à Hubert Curien, alors président du CNES, combien chaque Français consacrait à l'espace. Réponse : « Le prix d'un aller simple à Vierzon en deuxième classe. » « Et pour ça ? », avait demandé le ministre en montrant la navette spatiale. « Un aller retour en première classe. » A Rome, l'Europe n'a certes pas acheté un billet entier, mais il n'y a pas que "ça" dans l'espace. **s.c.**

LA PEUR DU LOUP

● Les peuples scandinaves ont-ils plus de respect pour la nature que les latins ? Idée reçue à revoir. La réapparition de quelques loups aux confins de la Norvège et de la Suède vient de déclencher une véritable croisade contre ces intrus ; malgré toutes les lois sur la protection de la nature dont ces pays sont pourvus. En comparaison, les quelques manifestations de mauvaise humeur observées en France lors de la réintroduction du lynx paraissent bien anodines.



Tout a commencé en 1983, quand on s'aperçut qu'un couple de loups avait donné naissance à six petits, près d'un village suédois, à proximité de la frontière norvégienne. En 1984 on observait deux nouvelles naissances, à la grande stupéfaction des naturalistes : le loup scandinave, partout au bord de l'extinction, que l'on croyait disparu à jamais au sud du cercle polaire, était revenu !

L'origine de cette petite population n'était certes pas très claire. Selon les uns, il s'agissait de l'expansion d'une souche résiduelle, restée longtemps inconnue. Selon d'autres, il s'agirait de loups soviétiques venus chercher de nouveaux territoires de chasse en traversant la Finlande et le nord de la Suède.
Malheureusement les choses se gâtèrent très vite. Les loups furent très mal accueillis. Les chasseurs craignaient pour le grand gibier, pourtant surabondant, et les éleveurs pour leurs moutons.

Un beau jour, les loups furent accusés d'avoir causé la mort de 140 moutons à 160 km d'Oslo ; et une véritable rage s'empara des éleveurs et des chasseurs, qui se mobilisèrent. Pourtant il existe environ 2 300 000 moutons en Norvège ; beaucoup trop, dit-on, pour le marché existant. Ces moutons sont à peu près laissés à l'abandon et, chaque année, il en disparaît de quatre-vingts à cent mille pour des raisons diverses : maladie, chutes, chiens errants, etc. Le prélèvement effectué par les carnivores sauvages fait l'objet d'une indemnisation et peut être estimé aux environs de quatre mille animaux, agneaux compris.

En ce qui concerne les loups, ils pouvaient sans doute être tenus pour responsables d'un peu plus de deux cents disparitions, ce qui représente un pourcentage absolument infime des causes de mortalité. Pourtant les éleveurs norvégiens réussirent à faire modifier la loi, en 1973, accordant au loup le statut d'espèce protégée, et on vit les autorités chargées de la protection de la vie sauvage offrir une prime très importante par tête de loup abattu. Bien entendu, un loup fut rapidement débusqué et fusillé. Le chef des traqueurs, un certain Lars Saga, organisa alors une parade triomphale, arrosant le cadavre de champagne et le promenant de village en village jusqu'à Oslo, où il fut exposé sur les marches du Parlement !
En Suède, malgré la loi très stricte de 1968, les loups n'ont pas été plus heureux. Des amendements locaux ont été votés permettant, non seulement de tuer un loup en légitime défense, mais encore chaque fois que celui-ci était réputé pris en flagrant délit de meurtre de mouton.
Comme, de plus, la police s'arrogeait le droit de tuer tout animal susceptible de troubler l'ordre public, les loups ne conservaient pas l'ombre d'une chance. L'hystérie collective prit alors une ampleur incroyable. En Suède, un loup porteur d'un émetteur-radio destiné à étudier ses déplacements, fut même abattu. En Norvège, un drame se produisit : un jeune homme tua son amie en pensant tirer sur un loup.
Bien entendu, les loups disparurent les uns après les autres, laissant face à face les chasseurs triomphants et les protecteurs de la nature indignés et surpris.
Pourquoi cet acharnement contre cet animal dans des pays qui supportent le lynx, le glouton, l'ours et d'autres carnivores ? Les arguments économiques paraissent bien faibles et il faut trouver d'autres explications. En particulier, il faut se souvenir que, pour beaucoup de cultures, le loup a été et reste sans doute la personnification du mal. La peur du loup, ancestrale et incontrôlée, n'est pas morte ; c'est elle qui arme les chasseurs. Mais, que cette crainte soit restée aussi vivace dans les pays scandinaves, qu'elle ait trouvé un écho auprès des autorités, voilà la surprise. Ces pays, souvent très sévères dans leurs jugements sur la qualité de la protection de la nature dans le reste du monde, n'ont pas pu supporter une douzaine de loups...
Pourtant, il en reste environ 100 en Italie, de 300 à 500 dans la péninsule ibérique, où leur présence pose moins de problèmes que celle des chiens errants. Qu'on dise, pour conclure, qu'il reste partout des efforts à faire pour apprendre à l'homme à aimer la nature pour elle-même, et que parfois les autorités doivent avoir le courage de s'opposer à une volonté populaire quand des valeurs importantes du patrimoine naturel sont menacées.

J.M. ■

L'APPAREIL


PHOTO
8310
Minolta Camera CO.LTD. distribuée par Minolta France S.A.

PAS PAREIL

MINOLTA 7000

LE PREMIER SYSTÈME REFLEX AUTOFOCUS.

Le Minolta 7000 c'est l'appareil qui révolutionne le monde de la photo. Résolument différent de tous les autres, c'est le premier reflex autofocus offrant un tel niveau d'automatisation.

- **Automatique : la mise au point.** Le net se fait tout seul grâce au système autofocus Hi-Tech. En 6/10 de seconde avec un 50 mm. Trois fois plus rapide qu'un professionnel !
- **Automatique : l'exposition.** Multi-modes et multi-programmes, le 7000 vous offre toutes les combinaisons possibles depuis l'automatisme total jusqu'au manuel intégral.
- **Automatique : le flash.** Débouchage des contre-jours, mesure TTL, le 2800 AF peut même avec le Minolta 7000, permettre la mise au point automatique dans l'obscurité totale.
- **Automatiques : le chargement, l'avance et le rembobinage du film.** Terminées les manipulations fastidieuses. Le moteur fait tout. Il permet aussi la prise de 2 vues par seconde.
- **Automatique : la sélection de la sensibilité (films DX).**
- **Automatiques : les 12 objectifs.**

Tous ultra-légers
et tous compatibles avec
le système autofocus
intégré au boîtier.
7 objectifs fixes
de 24 mm à 300 mm et
5 zooms du 28-85 mm
au 70-210 mm.



Un pactole pour la grande industrie chimique : le blé hybride

Les grandes industries chimiques et les grands sélectionneurs veulent remplacer le blé cultivé aujourd'hui, qui est un sage "fils de famille", par un "bâtard surdoué" : le blé hybride. Ils y gagneront des milliards de dollars. L'agriculteur y gagnerait peut-être aussi quelque chose si les excédents de blé (européen et français en particulier) n'étaient pas déjà invendables, et si, de plus, il ne lui devenait pas rapidement impossible d'utiliser sa propre "semence de ferme".



Les blés hybrides arrivent. Cette nouvelle, apparemment négligeable pour le profane, est en fait une grande révolution qui ne touchera pas seulement la profession agricole. Car si les hybrides de blé "marchent" comme prévu, ceux qui en détiendront le secret détiendront la première arme alimentaire du monde. Avec une production mondiale de plus de 500 millions de tonnes, le blé tendre est de loin l'espèce végétale la plus cultivée de la planète.

C'est un marché fabuleux et les grands producteurs mondiaux de semences ont des raisons évidentes de souhaiter que les futurs hybrides y aient leur bonne place, car, avec eux, ils échapperont enfin au cruel paradoxe de leur métier qui est de voir leurs propres clients devenir leurs concurrents. Avec un hybride, en effet, l'agriculteur sera obligé de racheter ses semences à chaque saison, alors qu'avec le blé "normal" il lui suffit de se fournir une première fois chez le sélectionneur puis, les autres années, de ressemer de son propre

(1) Ces firmes sont aujourd'hui : Rohm and Haas, Shell-Nickerson, Monsanto, Hybrinova. Mais Elf, Eli-Lilly, ICI, Roussel-Uclaf, Rhône-Poulenc et toutes les grosses sociétés chimiques sont aujourd'hui à la recherche de ces molécules et les obtiendront sans doute très prochainement.

grain. De plus, les très grands sélectionneurs joueront sur le velours et resteront entre eux, car la mise au point des blés hybrides nécessite l'emploi d'un produit chimique ultra-secret qu'à l'heure actuelle seules quatre firmes au monde (1) peuvent se flatter de posséder sous des formes variables.

A ce jeu byzantin où les grosses firmes gagneront des milliards, le client-agriculteur ne devrait pas être perdant. Car, bien entendu, il n'aura délaissé les variétés classiques que si les blés hybrides promettent de lui rapporter davantage. Et ils le promettent, tout au moins en théorie.

Un blé hybride est le résultat direct d'un croisement entre deux géniteurs dont les caractères sont fixés. Il possède une vigueur qui lui est propre, due à un effet mal expliqué, appelé "hétérosis". En théorie, l'hétérosis confère à l'hybride une supériorité sur la moyenne de ses parents. En pratique, un bon hybride fait même mieux, dans la plupart des domaines, que le meilleur de ses deux parents. C'est en somme un "bâtard surdoué".

Cette supériorité transitoire a été repérée et exploitée pour la première fois chez le maïs, aux Etats-Unis, en 1933. Et il n'a fallu que 17 ans, dans ce pays pragmatique, pour que les hybrides occupent plus des deux tiers des surfaces consacrées au maïs. A la même époque, d'ailleurs, ils commençaient à apparaître en France. Et chacun eut la surprise de constater que l'année même où ils remplaçaient les variétés locales, ils rendaient déjà deux fois plus qu'elles. Inutile de dire que, depuis, dans les pays industrialisés, en fait de maïs, on ne



Photo INRA

cultive plus que des hybrides ! Le rendement moyen, qui était en France de 15 quintaux par hectare (q/ha) à la fin des années quarante, atteint aujourd'hui 63 q/ha. Plus de quatre fois plus ! Et c'est encore grâce aux hybrides que le tournesol, la betterave, le sorgho, la carotte, la tomate et maintes autres plantes cultivées ont vu leur productivité augmenter d'un seul coup ces dernières années. S'il doit demain en être de même pour le blé, on comprend l'enjeu pour les sélectionneurs et pour leurs clients ! On n'en est pas encore là.

Jusqu'à maintenant, lorsqu'une nouvelle variété de blé est mise sur le marché, ses caractères sont définitivement fixés. Les semences vendues sont d'ailleurs certifiées. Alors que l'hybride ne conserve ses qualités qu'à la première génération, le blé certifié les conserve éternellement. L'agriculteur ne peut avoir de mauvaise surprise : il est assuré de voir pousser chaque année des plantes ayant le profil et les performances prévus.

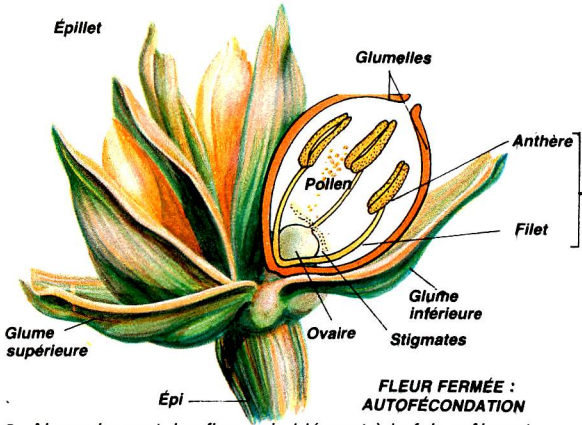
Un grain de semence lui donne une cinquantaine de grains exactement semblables. S'il en ressème une partie l'année suivante, cela lui reviendra 2 à 3 fois moins cher que la semence certifiée initiale. Cette pratique est très répandue en France, puisque seulement 55 % des semences utilisées pour nos quelque 5 millions d'ha de blé tendre, sont des semences certifiées du commerce. Les 45 % restants sont évidemment des semences "de ferme".

Dure réalité pour ceux qui "inventent" les variétés ! Comment, dans ces conditions, rentabiliser les quelque 10 ans de recherche nécessaires à la création d'une variété ? Même si les biotechnologies arrivent à réduire ce délai de cinq ou six ans, les nouvelles variétés de blé sont décidément trop faciles à "pirater" ! Donc, pas de salut sans les hybrides, pensent les grands sélectionneurs. Car là, plus question pour l'agriculteur d'en ressemer les graines, sous peine des pires déboires. Variétés classiques immuables, hybrides instables : tout est affaire à la fois de génétique et de sexualité.

Le blé est une plante qui s'autoféconde. Les étamines, organes mâles de la fleur (producteurs de pollen), et l'ovaire surmonté de ses stigmates, organe femelle (producteur d'ovules), sont disposés de telle manière que la fécondation a lieu "à huis clos", au sein de la fleur (**voir dessins ci-dessus**). Si l'autofécondation est ainsi favorisée, elle n'est cependant pas obligatoire. La nature est bien faite et elle a équipé la fleur d'un système d'ouverture qui la fait "bâiller" vers l'extérieur, lorsque, pour une raison quelconque, l'autofécon-

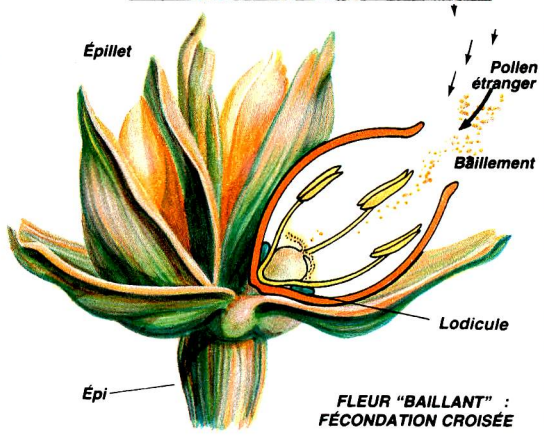
QUAND LE BLÉ BÂILLE, LES PROFITS RENTRENT

Le bâillement de la fleur de blé est un mécanisme naturel dont les sélectionneurs de blé vont tirer profit pour produire leurs variétés hybrides.



FLEUR FERMÉE : AUTOFÉCONDATION





FLEUR "BAILLANT" : FÉCONDATION CROISÉE

- *Normalement, les fleurs de blé sont à la fois mâles et femelles (**voir dessin ci-dessus**). A la floraison, le pollen, qui s'échappe des étamines, se pose sur les stigmates plumeux de la même fleur, pénètre dans l'ovaire et féconde les ovules. Peu après cette autofécondation à huis clos, les étamines sortent d'entre les glumelles (les filets s'allongent), et libèrent le reste du pollen à l'extérieur de la fleur (**photo**).*
- *Dans une fleur de blé rendue mâle-stérile par voie manuelle, génétique ou chimique (**dessin ci-contre**), le pollen, non fonctionnel, ne peut pas féconder les ovules. Les glumes et les glumelles s'écartent alors sous l'influence des lodicules situés à la base de l'ovaire qui se mettent à gonfler en l'absence de fécondation (bâillement). Les ovaires et les stigmates des fleurs, ainsi ouvertes, deviennent accessibles à du pollen étranger, ce qui rend possible une fécondation croisée et la naissance des semences hybrides.*

Dessins J. Barriac — Photo J.-P. Bourret/PITCH

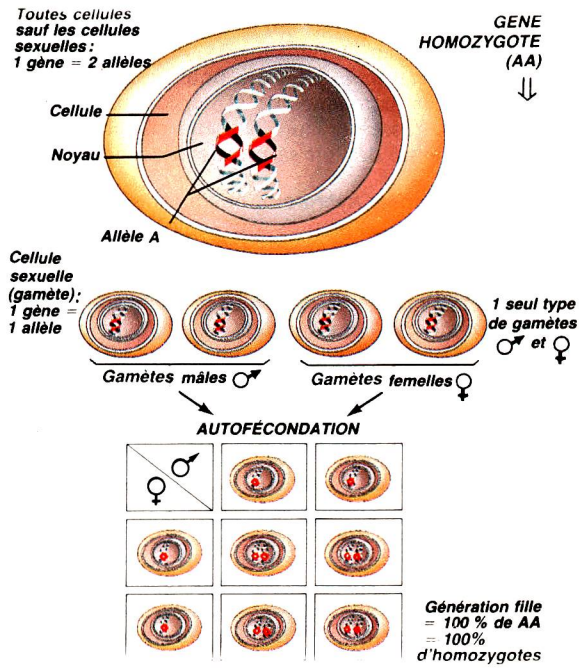
dation a raté. Il est encore temps alors pour que les stigmates reçoivent du pollen étranger, apporté par le vent. Plus fréquente dans les pays chauds, cette pollinisation croisée ne représente pas 5 % des cas sous nos climats. C'est pourquoi le blé fait partie, pour nous, des plantes dites "autogames" (qui s'autoféconden t). Ce mode de reproduction aboutit, en quelques générations, à la stabilité des caractères (taille, résistance à une maladie, richesse en protéines, etc.). Après une dizaine d'autofécondations successives, en effet, les caractères morphologiques et internes d'une plante initiale sont acquis et définitivement fixés chez ses descendants, qui constituent alors une lignée pure. Cela provient du fait que les gènes de la plante sont devenus eux-mêmes purs, c'est-à-dire constitués de deux copies identiques, l'une héritée du pollen, l'autre d'un ovule de l'unique plante ascendante. Voilà pour la sexualité.

Du point de vue génétique, il en va bien entendu pour le blé comme pour les autres êtres vivants.

Toute cellule, animale ou végétale, en effet, a son information génétique répartie sur deux lots de chromosomes, l'un hérité du père, l'autre de la mère (21 + 21 = 42 chez le blé). Seules les cellules sexuelles ne comportent qu'un seul de ces lots. Chaque chromosome d'un lot forme une paire avec son homologue de l'autre lot. Et chaque chromosome est un enchaînement d'allèles qui sont, en quelque sorte, des "demi-gènes". Chaque allèle est situé en un point précis du chromosome appelé locus. Il forme un gène complet avec l'allèle qui se trouve dans le locus homologue du chromosome "d'en face". Le gène est donc la résultante de deux versions parentales du même "mot d'ordre" qui détermine une fonction, une caractéristique : par exemple, la taille ou la résistance à une maladie pour le blé, la couleur des yeux, le groupe sanguin pour l'homme... En résumé, pour toute cellule (à l'exception des cellules sexuelles) : un gène = deux allèles. Cette égalité est à la base de toutes les lois de la génétique. Elle permet d'abord de distinguer deux sortes de gènes : les gènes hétérozygotes et les gènes homozygotes.

● Les gènes hétérozygotes sont constitués de deux allèles "contradictoires" qui commandent chacun un caractère différent. Par exemple, chez l'homme, l'un commandera des yeux bleus, l'autre des yeux bruns. Si l'un domine l'autre, il prend le pouvoir et s'exprime seul : il est "dominant". Pour reprendre notre exemple, l'allèle qui code pour "yeux bruns" se trouve être dominant. Celui qui code pour "yeux bleus" reste donc muet lorsqu'il est en face de l'allèle dominant "yeux bruns" ; il est dit "récessif". L'individu hétérozygote qui hérite de ces deux allèles contradictoires (yeux buns, yeux bleus) porte donc forcément sur lui le caractère dominant : les yeux bruns. Il est possible dans d'autres cas que les deux allèles contradictoires du gène hétérozygote s'expriment en même temps : par exemple, toujours chez l'homme, dans le groupe sanguin AB, les deux allèles homologues A et B du gène qui détermine le groupe sanguin se sont exprimés ensemble. Les allèles, dans ce cas, sont dits "additifs". Chez le blé, les allèles qui codent pour les protéines de réserve du grain (gluten), responsables de la plus ou moins grande valeur boulangère des variétés, sont additifs.

● Les gènes homozygotes, eux, sont constitués de deux allèles identiques. Ce sont des gènes dits purs. Un exemple de caractère homozygote est le caractère "yeux bleus" : un individu ne peut avoir en effet les yeux bleus que s'il porte bien les deux allèles "yeux bleus" du gène qui commande la couleur des yeux. Et cela, pour la bonne raison que, comme nous l'avons vu plus haut, le caractère "yeux bleus" est récessif et qu'il ne pourrait donc s'exprimer si l'un des deux allèles était dominant ("yeux bruns"). Cette règle peut être généralisée : un individu, animal ou plante, ne peut exprimer un caractère récessif que s'il est homozygote pour ce caractère. Par exemple, un blé nain (caractère

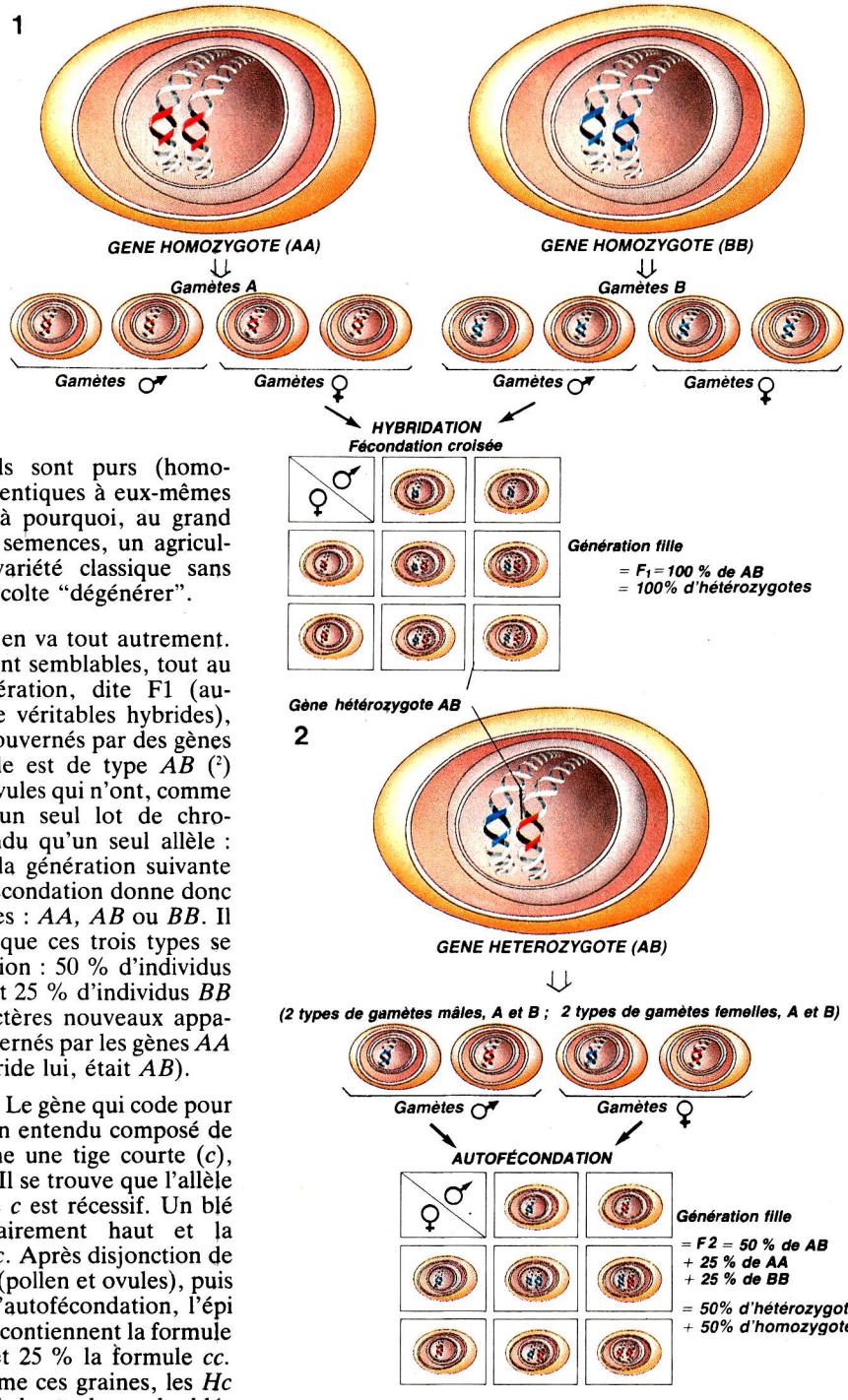


récessif) est un blé qui possède nécessairement les deux allèles "paille courte" ; de même, un blé barbu comme le seigle (caractère récessif également) possède les deux allèles codant pour un épi barbu. Mais bien entendu, si la présence d'un caractère récessif signale à coup sûr le gène homozygote, la présence d'un caractère dominant peut être aussi bien d'origine hétérozygote qu'homozygote.

Pour revenir à notre blé, voyons pourquoi un agriculteur ne peut pas ressemer un hybride.

Dans une variété classique de blé certifié, les caractères (taille, productivité, résistance au froid, aux maladies, etc...) sont gouvernés par des gènes purs (homozygotes) (**dessin ci-dessus**). On dit que pour tel caractère, ils sont *AA* ou bien *aa*, selon que le caractère en question est dominant ou récessif. Mais les cellules sexuelles, pollen et ovules, lorsqu'elles se forment, n'héritent, elles, comme nous l'avons dit, que d'un seul lot de chromosomes, et, par suite, d'un seul des deux

allèles qui composent chaque gène. Pour l'homozygote *AA* par exemple, les cellules sexuelles ne pourront être que *A*. Or, comme le blé s'autoféconde à 95 %, il y a peu de chances qu'un "adultère" se produise, et c'est encore avec une cellule sexuelle porteuse de l'allèle *A* qu'elles fusionneront pour redonner immanquablement un individu *AA*. Même chose, bien entendu, pour les *aa*. Voilà comment, dans une variété classique de blé, les caractères, parce qu'ils sont purs (homozygotes), se transmettent identiques à eux-mêmes *ad vitam aeternam*. Et voilà pourquoi, au grand malheur des marchands de semences, un agriculteur peut ressemer une variété classique sans aucune crainte de voir sa récolte "dégénérer".



· ***Dans une variété hybride***, il en va tout autrement. Certes, toutes les plantes sont semblables, tout au moins à la première génération, dite F1 (autrement, ce ne sont plus de véritables hybrides), mais leurs caractères sont gouvernés par des gènes hétérozygotes : leur formule est de type *AB* (2) (**dessin 1**). Le pollen et les ovules qui n'ont, comme toute cellule sexuelle, qu'un seul lot de chromosomes, n'ont bien entendu qu'un seul allèle : l'allèle *A* ou l'allèle *B*. A la génération suivante (dite F2), l'inévitable autofécondation donne donc trois types possibles de gènes : *AA*, *AB* ou *BB*. Il est très simple de calculer que ces trois types se répartiront selon la proportion : 50 % d'individus *AB*, 25 % d'individus *AA* et 25 % d'individus *BB* (**dessin 2**). Ainsi, des caractères nouveaux apparaissent : ceux qui sont gouvernés par les gènes *AA* et *BB* (rappelons que l'hybride lui, était *AB*).

Exemple : la taille du blé. Le gène qui code pour la hauteur de la tige est bien entendu composé de deux allèles : l'un détermine une tige courte (*c*), l'autre, une tige haute (*H*). Il se trouve que l'allèle *H* est dominant, tandis que *c* est récessif. Un blé hybride est donc nécessairement haut et la "formule" de sa taille est *Hc*. Après disjonction de ses allèles dans les gamètes (pollen et ovules), puis fusion de celles-ci lors de l'autofécondation, l'épi portera 50 % de graines qui contiennent la formule *Hc*, 25 % la formule *HH* et 25 % la formule *cc*. L'année suivante, si l'on sème ces graines, les *Hc* et les *HH* donneront des blés hauts, les *cc* des blés nains. De plus, on pourra remarquer, en y regardant de près, que les *Hc*, qui sont hétérozygotes, seront un peu plus grands que leurs frères *HH* qui sont, eux, homozygotes : c'est le fameux effet d'hétérosis dont nous parlions plus haut et qui fait que l'hybride est supérieur au meilleur de ses parents.

Avec tout cela, l'agriculteur qui aurait ressemé du grain de sa propre récolte, aurait donc la désagréable surprise d'avoir, dès le début du printemps, un champ visiblement hétérogène. Mais son désagrément ne s'arrêterait pas là : car cette hétérogénéité, illustrée pour un seul caractère, la

Dessins J. Barriac

(2) B peut être un allèle co-dominant de A : en ce cas, il s'exprime (on note alors souvent le gène sous la forme AA'). Ou bien il peut être récessif et ne pas s'exprimer (on note alors le gène sous une forme de type Aa).

taille, se retrouverait pour tous les autres caractères du blé (couleur, résistance, précocité de la maturité des grains, etc...).

Si l'autofécondation de l'hybride a fait surgir dans la génération suivante des caractères nouveaux, elle y a du même coup fait apparaître des caractères purs chez la moitié des plantes (ou, ce qui revient au même, elle y a divisé par deux le nombre de plantes hybrides pour ce caractère). A la génération d'après, l'autofécondation aura maintenu les caractères purs ; et elle aura à nouveau diminué de moitié le nombre d'hybrides. Et ainsi de suite à chaque génération.

Il suffit de 10 autofécondations successives pour qu'à la génération suivante, il n'y ait plus que 0,01 % d'hybrides et 99,99 % d'individus purs (3). Et ceci pour l'ensemble des caractères. A ce stade, autant dire que la descendance d'un hybride est devenue pratiquement pure, c'est-à-dire qu'elle a perdu certains caractères de l'hybride initial, et en a fixé d'autres définitivement. Et l'on a alors autant de nouvelles lignées pures qu'il y avait d'individus à la seconde génération (dite F2). Parmi les nouvelles lignées sont distribuées, au hasard, à la fois les défauts et les qualités des premiers parents, tout au moins si aucun tri, aucune élimination n'ont été faits au cours de ces dix années.

C'est précisément pour ne garder que les lignées qui rassemblent un maximum de qualités des deux parents que les sélectionneurs interviennent dans ce processus en éliminant les plantes qui ont fixé les défauts originels. Les nouveaux modèles de semence qu'ils ont mis chaque année sur le marché ont contribué pour 50 %, dit-on, à l'augmentation régulière des rendements qui est, en moyenne, égale à 1 q/ha, par an, depuis quarante ans.

La méthode est simple. Les sélectionneurs puisent dans leur collection personnelle, ou parmi les quelque 30 000 lignées pures conservées de par le monde ; ils choisissent deux lignées pures dont les qualités sont complémentaires : rusticité, résistance au froid, grains gros, nombreux par épis, etc. Puis ils font un croisement artificiel. Un épi extrait d'une des lignées, prise comme lignée mère, est castré : les étamines sont enlevées à la main, avec une pince, une à une. Un épi de l'autre lignée, prise comme lignée père, fournit son pollen au premier. Chaque maison de sélection réalise ainsi plusieurs centaines de croisements nouveaux par an (**voir photos page suivante**). Comme à la loterie, peu de croisements seront intéressants. Et tout l'art est de repérer les individus les plus prometteurs au fil des générations suivantes, où on laisse les plantes s'autoféconder librement.

La sélection proprement dite commence deux ans après le croisement. La première année, on se contente de récolter les semences produites par l'épi castré de la plante mère. Ce sont par définition des semences hybrides qui donneront nécessairement naissance à des plantes toutes semblables. Cette première génération est nommée F1. Les plantes possèdent, pour chaque caractère, un allèle *A* venant du pollen de la lignée père, et un allèle *B* venant des ovules de la lignée mère castrée. Elles sont donc toutes hétérozygotes de type *AB*. C'est à la génération suivante, lorsqu'on sème les graines portées par les plantes F1, que des caractères dissemblables apparaîtront. Car, nous l'avons vu, plusieurs combinaisons génétiques se sont produites. Les plantes très disparates issues de ces graines constituent la génération F2, riche en caractères nouveaux dus à la redistribution des allèles parentaux, dans laquelle le sélectionneur peut commencer à trier.

Le choix peut paraître simple en théorie ; en pratique, il est délicat. Le sélectionneur doit avoir de la technique, un bon "coup d'œil", de la patience et du flair. Car le choix d'aujourd'hui portera ses fruits dans dix ans ! Il choisit dans la F2 les plantes qui possèdent des caractères non seulement intéressants, mais aussi susceptibles de se fixer vite. Ayant éliminé un maximum de plantes, il sème les graines des plantes retenues. L'année suivante, il regarde si les caractères sélectionnés s'expriment à nouveau et de façon homogène, et il recommence son tri.

Après quelques années de ce régime d'autofécondations successives et d'éliminations draconniennes, le sélectionneur, parti d'une F2 très hétérogène où se cotoyaient des centaines de variétés en puissance, se retrouve dix ans plus tard devant ce qu'il considère comme la meilleure lignée pure issue de son croisement. Il peut enfin la présenter à l'inscription. Cette lignée réunit de façon stable les qualités complémentaires des deux parents du croisement et exclut autant que possible les défauts (4).

C'est ainsi que chaque année, une douzaine de nouvelles variétés de blé sont inscrites au catalogue officiel des variétés, du ministère de l'agriculture. Cette inscription est un label et un diplôme. Un Comité technique permanent de la sélection des plantes cultivées (CTPS) a jugé et garanti l'originalité et les qualités de la nouvelle variété (rendement, robustesse, aptitudes technologiques). Ces nouvelles semences plus productives, plus régulières, plus résistantes aux stress, incitent malgré leur prix l'agriculteur à abandonner la pratique de prélever les semences sur sa propre récolte (5). Pratique à laquelle il reviendra d'ailleurs l'année d'après avec la nouvelle variété.

(3) Les puristes pourront facilement vérifier qu'après "n" autofécondations, le nombre d'hybrides est divisé par 2^n ; leur proportion au sein de leur génération est alors devenue $1/2^n$. Parallèlement, la proportion d'individus purs s'est élevée à $1-(1/2^n)$. Et ceci, pour chacun des caractères transmis.

(4) Les premiers sélectionneurs eurent l'idée malencontreuse de nommer "hybrides" les premières lignées pures créées à partir d'un croisement initial forcé entre deux épis. Les "hybrides" du début du siècle (Vilmorin 27, "hybride" du Joncquois, "hybride" 40,...) sont donc tout au contraire des lignées pures, dont le mode d'obtention était celui que nous décrivons. Avant cela, la sélection traditionnelle s'effectuait depuis la nuit des temps chez n'importe quel agriculteur qui ressemait les grains récoltés sur ses plus belles plantes.

Une question est venue un jour à l'esprit des sélectionneurs : pourquoi attendre dix ans que la variété soit fixée, puisque la première génération, celle des hybrides F1, peut déjà porter en elle toutes les qualités de ses parents, et qu'en plus; elle bénéficie exceptionnellement de l'hétérosis qui la rend même supérieur à eux ? La raison est simple : la génération de F1 ne comporte qu'une trentaine d'individus : les grains de l'épi-mère (6). C'est un peu court pour inonder le marché ! Comment les multiplier sans perdre le privilège dont jouit l'hybride ? L'autofécondation étant par définition exclue, reste la fécondation croisée.

La production à grande échelle de l'hybride par la fécondation croisée peut se faire de trois manières : à la main, génétiquement ou chimiquement.

● La voie manuelle, utilisée en sélection, n'est cependant pas envisageable sur une grande échelle. Enlever une à une toutes les étamines des fleurs d'un seul épi, pour les castrer et les forcer ainsi à la fécondation croisée, nécessite une dizaine de minutes de travail minutieux pour un spécialiste confirmé (un seul oubli et c'est la catastrophe). Pour obtenir les quelque 10 000 quintaux nécessaires à la commercialisation, il faudrait répéter cette opération 1 milliard de fois !

● La voie génétique est possible, mais elle s'est finalement révélée trop complexe pour une exploitation commerciale. Elle consiste à créer des lignées de blé femelle, c'est-à-dire dont la partie mâle est stérile. Cela est devenu réalisable depuis que des généticiens américains ont découvert qu'un blé sauvage, *Triticum timopheevi*, contenait dans le cytoplasme de ses cellules (et non dans ses chromosomes, ce qui aurait été normal), une information génétique qui ordonne la stérilité du pollen, information qui, heureusement pour l'espèce, ne s'exprime pas dans la nature. Ce blé sauvage à 28 chromosomes est une espèce (et non une simple variété) différente du blé tendre aux mille variétés qui est cultivé partout dans le monde et qui a, lui, 42 chromosomes, ainsi que nous le rappelions plus haut. Malgré cette profonde différence chromosomique, les deux espèces peuvent se croiser. Et c'est justement en croisant *Triticum timopheevi* avec une lignée américaine de blé tendre, appelée Bison, que les chercheurs virent la stérilité mâle s'exprimer. Comme cette stérilité se transmet avec le cytoplasme et que celui-ci est hérité de l'ovule maternel, *Triticum timopheevi* fut pris comme mère, et Bison comme père.

Mais l'hybride mâle-stérile obtenu était un hybride interspécifique (puisque ses parents appartiennent à deux espèces différentes et non à deux lignées d'une même espèce). Il se trouvait ressembler beaucoup à sa mère sauvage, et de ce fait, il ne présentait pas grand intérêt pour l'agriculture et pour la boulangerie.

Pour en faire un véritable blé tendre, tout en conservant la mâle-stérilité, les chercheurs ont dû recroiser plusieurs fois cet hybride interspécifique (toujours pris comme mère) avec Bison (toujours pris comme père), jusqu'à obtenir enfin une lignée de blé tendre contenant les 42 chromosomes de Bison, et le cytoplasme aux "gènes parricides" de la "grand-mère" sauvage. Cette lignée de Bison est dite "mâle-stérile". C'est par des manipulations tout à fait similaires que les chercheurs de l'INRA ont obtenu des blés français également mâles-stériles.

Pour obtenir les semences hybrides, il ne restait plus qu'à croiser ces lignées mâles-stériles avec du pollen étranger. Pas de réelle difficulté à cela : il suffit de semer, en bandes alternées de quelques mètres de large, la lignée "femelle" (mâle-stérile) et une autre lignée d'un blé bissexué normal. Ce blé bissexué, après s'être autofécondé, disséminera le reste de son pollen comme tout blé qui se respecte (**voir photo page 88**). Ce pollen ira donc féconder les blés mâles-stériles des bandes voisines. Malheureusement, les graines hybrides récoltées seront elles aussi mâle-stériles puisque cette propriété s'hérite de mère en fille, avec le cytoplasme de l'ovule maternel. Donc ces graines hybrides mâle-stériles donneraient, en germant dans le champ de l'agriculteur qui les aurait malencontreusement semées, de très belles plantes mais aucune graine ! Bien entendu, personne ne songe à faire cette mauvaise plaisanterie !

Les chercheurs ont contourné cette dernière difficulté en créant des lignées de blé tendre capable de restaurer la fertilité des semences hybrides. Comment ont-ils fait ? Ils sont allés voir d'un peu plus près pourquoi, dans la nature, *Triticum timopheevi*, bien que portant dans le cytoplasme de ses cellules l'information de la mâle-stérilité, n'est pas mâle-stérile pour autant. C'est qu'il a, dans ses chromosomes, des gènes nucléaires qui contredisent péremptoirement cette information. Ils ont donc, par une suite de croisements classiques, transféré ces gènes dans la variété qui sert de père lors du croisement avec la lignée mère mâle-stérile.

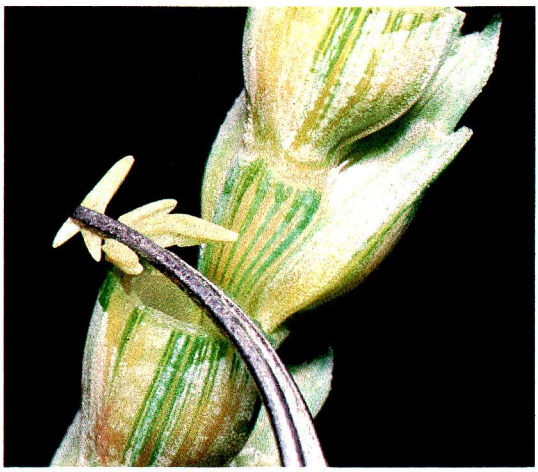
Malheureusement encore, chez les blés français à qui l'on a transféré ces gènes restaurateurs de fertilité, le mécanisme de restauration ne marche pas très bien. Lorsque le pollen qui possède ces gènes féconde le blé mâle-stérile, les graines hybrides qui en résultent ne sont pas parfaitement fertiles. Les plantes qu'elles donnent ont, à ma-

(5) Une enquête du Groupement national interprofessionnel des semences et plants (GNIS), effectuée dans plusieurs départements en 1983 et 1984, chiffre les risques encourus avec les semences de ferme. Ce sont : la présence d'espèces étrangères (mauvaises herbes : folle avoine, gaillet, chiendent...), les accidents de germination obligeant l'agriculteur à semer plus dru, les maladies transmises par les semences. Selon le GNIS et les centres de gestion, les semences de ferme font économiser entre 30 et 80 F/ha, mais le coût d'un traitement pour supprimer la seule folle avoine est de 300 F/ha.

(6) Un épi de blé porte 20 à 22 épillets, composés chacun de 2 à 4 fleurs. En pratique, le sélectionneur ne garde que 15 à 18 épillets et deux fleurs castrées par épillet. Mais la pollinisation croisée ne réussit pas totalement, en général, et le sélectionneur n'obtient que 20 à 30 grains.

turité, des épis à moitié vides. Ce semi-échec joint à d'autres difficultés a empêché cette voie, pourtant explorée par l'INRA depuis 1964, d'aboutir en France.

D'autant que les quelques hybrides obtenus expérimentalement présentent un gain de rendement très limité par rapport à leurs lignées parentales. Seules quelques grandes sociétés américaines (Cargill, De Kalb...) ont poursuivi cette voie avec des lignées locales et ont commencé à commercialiser des hybrides "génétiques". Ces hybrides, dont le rendement agricole ne dépasse guère 45 q/ha, peuvent marcher aux Etats-Unis, mais pas France où l'on dépasse largement 50 q/ha avec des variétés classiques. Aujourd'hui, la relative réussite de la voie chimique dont nous allons maintenant parler fera sans doute abandonner la voie génétique dans les années qui viennent.



La castration manuelle du blé (photo ci-dessus) est une opération longue et délicate. Elle ne peut pas servir à produire les blés hybrides à grande échelle, qui sont obtenus par castration chimique.

L'hybride issu du croisement entre deux lignées pures de blé possède une vigueur propre qui le rend supérieur au plus grand de ses parents. Sur la photo ci-contre: à gauche, la mère à maturité précoce ; à droite, le père, plus tardif (ses épis sont encore verts) ; au centre, l'hybride, plus haut et plus précoce que le père.

● La voie chimique, en effet, commence à faire ses preuves, puisqu'elle a permis la commercialisation l'été dernier, en France, de deux variétés, Brelan et Courtel. La percée de cette voie est due à la mise au point d'agents chimiques d'hybridation (ACH). Les ACH sont des produits capables de provoquer une stérilité mâle sans toucher à la fertilité femelle. On les appelle couramment les gamétocides (tueurs de gamètes) car le premier en date, dû à la firme américaine Rohm and Haas, inhibe la formation des gamètes mâles (grains de pollen). Mais ils peuvent agir autrement, par exemple en rendant le pollen stérile, ou plus simplement en l'empêchant de s'échapper des étamines. C'est dans cette dernière voie, d'ailleurs, que s'est lancée la firme Shell-Nickerson, qui est en passe de mettre au point son propre produit révolutionnaire.

L'hybridation chimique est l'occasion rêvée, pour la grande industrie chimique, de mettre un pied, et même les deux, dans le monde de la semence, secteur stratégique qu'elle guigne depuis dix ans. Pas besoin pour cela d'avoir une tradition agronomique. Le dispositif d'un champ de production de semences hybrides n'a d'ailleurs rien à voir avec un champ de multiplication classique, qui, lui ressemble à n'importe quel champ de blé bien entretenu. La production de blés hybrides repose sur deux choses : d'un côté, la possession d'un bon gamétocide, de l'autre la possession de deux bonnes lignées parentales. Comme nous l'avons décrit pour la voie génétique, les deux lignées parentales sont semées côte à côte, en bandes alternées, deux bandes de la lignée père encadrant



une bande de lignée mère (**voir encadré page suivante**). Au printemps, lorsque la plante est haute de 25 à 30 cm et que l'épi de blé monte dans sa gaine foliaire, le gamétocide est pulvérisé sur les bandes de la lignée-mère ; il entraîne la stérilité mâle des plantes traitées et y fait rater l'autofécondation. Cela provoque l'ouverture des fleurs (le bâillement), qui permettra la pollinisation par les deux bandes de lignée mâle voisines.

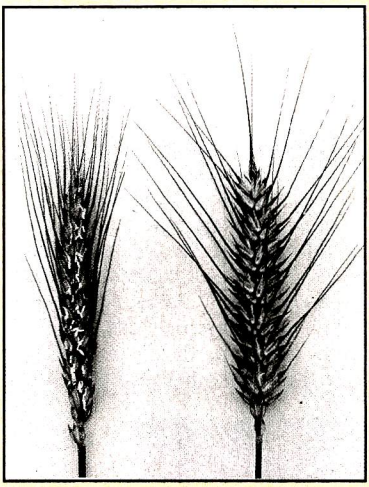
Les semences hybrides ne naissent bien entendu que sur les bandes femelles de la lignée castrée par le gamétocide. Sur les bandes donneuses de pollen, l'autofécondation ordinaire a eu lieu, donnant naissance à une semence classique. On ne garde donc que les graines récoltées sur les bandes femelles, les autres rejoignant le circuit commer-

Photos INRA

L'UNION DES SEXES ENFIN VAINCUE



1



3



2

*La bisexualité des fleurs de blé était jusqu'ici un obstacle à la production à grande échelle de semences hybrides. Cet obstacle est levé par la mise au point des gamétocides. Ces produits nouveaux, appliqués au blé, empêchent l'autofécondation des fleurs en inhibant la formation ou la sortie du pollen. Cette castration chimique provoque le bâillement des fleurs traitées (**voir dessin p. 88**), ce qui permet leur pollinisation par du pollen étranger. Les producteurs actuels de blé hybride maîtrisent cette fécondation "croisée" de la manière illustrée ci-dessus. Dans des petits essais, ils comparent les hybrides obtenus à partir de divers croisements entre deux lignées pures, l'une prise comme parent femelle, l'autre prise comme parent mâle. Lorsqu'un hybride s'est montré à la hauteur des espérances, désignant ainsi les parents intéressants à croiser, les sélectionneurs passent à la production massive des semences. Pour cela, ils utilisent un dispositif spécial : ils sèment la lignée mère et la lignée père en bandes alternées de 6 à 8 m de large pour la première et de 3 à 4 m (deux fois moins) pour la seconde (**1**). Les bandes mâles et femelles sont séparées par des allées de 50 cm non semées, pour être bien délimitées, et elles sont semées perpendiculairement aux vents dominants pour favoriser la pollinisation. Pour cette même raison, le champ est également ceinturé par une bande de la lignée mâle et isolé de toute autre culture de blé. Au moment de la montaison des épis dans leur gaine, courant avril, c'est-à-dire 5 à 3 semaines avant la floraison, le gamétocide est pulvérisé sur les bandes femelles au moyen d'une rampe portée sur le tracteur (**2**). Des petites protections, aux extrémités de la rampe, permettent d'éviter les éclaboussures sur les bandes mâles voisines (**flèche**). Au moment de la floraison, fin mai, début juin, l'autofécondation n'a pas lieu dans les bandes femelles : les épis y sont moins compacts, leurs fleurs bâillent (**3 : épi de droite**).*

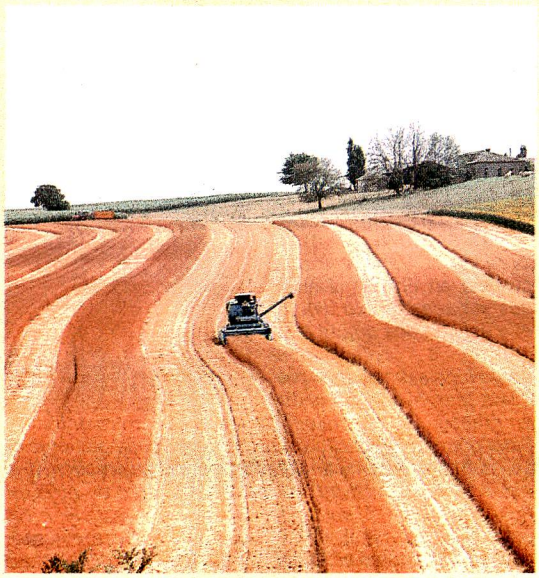
*Au contraire, dans les bandes mâles, l'autofécondation a lieu et, tout de suite après, les étamines sortent des fleurs (**3 : épi de gauche**). Elles ont encore du pollen qui se dissémine et va polliniser les fleurs entrouvertes des bandes femelles. Pour faciliter cette étape, la lignée père doit être de préférence plus haute que la lignée mère. Pour vérifier que les bandes femelles traitées n'émettent pas de pollen, et sont donc bien mâles-stériles, on a enfermé certains épis dans des sachets ou des cages avant la pollinisation (**4**). A la récolte, l'absence de grains sur ces épis prouve que le traitement a été totalement efficace. Au contraire, un petit pourcentage de grains (appartenant forcément à la lignée mère) indique un taux de réussite (de stérilité) inférieur à 100 %. La norme officielle exige que 90 %, au minimum, des semences récoltées sur les bandes femelles soient les semences*

cial du grain de consommation. Mais le "hic", c'est qu'un épi castré ne porte que peu de grains : entre 0 et 60 selon que l'opération décrite plus haut a réussi ou non. C'est faible quand on sait qu'un épi normal porte de 40 à 60 grains, qui sont d'ailleurs plus lourds. Un champ de production de semences hybrides peut donc donner beaucoup moins de semences qu'un champ de multiplication classique : de 10 à 40 quintaux par hectare au lieu d'une cinquantaine. Heureusement qu'il ne s'agit encore, à ce stade, que de produire de la semence et non du grain de consommation ! Si l'on ajoute encore le savoir-faire et le prix du traitement, on est prêt à comprendre que les semences hybrides coûtent quatre fois plus, à l'heure actuelle, que les "top modèles" de la sélection classique qui ont pourtant demandé 10 ans de mise au point. Et dix fois plus que le grain de consommation courante.

Pour être compétitives, dans ces conditions, les semences hybrides doivent apporter un avantage



4



5

hybrides que l'on veut commercialiser. Quand les épis sont mûrs, seules les semences récoltées sur les bandes femelles sont des hybrides. Les grains récoltés sur les bandes mâles sont des semences pures de la lignée père. Un champ de trois hectares donne ainsi deux hectares de semences hybrides (5). Ces semences sont triées et traitées avant de recevoir l'étiquette officielle de "semences certifiées", comme les semences de n'importe quelle variété classique vendue dans le commerce. La production des semences hybrides est encore aléatoire. Sur les bandes femelles les rendements vont de 10 à 55 q/ha selon le degré de réussite du traitement, alors que sur les bandes mâles, comme dans tout champ de multiplication de semences de lignée pure (variété classique), ils vont de 50 à 55 q/ha.

C'est une des raisons pour lesquelles les semences hybrides sont plus chères que les semences classiques.

Photos Rohm and Haas — INRA — GNIS

incontestable. Car, tant qu'il y aura des lignées pures concurrentes, l'agriculteur ne choisira les hybrides, et avec eux l'obligation de racheter ses semences chaque année, que s'ils sont nettement moins gourmands en engrais, en fongicides ou en herbicides, ou (et) s'ils ont une productivité remarquablement supérieure. Le rapide calcul suivant montre que cette supériorité doit être au minimum de 15 à 20 %, simplement pour amortir le surcoût des semences.

On sème d'habitude 130 kg à l'hectare. La semence d'hybride coûte 1 250 F le quintal. Cela fait 1 625 F par hectare. Or, avec une bonne lignée pure à 300 F le quintal, la dépense ne dépasse pas 390 F/ha. L'agriculteur doit donc récolter au moins 10 quintaux supplémentaires (vendus environ 120 F/q) par hectare, pour compenser la différence. C'est beaucoup. Cela représente à l'heure actuelle, en France, 19 % du rendement moyen qui est de 53 q/ha. Cette référence est prise sur la récolte 1983, car la récolte 1984, exceptionnelle, était trop belle, sans le recours aux hybrides, avec simplement l'aide du ciel et les bonnes variétés classiques... **(voir encadré page 96).**

Les hybrides de blé arriveront-ils à assurer régulièrement les quelque 20 % de rendement supplémentaire requis ? Là est toute la question. Les uns sont optimistes, les autres sont sceptiques. La vente des semences hybrides cet automne a représenté 0,06 % du marché. Ce n'est pas encore un événement. Mais c'est suffisant pour que les sélectionneurs classiques voient le danger et l'appât. Concurrence oblige : personne ne peut se permettre de rater le train. Aux Etats-Unis, les semences hybrides de Rohm and Haas représentaient déjà pour leur première campagne (1983-84) environ 0,75 % du marché (7). Il est vrai que dans ce vaste pays, le blé, cultivé de façon plus extensive, a des rendements moindres qu'en France : là-bas un blé hybride n'aura donc pas de mal à faire mieux et s'introduira plus rapidement sur le marché.

En France, les premiers hybrides proposés à l'inscription sont suffisamment bons pour faire honneur à la technique, mais ne se démarquent pas vraiment du peloton de tête des lignées pures concurrentes. Car toutes les performances sont bien entendu contrôlées. Avant d'être jugée, une variété est testée dans un réseau de petites parcelles (10 m²). Ce sont les essais dits de "série A" qui sont conduits par l'INRA, le Comité technique permanent de la sélection et les sélectionneurs privés. La productivité de la nouvelle variété est comparée à celle des variétés les plus cultivées du moment (8). Ces variétés de référence "datent" un peu, puisqu'elles ont eu le temps d'être largement diffusées, et les hybrides n'ont pas de mal à faire mieux : de 24 à 27 % de plus en 1983, et de 5 à 16 % de plus en 1984 (5 à 11 % dans le Nord de la France, et 11 à 16 % dans le Sud).

Une telle inconstance dans les performances d'une année sur l'autre peut paraître choquante. Elle reflète bien la fragilité des résultats agricoles et les aléas du climat. En particulier, les essais du CTPS ne sont pas traités aux fongicides, ce qui permet de juger les aptitudes de résistance à diverses maladies. Or, l'année 84 fut sans maladie ou presque, ce qui annula quasiment les différences entre les témoins et les hybrides : tandis que

(7) *La Guerre des semences* - Jacques Grall et Bertrand Roger Levy - Fayard.

(8) Ces variétés témoins étaient, en 1983, Hardi, Top, Talent, Fidel, pour le Nord de la France, Talent, Top, Ducat, Etoile de Choisy, pour le Sud ; et en 84, Hardi, Talent, Fidel et Camp Rémy pour le Nord, Darius, Gala, Frandoc et Talent pour le Sud.

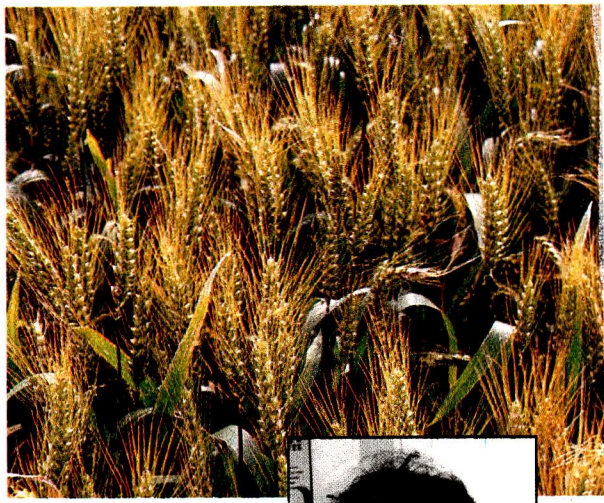
83 fut une année à maladies, particulièrement favorable à la "rouille brune", maladie due à un champignon, que les hybrides ont mieux tolérée que les variétés classiques.

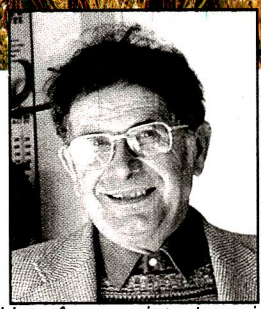
Les essais sur une variété continuent après son inscription. Heureusement d'ailleurs. L'Institut technique des céréales et des fourrages (ITCF) prend le relais du CTPS et ses essais (dits de série B) sont plus nombreux, plus "régionalisés", et plus proches de la réalité agricole. En 1984, les hybrides ont bénéficié d'un régime de faveur, puisqu'ils ont subi les essais en question avant même leur inscription. Les résultats furent inégaux : ils ont donné des gains de rendement par rapport aux variétés classiques, allant de 2 à 7,5 q/ha, et dans plusieurs essais, des lignées pures nouvelles se sont avérées plus productives. Ainsi, le seuil de rentabilité des hybrides pour les agriculteurs semble encore loin d'être atteint.

Pour les sélectionneurs aussi, car la production des semences elles-mêmes n'est pas encore tout à fait au point. L'an dernier, l'hybridation n'a pas bien marché. La récolte n'a atteint que 17 q/ha de plantes femelles contre 23 en 1983... Les épis à maturité restaient bien dressés au lieu de ployer sous le poids des grains. A cause d'un mois de mai trop pluvieux, il y eut beaucoup de grains contaminés par une maladie due à un champignon, l'ergot. Il semble d'ailleurs que l'ergot envahisse plus facilement les épis mâles-stériles ; comme si, en quelque sorte, il prenait la place du pollen. De plus, et ce fut le problème majeur, les sélectionneurs ont découvert des quantités non négligeables de grain non hybride, appartenant à l'espèce-mère, ce qui prouvait que l'autofécondation s'était produite ici et là malgré le gamétocide. L'année d'avant, il y eut des "ratés" d'un autre ordre : ainsi, dans le Lauragais, certaines bandes femelles d'un champ de production furent fécondées par du pollen de... blé dur d'un champ voisin dont elles n'étaient pas isolées. Le blé dur est le blé dont on fait les pâtes. C'est une espèce (et non une variété) différente du blé tendre qui nous occupe ici. Le blé tendre, comme nous l'avons dit, a 42 chromosomes ; le blé dur n'en a que 28, ce qui, on le voit, n'empêche pas la fécondation. D'où un taux de 7 % de croisés blé tendre-blé dur dans les semences hybrides du lot en question. Bref, à cause des différentes impuretés dans les lots de semences hybrides récoltées en 1984 (semences de la lignée-mère, ergots, etc.) les obtenteurs n'ont pu vendre, pour la première année de commercialisation, que 30 % de leur production... Rude coup financier ! D'ailleurs, l'autorisation de vente des premières semences hybrides n'a été accordée par le ministère de l'Agriculture que comme un privilège exceptionnel. D'abord, les lots présentés à l'inscription n'atteignaient pas tous la pureté variétale requise, qui doit être au minimum de 99,8 % pour le blé classique. Donc, les premières variétés hybrides n'ont pas été inscrites. Pour l'avenir, d'ailleurs, ce seuil difficile à atteindre par un hybride — car il y a toujours des petits ratés comme ceux que nous avons décrits plus haut — a été ramené, pour eux, à 90 %. Cette inscription se

(suite du texte page 98)

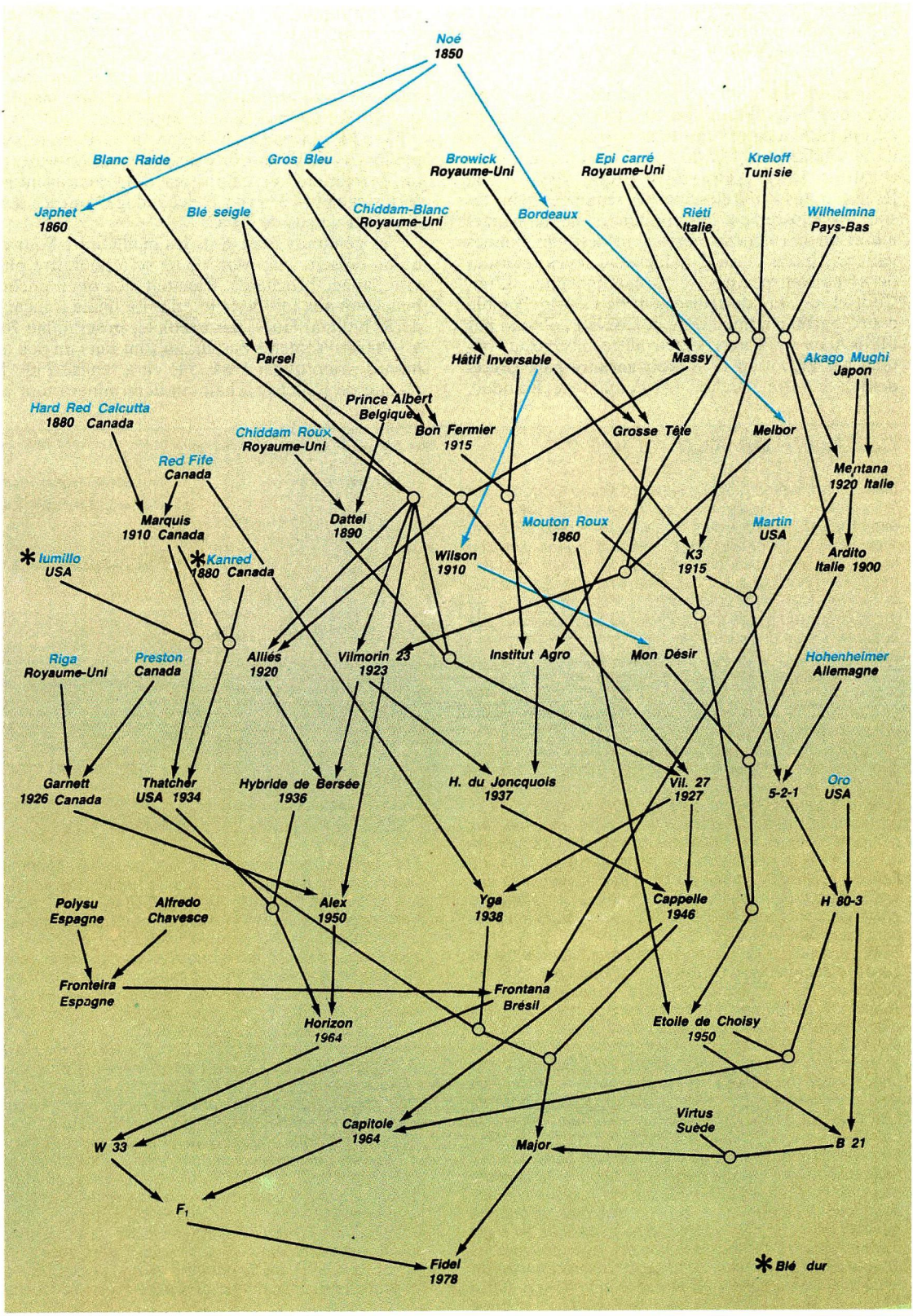
NAISSANCE ET SUPRÉMATIE D'UNE VARIÉTÉ





Le blé Fidel a au moins deux raisons d'être connu : "créé" en 1978, c'est aujourd'hui la variété la plus cultivée en France (22,6 % des surfaces de blé tendre) et c'est l'un des quatre heureux élus choisis pour donner naissance aux premiers blés hybrides vendus en France. Les agriculteurs, bien sûr, connaissent aussi Fidel pour son aspect barbu comme le seigle ou l'orge et ses nombreuses qualités dont une maturité précoce, une très bonne productivité, surtout dans le nord du pays, et une adaptation à un semis tardif. Cette variété n'est cependant pas sans défaut : elle est relativement sensible aux maladies et au gel. Du point de vue de la valeur boulangère, Fidel est un blé irrégulier, variable selon les lieux et les années. Il n'atteindra jamais sur ce point la qualité de Capitole qui, depuis 1969, est le meilleur blé français mais n'occupe malheureusement plus que 2 % des surfaces. Malgré tout, Fidel est dans l'ensemble un blé panifiable d'assez bonne qualité (surtout dans le Bassin Parisien). Son heureux obtenteur s'appelle André Pichot. Ce simple agriculteur de la Beauce se consacre depuis plus de 35 ans à la sélection des céréales pour son propre plaisir. Ce sont ses études à l'Institut agronomique de Grignon, en 1937-39, qui lui ont appris les bases de la génétique et de la sélection végétale, qui était et reste autant affaire d'art, de connaissance professionnelle que de science. Ce fait est intéressant à noter à l'heure où les grosses firmes chimiques se mettent "dans le bain". La généalogie de Fidel montre que sa naissance ne date pas d'hier et qu'il intègre de nombreux gènes de variétés étrangères. Les points de départ de cet arbre généalogique (en bleu) sont pour la plupart des blés de pays, mélanges de plantes aux caractères fixés (issues d'autofécondation, mode principal de reproduction du blé) et de plantes aux caractères originaux (issues d'hybridation naturelle, mode jouant dans 5 % des cas). Pendant des siècles, la sélection, dite "massale", se bornait à repérer les plantes les plus belles pour en ressemer les graines (flèches bleues). A la fin du siècle dernier, les nouvelles variétés furent créées à partir d'un croisement initial, par exemple entre un Bordeaux issu de Noé et un Epi Carré issu de blé anglais productif, suivi de nombreuses autofécondations pour obtenir la lignée pure aux caractères fixés. (Pour les dénominations "hybride" voire note (4)).

Dessin A. Meyer, d'après INRA


Noé
1850
Blanc Raide
Gros Bleu
Browick
Royaume-Uni
Epi carré
Royaume-Uni
Kreloff
Tunisie
Japhet
1860
Blé seigle
Chiddam-Blanc
Royaume-Uni
Bordeaux
Riéti
Italie
Wilhelmina
Pays-Bas
Parsel
Hâtif Inversable
Massy
Akago Mughi
Japon
Hard Red Calcutta
1880 Canada
Prince Albert
Belgique
Bon Fermier
1915
Grosse Tête
Melbor
Chiddam Roux
Royaume-Uni
Red Fife
Canada
Mentana
1920 Italie
Marquis
1910 Canada
Dattel
1890
Mouton Roux
1860
Martin
USA
*Iumillo
USA
*Kanred
1880 Canada
Wilson
1910
K3
1915
Ardito
Italie 1900
Riga
Royaume-Uni
Preston
Canada
Alliés
1920
Vilmorin 23
1923
Institut Agro
Mon Désir
Hohenheimer
Allemagne
Garnett
1926 Canada
Thatcher
USA 1934
Hybride de Bersée
1936
H. du Joncquois
1937
Vil. 27
1927
5-2-1
Oro
USA
Polysu
Espagne
Alfredo
Chavesce
Alex
1950
Yga
1938
Cappelle
1946
H 80-3
Fronteira
Espagne
Frontana
Brésil
Horizon
1964
Etoile de Choisy
1950
Capitole
1964
Virtus
Suède
W 33
Major
B 21
F1
Fidel
1978
*Blé dur

(suite de la page 96)

fait sur examen d'un petit échantillon. Si elle est accordée, la variété est multipliée. La récolte du champ de multiplication est à son tour contrôlée : elle n'obtiendra le droit à la commercialisation que s'il s'y trouve 99,7 % de la variété annoncée à l'inscription.

Là aussi, les hybrides ont bénéficié d'un petit coup de pouce des services officiels, qui ont admis exceptionnellement une pureté allant de 80 à 95 %, au lieu des 99,7 % requis pour les semences certifiées de lignées pures. Pourquoi ? Parce que les impuretés variétales dans les semences hybrides sont principalement des semences de la lignée-mère. Or ces lignées-mères sont déjà des bonnes variétés, inscrites au Catalogue. Car les hybrides de 84 ne sont pas nés de parents inconnus. L'un, Courtel, est issu du croisement de Courtot, un blé court, barbu comme l'orge et le seigle, obtenu par l'INRA en 1974 avec Fidel, autre blé barbu, obtenu par Pichot en 1978 (**voir encadré page précédente**). L'autre, Brelan, est l'enfant de Frandoc, autre variété INRA, inscrite en 1980, et de Festin, inscrite en 1982 par l'Occitane des semences, société devenue Rustica, filiale de Elf-Aquitaine. Courtot, la mère de Courtel, est un blé délicat, peu productif, mais de très bonne qualité boulangère, résistant à la verse (ploiement mécanique de la tige), et très résistant à la rouille brune, maladie qui "grille" les blés dans le Sud-Ouest.

Frandoc, la mère de Brelan, a de bons rendements au sud de la Loire et forme ses épis tôt, ce qui permet un bon remplissage des grains avant les fortes chaleurs et évite l'"échaudage" qui les dessèche au-dessus de 30 °C.

Ces géniteurs étaient-ils les meilleurs ? Pour ce qu'on en sait, oui. Mais ce ne sera peut-être plus vrai l'année prochaine. Car tout cela obéit encore beaucoup aux lois de la loterie. La filiale française de Rohm and Haas, par exemple, programme 700 à 1 000 croisements par an qui sont faits un peu au hasard ; rien qu'en 1984, elle en a réalisé 750 : la récolte de juillet prochain en déterminera tout au

QUE FAIRE DE TOUT CE BLÉ ?

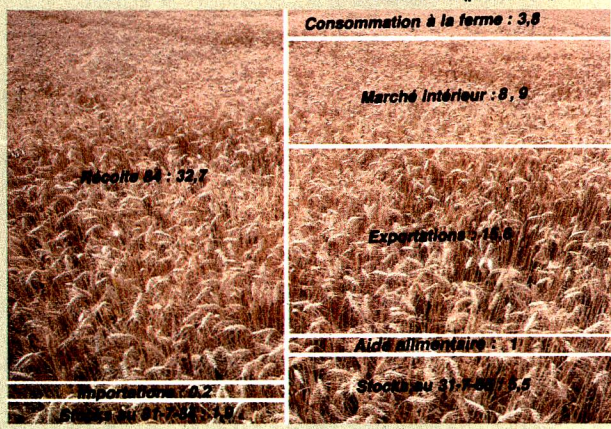
Bien que la famine sévisse encore dans le monde, c'est la question épineuse que se posent tous les pays exportateurs : États-Unis, Canada, Australie, France, Argentine... Ce dernier, qui a besoin d'argent, a même bradé son blé à un prix inférieur au cours mondial, habituellement fixé à la bourse de Chicago. En France, la récolte de 1984 a atteint 32,7 millions de tonnes, ce qui implique un rendement moyen de 66,2 quintaux par hectare. Treize de plus qu'en 1983, alors que l'augmentation annuelle est en moyenne, depuis 1970, de 1 quintal par hectare (avec une pointe, en 1978, de + 8 q/ha).

Les organismes stockeurs, coopératives et négociants ont peur de ne pas pouvoir vider tous leurs silos avant la prochaine moisson. La commission de Bruxelles, de son côté, craint d'y laisser beaucoup de plumes car elle est tenue de favoriser l'écoulement des excédents. Pour cela, elle garantit, par le biais de l'Office national interprofessionnel des céréales (ONIC), un prix minimal (prix d'intervention) pour les blés qui ne trouvent pas preneur au cours de la campagne (du 1er août au 31 juillet de l'année suivante) ; et elle accorde des subventions aux exportateurs (les restitutions), égales à la différence entre les cours européens et les cours mondiaux, qui sont nettement plus bas.

Avec ce système de protection, la production de blé ne cesse d'augmenter en Europe. Pratiquement tous les pays de la communauté sont aujourd'hui autosuffisants ; et l'Europe des dix est excédentaire, son taux d'auto-approvisionnement étant passé de 99 % en 1971 à 126 % en 1984 ; ce qui ne l'empêche pas d'importer environ 3 millions de tonnes de blé, principalement des blés dits "de force", américains et canadiens, destinés à améliorer la valeur boulangère des variétés du nord de l'Europe. La France, grenier de l'Europe, détient la palme des excédents, et assure à elle seule les deux tiers des exportations de la Communauté européenne.

Mais aujourd'hui, malgré la hausse du dollar et la chute des prix en Europe qui rapproche les cours mondiaux des cours européens, la concurrence sur le marché mondial est rude. Car le record des récoltes en 84 n'est pas seulement français. Il est mondial. Avec 516 millions de tonnes, la production mondiale de blé est en hausse, ainsi que les quantités mises sur le marché (de 103 à

Bilan français du blé pendant la campagne 84-85, en millions de tonnes (début : 1-8-84, fin : 31-7-85).



114 millions de tonnes selon les sources). Même la Chine devient exportateur et écoule ses excédents chez son client traditionnel, les Etats-Unis ! Les stocks s'amoncellent plus vite que les bons de commandes à l'exportation : en 84, ils sont en hausse de 7,6 % et dépassent les quantités nécessaires à une simple année de commerce international. Ces stocks ne seront pas distribués dans les zones de famine car les rouages viciés du système économique mondial sont tels qu'ils ne leur permettent pas de les acheter.

*En France, les stocks ,de 1,9 million de tonnes à la récolte 84, risquent encore de tripler d'ici la prochaine moisson. Pourquoi ? Il suffit d'observer un bilan du blé (**voir photo**). Nous n'utilisons en France que 12,5 millions de tonnes (soit 39 % de notre production) dont 3,8 millions de tonnes environ sont consommées à la ferme soit comme semences, soit pour nourrir le bétail. Sur les 28,9 Mt collectées, moins de 9 Mt sont vendues sur le marché intérieur : pour les semences certifiées (0,5 Mt), l'industrie (4,6 Mt) et l'alimentation animale (3,7 Mt).*

En ce qui concerne l'industrie meunière, la consommation moyenne de pain du Français étant passée de 810 g par jour à la fin du siècle dernier à 167 g/j aujourd'hui, sa fabrication ne consomme plus que 3,9 millions de tonnes

Photo PITCH

plus 30 à 40 d'intéressants et combien de ceux-là donneront plus tard un vrai résultat commercial ? La recherche sera sans doute plus fructueuse le jour où les sélectionneurs feront les croisements de manière plus rationnelle, c'est-à-dire lorsqu'ils sauront prévoir les lignées qui, croisées entre elles, exprimeront le plus fort hétérosis. Car c'est de cette vigueur spécifique de l'hybride qu'on attend toute la rentabilité du procédé.

Les chercheurs de l'INRA mettent au point des méthodes qui peuvent prédire l'hétérosis au moyen de marqueurs visuels ou biochimiques (les protéines du gluten, par exemple, très différentes d'une variété à l'autre — **voir encadré page suivante**). En théorie, plus les parents sont éloignés génétiquement, plus la vigueur hybride est forte. On le savait déjà pour les espèces à fécondation croisée, mais c'est aussi vrai pour les autogames comme le blé. Malheureusement, la diversité des variétés cultivées s'est amoindrie depuis un siècle ; la plupart des variétés françaises de blé ont aujourd'hui des ancêtres communs. Cela ne les empêche pas d'être brillantes, car la consanguinité ne nuit pas aux rendements chez le blé, alors qu'elle est catastrophique chez le maïs. L'espèce cultivée (le blé tendre aux mille variétés) est en effet déjà, de par ses origines, un hybride complexe (9).

Il n'empêche que les hybrides français seraient meilleurs si on les obtenait à partir de lignées éloignées génétiquement. En croisant par exemple nos variétés avec des lignées pures étrangères. D'autant que certains caractères, reliés à la qualité boulangère, par exemple, sont rares dans les blés français. L'INRA, qui a une longue tradition de prospection de lignées exotiques, recherche aujourd'hui les qualités que doit posséder une lignée pure pour être un bon géniteur. Et les chercheurs doivent maintenant tenir compte d'un nouveau critère de sélection, qui aurait paru totalement incongru jusqu'à aujourd'hui puisque le blé est autogame : l'aptitude au croisement. Cette aptitude pourrait inclure pour une lignée mère une taille courte et des fleurs qui baillent largement, et pour une lignée mâle une taille moyenne et des étamines très riches en pollen. Encore faut-il que ces qualités favorables à "l'adultère" exogame n'excluent pas les qualités traditionnelles (rendement, résistance aux maladies, valeur boulangère, etc.). Ce casse-tête chinois se trouve encouragé par les espoirs qu'on met dans les hybrides en général. Leur résistance à certaines maladies pourrait permettre d'éviter des traitements chimiques avant la récolte ; leur aptitude au tallage (nombre d'épis par plante) pourrait permettre des économies de semences ; leur structure génétique hétérozygote pourrait permettre de réunir en un même blé des qualités boulangères jusqu'ici incompatibles car codées par des allèles différents d'un même gène, dont la réunion est quasi impossible dans les graines de nos lignées pures.

Mais cet idéal est encore loin. Du côté de la sélection, il y a encore beaucoup de progrès à attendre. Du côté de la chimie, on est encore loin de la perfection. Les gamétocides doivent être améliorés. Ils ont d'ailleurs été trouvés par hasard alors qu'on cherchait autre chose, c'est assez dire qu'ils ne sont pas encore exactement ce qu'on souhaiterait. L'histoire mérite d'être contée.

Rohm and Haas cherchait en fait un inhibiteur de croissance, produit utilisé chez le blé en cours de culture pour raccourcir les tiges afin d'éviter la "verse". Et ils sont tombés sur une molécule qui inhibait le pollen et préservait les ovules, permettant aux fleurs femelles d'être fécondées par du pollen étranger ! Ils bifurquèrent alors sur une autre voie de recherche et eurent l'idée d'appliquer la nouvelle molécule à la production de blé hybride. De fil en aiguille, après quinze ans de recherches, ils mirent au point la fenridazimpo-

(9) Le génome du blé tendre *Triticum aestivum* (42 chromosomes) résulte de l'addition des génomes entiers de trois espèces sauvages qui existent toujours mais n'ont aucun intérêt agricole : *Aegilops squarrosa* (14 chr.), *Triticum monococcum* (14 chr.) et *Aegilops speltoïdes* (14 chr.). Le blé dur, *Triticum durum* (28 chr.), résulte, lui, de la fusion des deux dernières espèces seulement.

de grains. Le reste des grains est destiné à la pâtisserie et aux biscottes, aux farines ménagères et à l'industrie de l'amidon. Pour l'alimentation animale, c'est la baisse régulière du prix du blé sur le marché qui en a fait augmenter l'emploi. En fait, ce débouché pourrait être beaucoup plus élevé que les 3,7 millions de tonnes actuels si le blé ne subissait pas une concurrence déloyale avec les produits de substitution des céréales, ou "PSC" (manioc, corn-gluten-feed, mélasse, son...) importés en masse sans prélèvements douaniers. Une concurrence dont les céréaliers se plaignent depuis plus de cinq ans. En attendant que leur désir de protection soit exaucé, il reste 20 millions de tonnes de blé à écouler hors de France. L'exportation de farine donne un débouché à 1,6 Mt de grains environ, moulu chez nous. Traditionnellement, les autres pays de la CEE nous prennent 5 Mt de grains et les pays tiers 9 Mt ; un petit million de tonnes est consacré à l'aide alimentaire, pour un tiers sous forme de farine. Il nous restera donc encore, presque à coup sûr, 5 Mt en stock à la fin de la campagne, près d'un sixième de la récolte ! C'est pourquoi une récolte exceptionnelle comme celle de 1984 est aussi... une catastrophe !

Déjà, les prix payés au producteur accusent une baisse de 10 %. Les économistes espèrent que cette exception ne se reproduira pas avant 1995, date à laquelle les progrès techniques feront de ce record une norme. Après cette date, les céréaliers supputent que les pays qui crient famine aujourd'hui seront solvables. Et ils mettent leurs espoirs dans de nouveaux débouchés qui se profilent déjà à l'horizon. Le gluten (8,5 % du poids du grain) peut, à 10 F/kg, remplacer avantageusement, dès aujourd'hui, les blés de force importés (200 000 t environ), pour améliorer la valeur boulangère de la farine. L'éthanol, produit par la chimie de l'amidon (62 % du poids du grain), pourrait être utilisé comme co-solvant dans l'essence sans plomb qui devrait être obligatoire en Europe après 1989. L'incorporation de 5 % d'éthanol dans l'essence donnerait pour la France seule un débouché à 3,5 Mt de céréales. Mais le blé n'est pas seul candidat ; ceux qui le cultivent devront disputer le marché aux producteurs de maïs, de betteraves et de pommes de terre, également intéressés.

tassium, qui a été brevetée en France, en avril 84, sous la marque Hybis. C'est grâce à elle que Courtel et Brelan ont vu le jour... avec la faible rentabilité que l'on sait. Pour que le procédé devienne rentable, il faut avant tout que les scores du gamétocide, essentiellement l'efficacité et la souplesse d'emploi, s'améliorent.

- L'efficacité se mesure au taux d'hybridation des plantes castrées : le taux actuel de 50 %, quoique déjà considéré comme rentable, est nettement insuffisant. De plus, certains effets secondaires du traitement sur les graines obtenues sont "psychologiquement" néfastes au commerce, tel, l'aspect fripé, "échaudé" des grains traités, qui n'affecte pourtant pas leurs qualités profondes.
- La souplesse d'emploi est ce qui permet une marge de manœuvre sur la date du traitement en fonction des aléas climatiques, et préserve l'action du produit quels que soient ces aléas. Pour Hybis, la plage d'application est d'une dizaine de jours, ce qui paraît un tout petit peu insuffisant.

Un bon gamétocide doit bien sûr, en prime, ne pas être polluant. Non polluant pour la semence elle-même, on peut l'espérer puisqu'il y va de l'intérêt même du sélectionneur. Pour l'environnement, le contrôle est plus délicat. Les écologistes les plus vigilants n'ont pas encore pu se faire d'opinion. La firme Rohm and Haas, par exemple, n'a pas mis son gamétocide sur le marché. Elle garde jalousement le secret de son procédé : elle envoie ses propres ingénieurs traiter, courant avril, en France lors de la "montaison" du blé, les lignées mères produites par les sélectionneurs. Puis, elle appose sa marque "Hybrex" sur les variétés hybrides à commercialiser.

Les hybrides sont ainsi une co-obtention entre le détenteur du gamétocide et les sélectionneurs qui ont fourni les lignées parentales. Les "co-auteurs" se partagent les royalties : 5 % du prix de la semence, soit 60 F par quintal. 40 % de cette somme va à chacun des sélectionneurs (celui du père et celui de la mère) et 20 % va à la firme américaine. Le marché français actuel des semences de blé est de 4,5 millions de quintaux. Et il ne fournit que la moitié (55 %) des semences nécessaires aux 5 millions d'hectares cultivés sur notre sol ; le reste étant, comme nous l'avons dit, produit à la ferme. Voilà déjà un beau demi-gâteau pour l'industrie chimique et autres sélectionneurs, en attendant la conquête de l'autre moitié.

On comprend que dans toutes les grosses sociétés de produits chimiques, la recherche sur les gamétocides ait le vent en poupe ! Et au fur et à mesure que l'avenir des blés hybrides se dessine, les mariages vont bon train, non seulement entre les lignées pures de blé, mais aussi entre les grands de la chimie et les plus ou moins grands de la sélection. Récemment, deux alliances se sont confirmées. L'une est franco-américaine : entre la Coopérative de Pau, réputée surtout pour la production de semences de maïs hybrides, et Monsanto, premier producteur mondial d'herbicides, qui a racheté le programme de sélection de blé de

(suite du texte page 170)

LES EMPREINTES DIGITALES DU BLÉ

Depuis l'apparition en France en 1974 de blés à haut rendement mais impanifiables, Clément (variété d'origine hollandaise) et Maris Huntsman (variété anglaise), les meuniers tiennent à jour un classement des variétés en fonction de leur valeur boulangère. Il existe pour eux 7 catégories qui vont des blés de "force" ou améliorants (les meilleurs) aux blés impanifiables (les pires). La force boulangère d'une variété est l'aptitude plus ou moins grande de la farine à s'hydrater, puis des pâtes à se développer, depuis la fermentation jusqu'à la cuisson. Elle est fortement corrélée à la nature et à la richesse en gluten, formé des protéines de réserve, les gluténines et les gliadines, accumulées au cours de la maturation du grain. Aussi les meuniers utilisent-ils un test indirect pour évaluer l'appartenance et la qualité boulangère des grains qu'ils collectent : l'électrophorèse des gliadines.

*Le principe est le suivant : les gliadines, solubilisées et placées sur un support poreux de gel d'amidon ou de polyacrylamide, migrent de façon différente en fonction de leur poids et de leur taille. Cette migration peut être visualisée : chaque bande foncée signale la présence d'un type de gliadines, et une colonne donne la composition des gliadines de la variété analysée. Cette migration, spécifique, permet d'identifier une variété, quel que soit son lieu de culture (**photo ci-contre**). Il suffit pour cela de comparer son spectre (ou diagramme) des gliadines à une clé de détermination mise à jour chaque année. Ce test, très pratiqué en meunerie, peut également donner de précieuses indications aux sélectionneurs : sur la valeur boulangère d'une lignée dont ils ne possèdent que quelques plantes (car il suffit d'un demi-grain pour avoir l'"empreinte digitale" de cette lignée) ; sur la parenté et la complémentarité génétiques de deux lignées que l'on veut croiser (car toute protéine résulte de l'expression d'un ou de plusieurs gènes).*

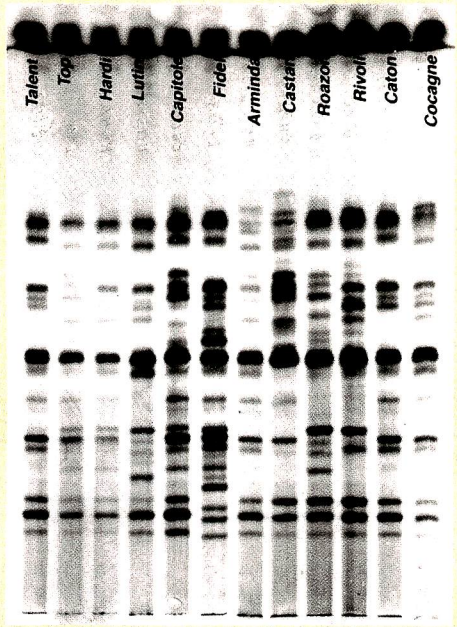


Photo Grands Moulins de Paris

INVESTISSEZ DANS L'ECONOMIE

Comprendre pour agir

Les médias vous bombardent d'informations économiques incompréhensibles ou incomplètes. Aujourd'hui tout va changer. Voici Science & Vie Economie, le magazine qui met toute l'économie à votre portée, qui vous explique tout. Clairement. Utilement. Avec Science & Vie Economie vous entreprenez mieux, vous consommez mieux, vous épargnez mieux, vous gerez mieux, vous investissez mieux. Chaque mois vous avez besoin de Science & Vie Economie pour dominer au lieu de subir.



1 AN
170 F
seulement
au lieu de
216 F*

* prix de vente au numéro

SCIENCE & VIE ECONOMIE

BULLETIN D'ABONNEMENT

à retourner paiement joint à Science & Vie Economie, 5, rue de la Baume 75008 PARIS.

• **Je désire recevoir Science & Vie Economie** pendant 1 an au prix de 170 F (étranger 275 F).

NOM : ..... Prénom : .....

Adresse : .....

Code Postal : ..... Ville : .....

Profession (facultatif) : .....

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

SV 811

AGRICULTURE : BONJOUR, CYBRIDES

Les hybrides d'espèces éloignées ont beaucoup fait rêver, et leur stérilité décourage les amateurs de coup d'éclat. Utiles en botanique expérimentale, ils ont cependant ouvert la voie aux cybrides, dont la rentabilité est beaucoup plus assurée.

Voici bientôt sept ans que l'on réalise en laboratoire des plantes chimériques telles que la "pomate", dont, idéalement, les tiges aériennes fourniraient des tomates tandis que les tiges souterraines se renfleraient en savoureux tubercules. Certains ont cru pouvoir les planter dans leurs potagers dans un délai relatif. En fait, cet hybride, chétif et stérile, est inexploitable. Il n'a eu pour intérêt que de montrer la possibilité de réussir *in vitro* des croisements interspécifiques impossibles dans la nature, même si ces deux espèces, comme la tomate et la pomme de terre, appartiennent à une même famille (celle des solanacées).

Parce qu'aucun hybride utilisable en agriculture n'est encore né d'une technique que l'on donnait pour révolutionnaire à ses débuts, nos confrères britanniques du *New Scientist* crient à la révolution ratée. Pourtant, loin d'être ratée, cette révolution devrait donner ses preuves dans les cinq ans à venir.

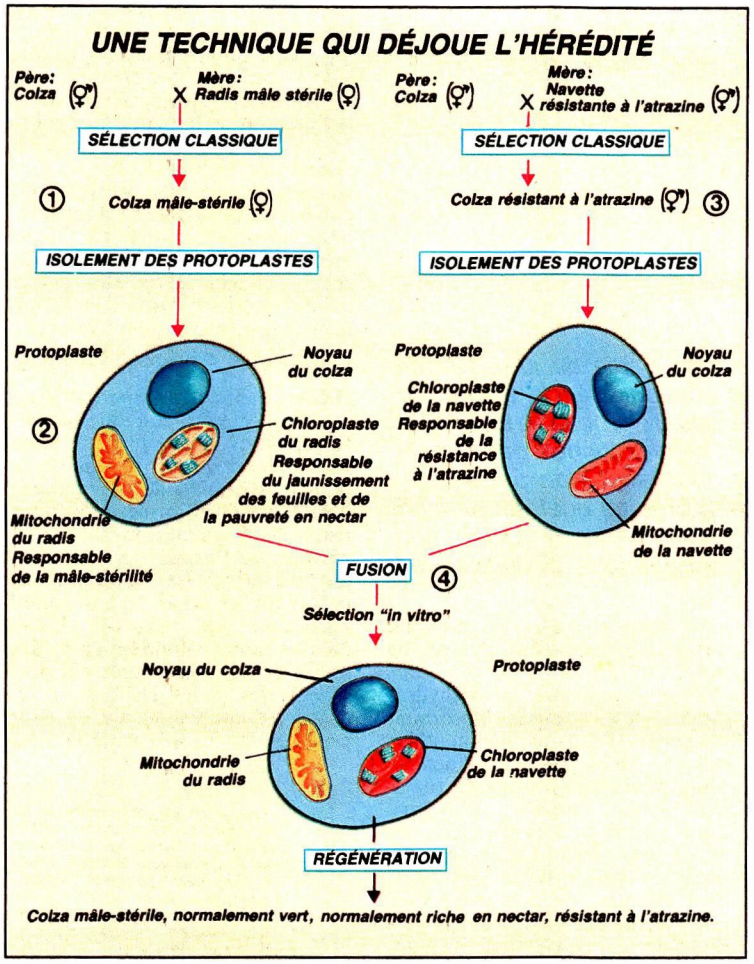
La technique repose sur la découverte de la fusion de protoplastes. Les protoplastes sont des cellules végétales "nues", débarrassées de la paroi squelettique qui les entoure. C'est à la fin des années 60 que les Japonais ont, les premiers, su mettre au point des mélanges d'enzymes efficaces pour digérer la paroi squelettique des cellules végétales. Peu après, on réussissait, sur des feuilles de tabac, à isoler des protoplastes, puis à régénérer la plante entière à partir d'eux. En 1974, on découvrit comment faire fusionner les protoplastes. Ils sont devenus alors un matériel de prédilection pour les chercheurs.

Les protoplastes "hybrides", issus de la fusion, reçoivent les noyaux et les cytoplasmes de leurs parents. Les noyaux, sièges des chromosomes (porteurs principaux de l'information génétique), peuvent eux-mêmes fusionnner, mais en général, ils coexistent au départ et les divisions ultérieures des protoplastes donnent naissance à plusieurs lignées caractérisées par un seul noyau parental. Les cytoplasmes, eux, mêlent leurs constituants, dont certains — les chloroplastes, siège de la photosynthèse, et les mitochondries, siège de la respiration — possèdent de l'ADN, molécule de l'information génétique. Les cytoplasmes issus de la fusion sont donc génétiquement nouveaux. Là réside l'immense pouvoir de la technique. Ainsi sont nés des protoplastes possédant le noyau d'un parent, les chloroplastes de l'autre et des mitochondries hybrides. Les plantes régénérées à partir de ces protoplastes hybrides du seul point de vue cytoplasmique, sont appelées des « cybrides », tandis que les plantes hybrides des deux points de vue, cytoplasmique et nucléaire, sont des « hybrides somatiques. » L'avenir des cybrides en agriculture est beaucoup plus prometteur que celui des hybrides somatiques. Des espèces naturelles, chez les céréales, les légumineuses, sont déjà récalcitrantes à se régénérer à partir de protoplastes. Cette aptitude peut être bloquée à différents stades : les protoplastes ne se divisent pas (cas des céréales), ou bien ils donnent un amas de cellules indifférenciées (cal) qui n'évolue plus (cas de la betterave à sucre). Elle peut également échouer à cause du tissu d'origine des protoplastes : les feuilles, les tissus âgés donnent des protoplastes moins évolutifs que les tissus jeunes (embryon, cotylédon, plantule *in vitro*). Si l'on n'arrive pas à reformer la plante entière à partir d'un protoplaste propre à une espèce, à fortiori est-on loin de voir surgir des hybrides interspécifiques ; la pomate en champ, les poiriers porteurs de mûres, les ronces pourvoyeuses de poires, les céréales fixant l'azote, ne sont pas pour demain. L'auteur de l'article du *New Scientist*, un chercheur anglais, signale à juste titre que, pour rapprocher des espèces éloignées, il est plus sage de transformer leur génome à l'aide de vecteurs de gènes (virus, bactéries) ou par injection directe d'ADN, plutôt que de brasser tout leur génome par la fusion de protoplastes.

Si le spectaculaire est déchu, l'intérêt reste entier pour les cybrides d'espèces voisines. D'autant plus que le déterminisme de certaines propriétés fondamentales des plantes réside dans l'ADN cytoplasmique.

Ainsi, il existe une stérilité mâle chez des plantes porteuses des organes mâles et femelles, (étamines et pistil), à cause d'une information contenue dans l'ADN des mitochondries qui rend le pollen déficient. Pour tranférer une telle information sans transférer le cytoplasme en entier, la fusion des protoplastes est le seul recours. Mais ce recours peut avoir des retombées techniques et financières majeures. Ainsi des travaux français (INRA, CNRS, Université) ont ouvert la voie à une concurrence effrénée dans plusieurs pays pour parvenir à mettre sur le marché des semences de chou et de colza hybrides obtenues grâce à la fusion de protoplastes. Les premiers y parviendront sans doute dans les cinq années à venir. En effet, la "vigueur hybride" propre à la première génération d'un croisement entre deux variétés pures (sélectionnées), est telle que les semences hybrides (vendues aux agriculteurs) font faire un bond aux rendements. Les maïs hybrides ont ainsi révolutionné l'agriculture et accessoirement, permis la richesse des producteurs de semences car l'agriculteur ne peut resemer des grains de sa propre récolte sous peine de perdre les performances des hybrides.

Mais l'obtention des hybrides n'est pas chose facile chez le chou ou le colza. Ces plantes autoallogames se reproduisent à la fois par autofécondation et par fécondation croisée parce qu'elles portent étamines et pistil. Actuel-



lement, l'obtention d'hybrides de chou dépend de phènomènes aléatoires d'auto-incompatibilité, très liés au climat. Un producteur de semences peut donc avoir une très belle production une année, et une production nulle l'année suivante avec les répercussions qu'on imagine sur ses finances et sur celles du pays.

Si ces producteurs de semences avaient une lignée "mâle-stérile" c'est-à-dire fonctionnellement femelle, sa fécondation par une autre lignée, devenant obligatoire, ne pourrait donner naissance qu'à des graines hybrides. Malheureusement, il n'existe pas de mâle-stérile spontané chez le chou et le colza. Mais il en existe une chez une espèce très voisine, le radis. En croisant, avec les méthodes classiques, des choux avec des radis mâle-stériles, l'INRA a pu obtenir des choux possédant le noyau du chou et le cytoplasme mâle-stérile de la mère (radis). Ces choux sont donc mâle-stériles. Et s'ils n'avaient été porteurs d'anomalies que seule la fusion de protoplastes a pu supprimer, il aurait suffi de les croiser avec une autre lignée, sélectionnée au préalable, pour obtenir les fameuses semences hybrides cultivées par l'agriculteur. Pour le colza, le même schéma est possible (**dessin 1**). Mais l'héritage de la mâle-stérilité rend les semences hybrides inutilisables. Car l'agriculteur cultive cette plante pour récolter les graines. Or s'il sème des semences hybrides mâle-stériles, il ne pourra pas avoir de graines, faute de pollen dans son champ. Pour être commercialisables, les semences hybrides doivent être issues d'une lignée père capable de restaurer et de transmettre la fertilité du pollen. Cette lignée père reste à trouver.

En fait, même en laissant de côté cet aspect de la fertilité des semences hybrides, leur utilisation est impossible si elles conservent le cytoplasme entier du radis. Car l'acquisition de la stérilité mâle cytoplasmique s'accompagne de deux anomalies : la première est un jaunissement du feuillage à des températures inférieures à 12 °C, par suite d'une inadaptation du génome des chloroplastes (issu du radis) au génome nucléaire (issu du chou). La seconde est un défaut de nectar des plantes (**dessin 2**). La fécondation étant assurée par les abeilles, le manque d'attractivité de ces colzas mâle-stériles met en péril la fécondation croisée indispensable pour la production des semences hybrides.

La technique de la fusion des protoplastes va pouvoir sauver la situation. En effet, en faisant fusionner des protoplastes de colza normal, avec des protoplastes de colza à cytoplasme radis, Georges Pelletier (INRA) a réussi à régénérer des hybrides ne possédant que les mitochondries du radis, le reste du cytoplasme et le noyau étant ceux du colza. Ces plantes sont alors mâle-stériles, normalement vertes et riches en nectar.

Il y a encore plus fort, chou et colza sont sensibles à l'atrazine, un herbicide couramment employé en culture du maïs. Or il existe chez une espèce voisine, la navette, une résistance à l'atrazine. Les généticiens ont localisé son origine dans les chloroplastes ; par fusion de protoplastes de colza (ou de chou) mâle-stérile à cytoplasme radis, et de protoplastes de colza (ou de chou) à cytoplasme navette obtenus par la même voie (**dessin 3**), l'équipe de Georges Pelletier a pu régénérer du colza (ou du chou) mâle-stérile, vert, riche en nectar et résistant à l'atrazine (**dessin 4**). Car leurs cellules portent le noyau du colza (ou du chou), les mitochondries du radis et les chloroplastes de la navette. Le chemin de croix des chercheurs n'est cependant pas fini : la résistance à l'atrazine a des effets secondaires de baisse de rendement, qui sont aujourd'hui à l'étude. En tout cas, la fusion de protoplastes permet de jolis cocktails qui auront leur place en "amélioration" des plantes et nous promet des semences performantes et génétiquement résistantes aux pesticides, pour le meilleur et pour le pire. Dans la panoplie des techniques *in vitro*, complémentaires, la fusion des protoplastes n'est donc pas la moindre. Il est cependant un peu léger d'attendre des "pommoires", des "pomates" et des "groseillins" sur les marchés : la question est plus sérieuse que cela.

Marie-Laure MOINET ■

Dessin Magnus Harling

Les tomates de mer

Honeywell nous a demandé de faire partie du jury qui doit départager les concurrents d'un concours sur le thème : la technologie la plus remarquable des 25 prochaines années. Nous avons été particulièrement impressionnés par le scénario de Françoise Bourely (24 ans, faculté de pharmacie, Paris V), que nous publions à peu près tel quel, et qui lui a valu une bourse pour un an d'étude à Berkeley (USA). Son idée, encore fictive, est qu'on aura appris à cultiver les plantes à l'eau de mer.

S'il est, à la rigueur, compréhensible que l'on meure de faim dans un désert minéral, il est par contre injurieux pour la raison du XXI[e] siècle que l'homme souffre de famine dans ces régions mêmes où existe à profusion tout ce qui est la vie : eau, protéines, chaleur, végétation inutile. C'est pourtant le cas des immensités de lagunes marines bordées de palétuviers foisonnants qui ne nourrissent personne.

Comment remédier à cela ? En cultivant la mer comme on a cultivé la terre. Les organismes animaux ou végétaux sont nés dans les océans il y a 4 milliards d'années, alors que la vie n'a émergé des flots pour conquérir les terres qu'il y a seulement 400 millions d'années. C'est-à-dire que pendant des centaines de millions d'années ces organismes primitifs ont évolué en un milieu marin plus tiède et moins salé qu'aujourd'hui, avec lequel ils étaient en équilibre osmotique. La teneur en sel des milieux intérieurs de tous les animaux y compris l'homme est de 9 g/l, ce qui correspond exactement au taux de sel de cet océan primitif. L'organisme perpétue en lui le souvenir de l'océan qui l'engendra... Cependant ce dernier, au cours des ères géologiques, s'est enrichi en sel (fourni par l'érosion des roches) jusqu'à atteindre la proportion de 35 g/l. Il a donc fallu que ses habitants s'adaptent à cette hypertonicité du milieu ambiant, qui fait que le liquide intérieur tend à fuir vers le milieu le plus concentré (eau de mer) pour équilibrer la pression osmotique. Comment s'y sont-ils pris ?

Pour compenser la déshydratation, les poissons absorbent beaucoup d'eau, et éliminent les sels en excès par les branchies. Mais pour les poissons cartilagineux (raies, requins), plus primitifs, les branchies n'étaient pas encore inventées ! Quelle solution ont-elles donc trouvée, ces raies, bien connues de nos ménagères qui savent, par exemple, qu'elles doivent les consommer rapidement sous peine d'être incommodées par une odeur d'ammoniac. Et pourquoi donc de l'ammoniac ? C'est que précisément, afin de compenser la pression osmotique due à l'excès de sel du milieu marin, les raies utilisent une molécule qu'elles ont trouvée dans leur propre organisme : l'urée. Les poissons cartilagineux, tout comme l'homme et tous les mammifères, sont des uréotéliques, c'est-à-dire que le déchet final de leur métabolisme protéique est l'urée. La forte concentration de celle-ci chez la raie (25 g/l) suffit à maintenir en équilibre les pressions osmotiques et à éviter la déshydratation.

Revenons sur terre. Lorsque des plantes sont arrosées d'eau douce, les sels minéraux contenus dans les cellules suffisent au maintien de la pression osmotique : les vacuoles se gonflent (turgescence), la plante est d'aspect ferme. Si on arrose cette même plante avec de l'eau de mer, l'eau sort des cellules, qui se rétractent (plasmolyse), la plante se déshydrate rapidement puis se fane et meurt. Toutefois, si par un processus quelconque, on parvenait à équilibrer les pressions osmotiques, donc à empêcher la déshydratation de la plante, on pourrait cultiver celle-ci au voisinage de l'océan et utiliser l'eau de mer comme seul moyen d'irrigation, partout où l'eau douce est rare. Le moyen proposé consiste à imiter le mécanisme d'adaptation des poissons cartilagineux, en saturant le milieu intérieur d'urée, molécule neutre et atoxique pour l'homme.

L'urée ($O = C<^{NH_2}_{NH_2}$) contient de l'azote, élément indispensable au métalbolisme végétal ou animal. Les plantes étant peu capables d'assimiler de l'azote organique, la plupart d'entre elles le puisent dans le sol sous forme de nitrates résultant des décompositions successives de l'azote organique par des bactéries. Les légumineuses possèdent un mode d'absorption particulier de l'azote. Leurs racines sont colonisées par des bactéries (les rhizobiums qui possèdent des gènes NIF, pour *nitrogen fixation* en anglais) qui sont capables de fixer l'azote atmos-

Voici les 6 lauréats européens du concours Honeywell, ayant obtenu une bourse d'études aux Etats-Unis. Parmi eux, Françoise Bourely, auteur du présent article, et Stéphane Launay (à sa droite, plus haut). Celui-ci voit, dans les années 2010, une révolution bio-industrielle qui permettra au Tiers-Monde de satisfaire ses besoins : élevage de bactéries pour l'alimentation, la fabrication des vitamines et des antibiotiques ; développement de meilleurs catalyseurs enzymatiques (textile). S. Launay est élève à l'école des Mines.



phérique en élaborant les produits azotés dont elles ont besoin. Il s'établit une corrélation, les acides aminés migrent dans la plante-hôte qui fournit l'énergie (sous forme de glucides) nécessaire à leur synthèse. Ainsi le végétal croît plus vite que s'il devait puiser les nitrates dans le sol tandis que le rhizobium seul ne pourrait fixer l'azote atmosphérique. Cet échange nutritionnel constitue une symbiose. Les Etats-Unis, gros producteurs de soja, inoculent régulièrement à leurs plantations de soja des rhizobiums, ceci évite l'emploi d'engrais nitriques coûteux.

Imaginons que l'on établisse une symbiose entre un végétal et une bactérie "uréotélique" capable de fournir de l'urée aux tissus de la plante-hôte. Les systèmes tampons vacuolaires et les forces électriques d'imbibition ne seraient pas modifiés par l'urée qui est une molécule neutre. Mais la pression osmotique cellulaire qu'elle engendrerait permettrait le contact de l'eau salée sans aboutir au phénomène de plasmolyse, selon exactement le même processus propre aux poissons cartilagineux. L'eau serait absorbée dans les tissus du végétal pour être "bue" par les cellules jusqu'à ce que l'état d'isotonie rendu possible par la présence de l'urée soit atteint. Ce mécanisme mis en place au terme de millénaires par le hasard ou (et) par la nécessité, ce mécanisme, l'homme possède les moyens de le reproduire au grand mépris de l'évolution darwinienne, qui, pour lui avoir offert un cerveau trop bien réglé, mérite son propre dérèglement !

Dans les conditions naturelles, le rhizobium synthétise des acides aminés, grâce à l'énergie d'origine végétale (ATP). Il existe des enzymes qui scindent certains acides aminés en urée, par exemple l'arginase (métabolisme des animaux) ou la glycocyamase (dans le foie des mammifères), qui agissent respectivement sur l'arginine et sur la glycocyamine. Les techniques actuelles d'ingénierie génétique permettent de greffer le gène qui commande la synthèse d'un enzyme donné dans une bactérie. La formation synthétique d'urée à partir de NH_3 et CO_2 par le biais du cycle de l'ornithine pourrait également être envisagée.

Au tout début de la symbiose, le rhizobium ne produira pas suffisamment d'urée pour équilibrer la pression osmotique exercée par l'eau de mer. Il faudra donc d'abord arroser les jeunes plants avec de l'eau douce, puis, la concentration en urée augmentant, avec de l'eau de plus en plus salée avant de poursuivre la culture par l'eau de mer.

La régulation de l'eau se fait par évaporation. Quant à la production d'urée, elle s'autorégule par limitation à un certain seuil, exactement comme la fermentation alcoolique (ou acétique) limite sa production à un certain taux (degré). Ce seuil serait calculé pour être isotonique à l'eau de mer, et on sélectionnera par subcultures répétées les souches qui produisent la courbe de concentration qui s'en rapproche le plus.

Pour choisir les végétaux qui bénéficieraient de ce type de culture marine, plusieurs critères entrent en jeu. Dans un premier temps, il faut se limiter aux légumineuses qui sont des plantes habituées à l'association symbiotique avec des bactéries. Parmi celles-ci on choisira des plantes dont la partie destinée à être ingérée par l'homme possède une teneur réduite en eau, telles que les lentilles, ou élevée en lipides comme les arachides. En effet, quoique atoxique pour l'homme (le fœtus en rejette dans le ventre maternel), il ne serait pas bon de consommer de l'urée en trop grande quantité ; or plus une plante est riche en eau plus elle contiendrait d'urée, et inversement. Des manipulations "désuréfiantes" pourront être envisagées dans un futur plus éloigné et étendre l'application au soja. La partie riche en urée de la plante pourra être utilisée, soit comme engrais biologique de qualité inégalée, soit comme fourrage pour les ruminants chez lesquels l'urée constitue justement une forme d'assimilation d'azote.

D'autre part, à long terme, la présence de végétation, par la fraîcheur ambiante qu'elle crée, et par le volume d'eau qu'elle exhale (un champ de maïs envoie dans l'atmosphère plus de trois millions de litres d'eau en une seule saison), contribue à former des nuages, à les attirer, à faire pleuvoir. C'est donc toute la région qui perd peu à peu son aridité.

Un tel système d'irrigation marine contribuerait à atténuer la faim dans le monde. En effet il permettrait la culture de fèves, de lentilles ou d'arachides *circummare*, tandis qu'à l'intérieur des terres, le manioc ou les céréales bénéficieraient d'engrais naturel de grande efficacité et le bétail de fourrage protéiné.

Françoise BOURELY ■

POUR QUE LA FICTION PUISSE SE RÉALISER

Les mers et les océans occupent 4/5 de la surface du globe et les plantes ont besoin d'eau pour survivre. Aussi, l'irrigation avec de l'eau de mer est-elle un rêve vieux comme le monde. Malheureusement le sel crée chez les plantes un stress hydrique en provoquant un appel d'eau de leurs cellules qui se déssèchent et meurent. Sauf chez les plantes halophytes (tolérantes au milieu salé), qui disposent de mécanismes "anti-stress hydrique" leur permettant de survivre en présence d'eau plus ou moins saumâtre. Elles synthétisent et accumulent des molécules (proline, bétaïnes...) qui luttent efficacement contre la déshydratation en augmentant la pression osmotique à l'intérieur des cellules.

La synthèse de ces molécules "osmorégulantes" est dirigée par une classe de gènes que l'on a baptisés "osm-gènes" (responsables de la tolérance osmotique au sel). A l'université de Rennes, l'équipe du Pr Le Rudulier, qui dirige le laboratoire de microbiologie et physiologie des symbioses, a réussi à transférer les osm-gènes à des bactéries fixatrices d'azote Klebsiella et Rhizobium. Normalement en milieu salé, ces bactéries perdent leur aptitude à fixer l'azote de l'air ; mais la présence des osm-gènes, efficaces dans la cellule bactérienne, permet le rétablissement de cette fonction dans un milieu environnant salé (voir Science & Vie *n° 775, p. 87 : "La guerre du sel").*

La création d'un rhizobium capable de synthétiser de l'urée, fiction envisagée par la lauréate de Honeywell, fournirait à la plante, à partir des nodosités formées entre ses racines et ce rhizobium, de l'urée endogène. Cette urée jouerait le rôle de protection vis-à-vis de la déshydratation en milieu salé que jouent actuellement la proline et les bétaïnes. Car l'urée est elle aussi une molécule osmorégulante.

Mais il faut ajouter un élément à cette fiction. Les plantes ne sont capables ni de synthétiser l'urée directement ni de la supporter en trop grosse quantité. Car l'urée, non toxique en elle-même, est dégradée par un enzyme, l'uréase, en ions ammonium NH_4^+ qui, eux, sont toxiques.

Si un jour, on arrivait à créer un rhizobium uréotélique (synthétiseur d'urée), fonctionnel en milieu salé, il faudrait également trouver un moyen pour que cette urée reste sous sa forme propre dans la cellule végétale. Cela revient à inhiber l'enzyme uréase, plus ou moins actif d'ailleurs selon les espèces (peu actif chez le petit pois, mais très actif chez le soja). **M.L.M.**

Encore un témoignage qui prouve que l'on peut maintenant gagner sans aucune difficulté plus de 30 000 F par mois en montant une affaire

VOICI COMMENT DEVENIR VOTRE PROPRE PATRON

● Etablissez-vous à votre compte. Imaginez-vous dans le fauteuil confortable du patron. En tant que chef d'entreprise, vous êtes toujours respecté. C'est vous qui donnez des ordres. C'est vous qui choisissez librement vos horaires de travail. Prenez votre après-midi quand vous en avez envie. Libérez-vous enfin des contraintes des salariés. Beaucoup d'entre eux peuvent se trouver au chômage, du jour au lendemain : la sécurité de l'emploi, cela n'existe plus. En tant que patron, en revanche, vous faites partie des personnes aisées. Offrez-vous, vous aussi, des loisirs attrayants, des voyages passionnants. Profitez du plaisir d'une très bonne table, et d'une cave à vin bien fournie. Décidez-vous maintenant.

Il gagne 400 000 F la première année



*« Avant j'avais un travail de routine, pas assez rémunéré. Heureusement, j'ai découvert une bonne affaire dans « **idées lucratives** ». En moins d'un an, mes revenus ont triplé. Actuellement, je gagne plus de 30 000 F par mois, sans contraintes : je suis mon propre patron.* Jacques de Brabant de Lyon.

C'est plus facile que vous ne le pensez

Voici d'autres exemples :



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



M. Serge Rhumorbarbe Protec' Graffitis à Ifs, (14) a enlevé sa blouse blanche de dessinateur industriel. Il a quitté son emploi stable, mais peu motivant. Ce sont là encore les dossiers-études « **idées lucratives** » qui lui ont permis de franchir le pas. Avec les informations qu'il y a trouvées, il est devenu spécialiste en cuir artificiel (vinyl). Selon son propre témoignage, ses revenus s'élèvent à 20 000 F par mois en moyenne. Sa nouvelle activité l'a déjà conduit dans de nombreux pays, dont 2 voyages aux Etats-Unis. *Voilà c'est autre chose que 8 heures de travail de bureau tous les jours, je ne pourrais plus jamais y retourner,* se réjouit-il en lecteur fidèle d'« **idées lucratives** ».



Du chômeur au roi du jus, M. Henri-Denis le Bigot a réussi cet exploit. Il a vendu en moins d'un an plus d'un million de gobelets de jus de fruits pressés à 10 F le gobelet. Une affaire très simple mais d'autant plus « juteuse », qui ne demande aucune connaissance particulière et que très peu d'investissement. Une activité sans secrets, à votre portée, de suite. Les dossiers-études « **idées lucratives** » vous montrent comment vous pouvez en faire autant.

Tous ces gens et beaucoup d'autres qui réussissent dans les affaires, qu'ont-ils de plus ? Rien du tout. Ils sont comme vous. Pas plus malins, ni plus intelligents que vous. Ils n'ont pas non plus de formation particulière, ni de capital important à leur disposition. Quelques milliers de francs suffisent déjà dans certains cas. Mais, et l'explication est très simple, ils exploitent tous des affaires faciles à réaliser, et néanmoins d'une extrême rentabilité. Ces affaires sont décrites en détail, avec exemples concrets à l'appui, dans les dossiers-études « **idées lucratives** » (8e année).

Vous êtes également capable de réussir

Comment faire ?

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

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

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

VU A LA TÉLÉVISION

En direct de F.R.3

*Même la télévision (F.R.3), les radios (France-Inter, Europe 1), de nombreux journaux (Le Monde...), et revues (V.S.D., Biba, l'Expansion...) ont consacré des émissions et des reportages aux dossiers-études « **idées lucratives** ».*

Gratuitement et sans risques

Demandez de suite, sans engagement de votre part, la collection comprenant plus de 70 résumés d'« **idées lucratives** ».

● **Ne tournez pas cette page avant d'avoir découpé le bon ci-dessous**

Faites-le à l'instant même, pendant qu'il en est encore temps, sinon vous risquez de l'oublier.

ÉDITIONS SELZ - Centre de Documentation - SER - B.P. 96 - 67380 LINGOLSHEIM
Tél. : (89) 24.04.64 +

BON DE RÉSERVATION GRATUITE



Envoyez-moi, *à titre gratuit et sans engagement de ma part,* la collection complète de plus de 70 résumés « idées lucratives ».

Nom : ..... *Prénom :* .....

Adresse : .....

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

A remplir en lettre d'imprimerie et à retourner aux
EDITIONS SELZ - SER - B.P. 96 - 67380 LINGOLSHEIM

1 S V B 5 0 1 0 4

Télévisions privées : le miroir aux alouettes

C'est fin avril-début mai que Me Jean-Denis Bredin doit remettre au Premier ministre son rapport sur "l'opportunité et la possibilité d'élargir en France les divers moyens de diffusion des programmes". Autrement dit, sur les meilleurs moyens de créer de nouvelles chaînes de télévision. Sans préjuger de ses conclusions, nous pouvons au moins mettre en garde les téléspectateurs contre un emballement intempestif : les chaînes à la douzaine, ce n'est pas pour demain !

Quand, le 4 janvier dernier, le président de la République confie à quelques journalistes qu'il est favorable à la création de nouvelles chaînes de télévision privées, la nouvelle éclate comme un coup de tonnerre dans un ciel serein. Aussitôt les médias s'en emparent, et c'est le branle-bas de combat dans tous les milieux de la communication. Les téléspectateurs, eux, d'abord sceptiques (combien de fois ne leur a-t-on pas annoncé l'"explosion" de l'audiovisuel, le déluge de chaînes transportées par câbles ou transmises par satellites !), finissent par être impressionnés par cette mobilisation générale et les mirifiques perspectives que font miroiter à longueur de journée les journaux, la radio et la télévision. Après des décennies de vaches maigres, ne vont-ils pas enfin avoir le droit, eux aussi, d'accéder au supermarché des images ? Cette fois, disent-ils, ça doit être sérieux ; un président de la République ne parle pas à la légère. S'il a dit : « Dans l'ensemble de la France, il doit y avoir place pour 80 à 85 chaînes locales », c'est que c'est vrai !

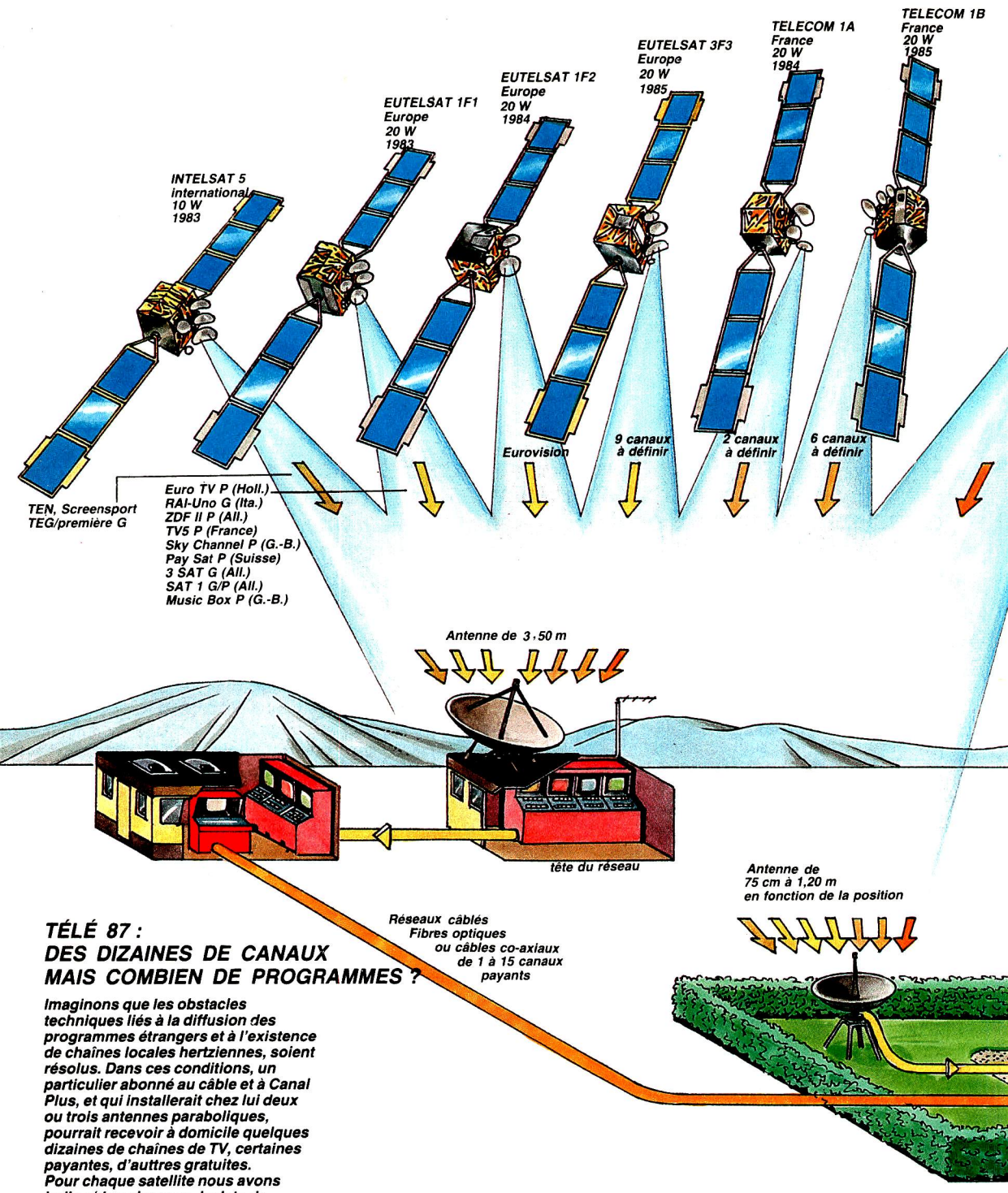
Et voilà, ces chers téléspectateurs, qui commencent à tirer des plans sur la comète. Certains envisagent de changer de récepteur, afin d'acquérir le poste multicanal qui leur permettra de papillonner entre deux bonnes douzaines de chaînes. D'autres, qui s'apprêtaient à s'abonner à Canal Plus, renoncent à leur projet, au désespoir de M. Rousselet, qui s'arrache les cheveux à pleines poignées.

De l'autre côté du petit écran, chez ceux qui, depuis des années, brûlent d'envie de "faire de la télévision", on n'a retenu de la déclaration du chef de l'État que ces quelques paroles : « Je souhaite que ce soit fait tout de suite. » Immédiatement, ça été la ruée : en deux mois, plus de 250 candidats — 253 exactement à l'heure où nous écrivons — ont manifesté leur intention de créer une chaîne de portée locale ou nationale. Une bousculade comme on n'en voit qu'à la Bourse, les jours où l'on introduit une nouvelle valeur pleine de promesses.

Que penser de tout ce tumulte ? Qu'il ressemble fort à ces emballements intempestifs qui débouchent sur des désillusions. Car, quoi qu'on en dise, ce n'est pas encore demain que les Français pourront choisir entre une ribambelle de chaînes. Les nouvelles venues se compteront sur les doigts d'une main, et peut-être même d'une main habillée d'une moufle ! Parler autrement serait se boucher les yeux et abuser les téléspectateurs. Il ne suffit pas en effet d'autoriser de nouvelles chaînes pour que celles-ci, comme par enchantement, voient instantément le jour. En voici les raisons.

I. PAS DE PLACE POUR TOUT LE MONDE

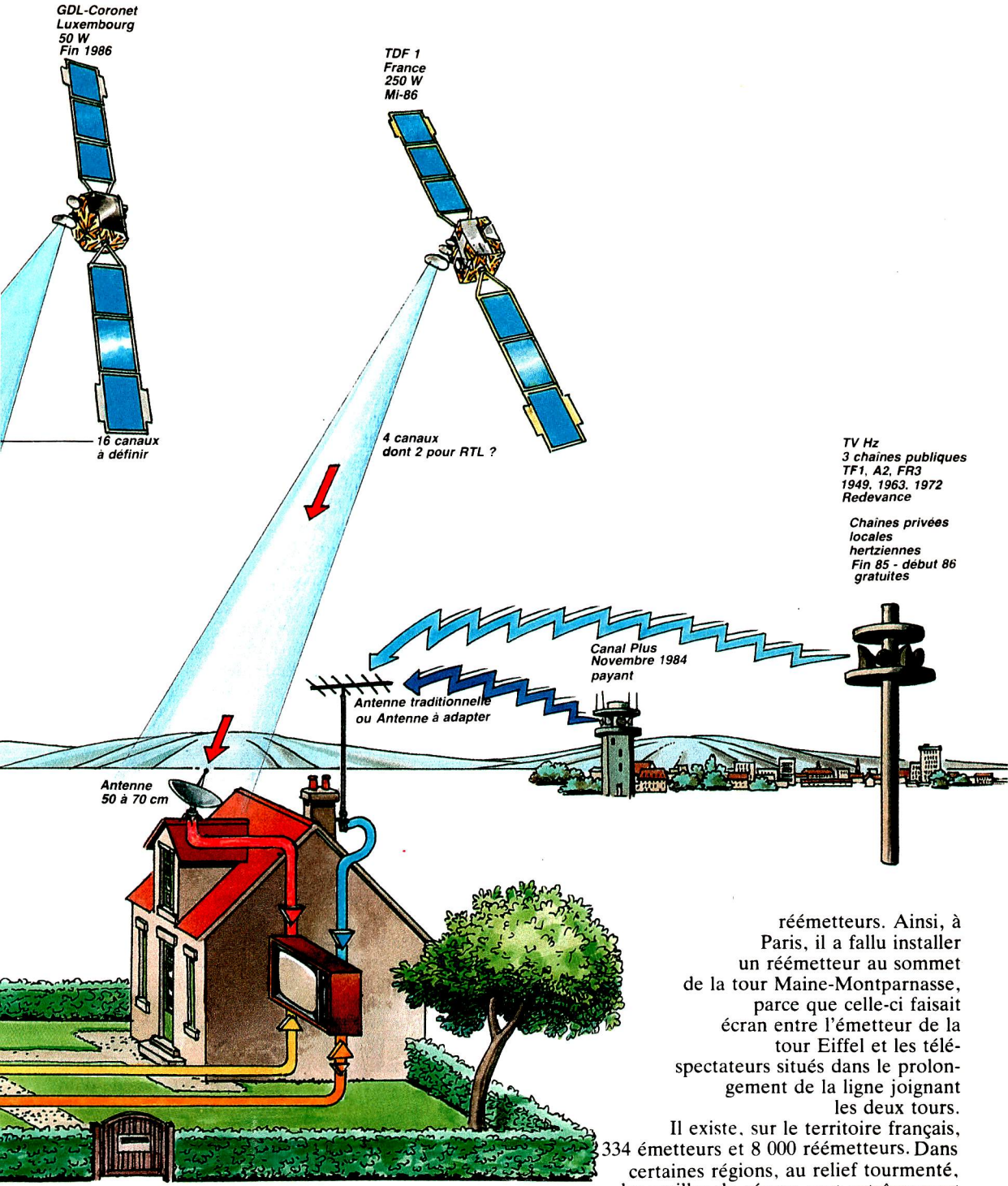
Ces fameuses télévisions privées dont on nous rebat les oreilles fonctionneront selon le même principe que TF1, A2 et FR3, autrement dit elles seront diffusées par ondes hertziennes, en fréquences UHF (Ultra High Frequencies). Dans cette gamme de fréquences, qui va de 300 à 3 000 MHz, deux bandes contiguës sont réservées, en France, à la télévision : les bandes 4 et 5, c'est-à-dire les fréquences comprises entre 470 et 862 MHz. Ces bandes sont elles-mêmes subdivisées en canaux, étalés sur 8 MHz chacun (6,5 pour la transmission de l'image et 1,5 pour le son). En théorie, donc, 49 canaux sont disponibles en France (862 − 470 = 392 : 8 = 49).



TÉLÉ 87 : DES DIZAINES DE CANAUX MAIS COMBIEN DE PROGRAMMES ?

Imaginons que les obstacles techniques liés à la diffusion des programmes étrangers et à l'existence de chaînes locales hertziennes, soient résolus. Dans ces conditions, un particulier abonné au câble et à Canal Plus, et qui installerait chez lui deux ou trois antennes paraboliques, pourrait recevoir à domicile quelques dizaines de chaînes de TV, certaines payantes, d'auttres gratuites. Pour chaque satellite nous avons indiqué la puissance, la date de lancement et le nombre de canaux disponibles. Toutefois, la qualité de la réception des émissions en provenance de tous les satellites dits de "TV semi-directe" ne serait pas uniforme sur toute la France. Et puis, reste à savoir si les producteurs de programmes et les organismes de télédiffusion réussiraient à remplir toutes ces chaînes théoriques.

Cela signifie-t-il que 49 chaînes de télévision peuvent coexister chez nous ? Certainement pas. Et voici pourquoi. A partir du Centre des Buttes-Chaumont, à Paris, ou des centres régionaux de FR3, les émissions du service national sont diffusées à très hautes fréquences, dans la gamme des 3 et 8 gigahertz, vers des émetteurs disséminés à travers tout le pays. Ces émetteurs transforment les fréquences gigahertz, qui ne peuvent pas être



Dessin C. Lacroix

captées par les antennes des particuliers, en fréquences UHF, lesquelles sont distribuées sur des canaux différents selon les régions. Mais, comme les ondes centimétriques se propagent en ligne droite, tout obstacle qui coupe le faisceau hertzien, que ce soit une montagne, une colline ou une tour de béton, empêche la réception des émissions et crée ce que l'on appelle une "zone d'ombre". Pour éliminer ces zones d'ombre, on utilise des réémetteurs. Ainsi, à Paris, il a fallu installer un réémetteur au sommet de la tour Maine-Montparnasse, parce que celle-ci faisait écran entre l'émetteur de la tour Eiffel et les téléspectateurs situés dans le prolongement de la ligne joignant les deux tours.

Il existe, sur le territoire français, 334 émetteurs et 8 000 réémetteurs. Dans certaines régions, au relief tourmenté, les mailles du réseau sont extrêmement serrées ; dans d'autres, moins accidentées, elles sont plus lâches. Les distances séparant émetteurs et réémetteurs sont donc variables et vont de 1 à 80 km selon la topogaphie des lieux. Or, pour éviter les interférences et préserver la qualité de la réception, TDF (Télédiffusion de France) n'assigne pas les mêmes fréquences aux émetteurs ou réémetteurs voisins. Si bien que, dans les régions où le maillage est serré, la majorité des canaux

sont occupés, et il n'y a pratiquement plus de fréquences disponibles.

D'autre part, les filtres qui équipent bon nombre de nos téléviseurs ne sont que médiocrement sélectifs, c'est-à-dire qu'ils laissent passer les fréquences voisines de la fréquence de réception. Aussi, pour pallier ce défaut, TDF évite-t-elle d'utiliser des canaux trop proches pour diffuser, à partir d'un même émetteur (ou réémetteur), les émissions de chacune des trois chaînes. Ce qui limite également le nombre des fréquences exploitables dans de bonnes conditions.

Conclusion : les choses étant ce qu'elles sont, on voit mal où l'on pourra trouver des canaux libres pour les 2 ou 3 chaînes nationales et les 80 ou 85 chaînes locales qu'on nous annonce. Pour les ingénieurs de TDF, une telle perspective relève de la chimère : éventuellement, on pourra dénicher trois fréquences par-ci, quatre fréquences par-là, un peu plus dans les régions côtières, mais jamais on ne pourra atteindre le chiffre imprudemment avancé.

Même son de cloche au CNET (Centre national d'études des télécommunications) : dans une note adressée à Matignon, il est indiqué qu'aucune nouvelle chaîne ayant une couverture nationale ne peut être envisagée, faute de fréquences libres. En ce qui concerne les chaînes locales, les perspectives ne sont guère meilleures, le nombre des fréquences disponibles oscillant entre 0 et 5 selon les régions.

Par souci d'objectivité, signalons tout de même quelques avis divergents. Ainsi, pour M. Jacques Dondoux, directeur général de la DGT (Direction générale des télécommunications), les ingénieurs de TDF pêchent par excès de pessimisme. La preuve : ils viennent d'exhumer du fond d'un tiroir une fréquence pour la diffusion de Télé-Monte-Carlo à Marseille, alors qu'il y a peu de temps encore, ils prétendaient qu'ils n'y en avaient plus. De toute façon, selon M. Dondoux, il y a en France un véritable gaspillage des fréquences, dû à la pléthore des réémetteurs. Opinion partagée par M. Pierre Crisol, l'un des membres fondateurs du RATV (Réseau autonome de TV), un organisme qui regroupe quelque 60 projets de télévision locale : d'après lui, pas moins de 200 chaînes locales pourraient être créées dans l'Hexagone !

Alors où est la vérité ? A priori, il n'y a pas lieu de penser que les techniciens de TDF noircissent la situation à plaisir. Après tout, ils sont les mieux placés pour évaluer les possibilités du réseau. Il existe toutefois une solution pour couper court à toute discussion : elle consiste à recenser région par région le nombre et l'emplacement des fréquences disponibles.

I. PAS D'ARGENT POUR TOUT LE MONDE

Supposons un instant qu'il y ait des canaux à gogo, et que 80 chaînes locales voient le jour. Combien d'entre elles parviendront à survivre ? Il faut savoir en effet que le fonctionnement d'une chaîne de télévision coûte cher, et même très cher. M. Eric Lambert, directeur de la société de conseil CMT (Communication, Média, Technique), estime qu'une chaîne locale ne produisant pas de programmes originaux et diffusant six heures par jour a besoin d'un budget d'environ 107 millions de francs par an — dont 98,7 millions pour l'achat de programmes, 1,6 million pour le matériel et 7,5 millions pour les salaires du personnel. Une chaîne émettant 14 heures par jour, avec deux heures de plateau (journaux, interviews, débats), six heures de production originale et six heures d'émissions achetées reviendrait à 687 millions de francs par an. Une autre étude, due à M. J.-P. Bailly, de la Maison du cinéma de Grenoble, aboutit à des chiffres du même ordre : une chaîne locale fonctionnant 13 heures par jour, ne diffusant qu'une heure de production régionale et deux heures de production locale, et complétant ses programmes avec des émissions achetées, coûtera au bas mot 210 millions de francs par an.

Or, la seule source de revenus des futures télévisions privées, qu'elles soient nationales ou locales, c'est la publicité, car il a toujours été entendu que les nouvelles chaînes seraient gratuites pour les téléspectateurs. La question qui se pose est donc de savoir si le marché publicitaire français est capable d'assurer le financement de 80 chaînes privées locales, ce qui représente un budget global compris entre 8,6 milliards de francs en hypothèse basse (107 millions × 80 chaînes = 8 600 millions) et 55 milliards en hypothèse haute (687 millions × 80 chaînes = 55 000 millions). La réponse est simple : c'est tout à fait impossible !

Selon une récente étude de l'AACP (Association des agences conseils en publicité), 2,5 milliards de ressources nouvelles pourraient être débloqués à condition d'autoriser la publicité audiovisuelle dans certains secteurs actuellement interdits d'antenne, comme la distribution, le tourisme, la presse, l'édition, etc. Quelques publicitaires plus optimistes pensent que ce chiffre pourrait atteindre 3, voire 4 milliards. De toute façon, on est loin du compte, et les chaînes locales ne pourront subsister que si elles sont puissamment soutenues par les municipalités ou les associations — autrement dit, de façon déguisée par les contribuables.

Conclusion : il semble pratiquement impossible qu'une télévision locale puisse assurer par elle-même sa propre existence. Le nombre des téléspectateurs qu'elle touchera sera toujours trop faible pour attirer des recettes publicitaires substantielles. Pour survivre, les chaînes locales n'auront pas le choix : elles devront d'abord se regrouper en réseaux régionaux, sous l'égide d'un grand quotidien de province, par exemple. Cela leur permettra de réduire leurs dépenses en matériel (studios communs, caméras partagées, etc.). Ensuite, ces réseaux régionaux devront eux-mêmes se regrouper en grands réseaux nationaux — les fameux *networks* américains —, sous la houlette de puissants groupes de communication, qui seuls seront capables de drainer la publicité extra-locale et de produire des émissions originales. Les stations locales affiliées à une superstation privée diffuseront les programmes de la chaîne mère, ne se réservant que quelques plages horaires pour leurs propres émissions, à caractère strictement régional.

LES "SATELLITES AU SOL"

Comme on manque de fréquences dans les bandes UHF et VHF, utilisons au sol les fréquences allouées aux satellites de télévision directe. Telle est la proposition qu'a faite le Centre national d'études des télécommunications. D'où le nom de "satellites au sol" donné à ce mode de diffusion.

Dans la pratique, les choses se passeraient de la manière suivante : des émetteurs placés au sommet d'une tour ou d'une colline fonctionneraient dans une gamme de fréquences tournant autour de 12 gigahertz. Pourquoi cette gamme ? Parce qu'elle correspond à celle qui a été attribuée au satellite TDF 1 (11,7 à 12,5 GHz), qui n'en utilise que la moitié pour son propre usage. Le reste est donc disponible pour les "satellites au sol".

D'après le CNET, on pourrait faire passer quatre canaux de télévision sur chaque émetteur de ce type, dont la puissance serait d'une vingtaine de watts, et la portée d'une quinzaine de kilomètres. La réception se ferait au moyen de petites antennes paraboliques analogues à celles qui sont prévues pour capter les faisceaux des satellites.

Cette solution de fortune, destinée à pallier l'encombrement des fréquences habituellement utilisées par la télévision, pourrait être appliquée dès 1986.

De l'avis des spécialistes, la manne publicitaire permettrait, dans la configuration que nous venons de décrire, d'alimenter deux grands réseaux nationaux, sur lesquels viendraient se greffer les 80 chaînes locales évoquées en haut lieu. Mais tout cela reste très théorique, car il faudrait d'abord qu'il y ait des fréquences disponibles...

III. PAS DE NOUVELLES CHAÎNES PARTOUT

Imaginons maintenant que, sur l'ensemble du pays, des fréquences aient été trouvées, que des réseaux se soient constitués, bref, que de nouvelles chaînes hertziennes soient prêtes à émettre. Tous les Français pourront-ils du jour au lendemain y avoir accès ? Rien n'est moins sûr. En effet ils ne possèdent par tous des antennes susceptibles de les recevoir. Comme le fait remarquer M. Claude Cornu, président du SNIDA (Syndicat national des installateurs en distribution audiovisuelle), la législation de TDF, encore en vigueur, stipule que les antennes, collectives ou non, et les installations annexes (amplificateurs, câbles coaxiaux, dérivateurs et répartiteurs) doivent être dimensionnées de façon à laisser passer la modulation de fréquence et 4 canaux de télévision (3 canaux UHF et un canal VHF, par lequel transite actuellement Canal Plus). De ce fait, la majorité des installations existantes, conçues à l'économie, ne sont pas en mesure de recevoir des canaux supplémentaires — sauf dans les régions frontalières où il est possible de capter les émissions de télévisions étrangères.

En outre, si les nouvelles chaînes privées n'empruntent pas les mêmes émetteurs que les chaînes traditionnelles, il faudra de surcroît changer les antennes.

Conclusion : chaque maison, chaque immeuble devra faire l'objet d'une étude particulière. Il suffira parfois de changer l'amplificateur ; d'autres fois, c'est l'ensemblre du câblage qu'il faudra modifier. La mise à niveau des dispositifs de réception risque donc de coûter bien cher aux téléspectateurs. Accessoirement, elles risque aussi de soulever par mal de problèmes. A cause d'un vide juridique. La loi de juillet 1966 fait en effet obligation à chaque propriétaire ou syndic d'équiper ses immeubles de façon qu'ils puissent recevoir les chaînes du service public. En revanche, rien n'est dit sur les chaînes privées. Alors, qui paiera les transformations ou les adaptations quand celles-ci seront nécessaires ? Tous les occupants de l'immeuble ou seulement les personnes qui souhaitent recevoir les télévisions privées ?

IV. LE CÂBLE FILE UN MAUVAIS COTON

Le 3 novembre 1982, les pouvoirs publics adoptaient un audacieux programme de câblage de la France en fibres optiques, destiné à doter notre pays d'un réseau ultra-moderne de vidéocommunications, distribuant à domicile aussi bien des chaînes de télévision que de la musique de très haute fidélité, et permettant aux abonnés, grâce à l'interactivité, de composer eux-mêmes leurs programmes à partir de catalogues de films, d'émissions TV ou de disques.

Les motivations de ce "plan câble" étaient multiples. Tout d'abord, l'équipement téléphonique de la France était en voie d'achèvement : il devait être pratiquement terminé en 1986 ; il convenait donc de trouver de nouveaux débouchés à nos industries. Ensuite, si nous parvenions à démontrer que nous étions capables de maîtriser la technologie des réseaux en fibres de verre, nos entreprises pourraient en tirer argument pour conquérir une place enviable sur un marché mondial évalué à plusieurs centaines de milliards de francs aux alentours de 1990. Enfin, la Direction générale des télécommunications pensait déjà à son futur réseau polyvalent, le RNIS (réseau numérique à intégration de service), sur lequel transiteront sous forme numérique la voix, les images et les données. Or, un tel réseau n'est concevable qu'en fibres optiques. En encouragement le "plan câble" en faisant miroiter aux usagers potentiels la possibilité d'accéder, par ce moyen, à une quinzaine de chaînes de télévision, la DGT escomptait en quelque sorte faire financer par les téléspectateurs aguichés son infrastructure de l'avenir.

Un planning précis avait été établi : 100 000 prises en fibres optiques seraient commandées à l'industrie à la fin de 1983, 300 000 durant l'année 1984 et un million en 1985. Ensuite, on s'efforcerait de maintenir un rythme qui ne serait jamais inférieur au million de prises par an.

L'initiative du câblage reviendrait aux municipalités. La gestion des réseaux de télédistribution (c'est-à-dire la distribution des chaînes ou des programmes de télévision) serait confiée à des SLEC (sociétés locales d'exploitation de câble), au sein desquelles les municipalités pourraient s'associer à divers partenaires publics et privés. Quant à la maîtrise d'œuvre des réseaux et à leur exploitation technique, elles seraient à la charge des PTT, qui demeureraient propriétaires des installations.

Lancé dans l'euphorie, le "plan câble" s'est rapidement essoufflé ; il accuse aujourd'hui un retard important. A la fin de 1984, 197 000 prises seulement avaient été effectivement commandées, au lieu des 400 000 prévues à cette date. Fin 1985, si l'on en croit les milieux officiels, nous en serons à environ 900 000 prises, chiffre apparemment surestimé, mais qui néanmoins se situe très au-dessous de l'objectif visé : 1 400 000 prises au 31 décembre prochain.

Pourtant de nombreuses municipalités ont manifesté un intérêt certain pour les réseaux de vidéocommunications. Quatre cents communes regroupées en 148 projets et rassemblant 15 millions d'habitants ont demandé au ministère des PTT — en l'occurence à la DAV (Délégation aux vidéocommunications) — d'envisager la création d'un réseau câblé sur leur territoire. Lorsque les projets sont suffisamment avancés, la DAV signe avec les municipalités un protocole par lequel les PTT s'engagent à effectuer à leurs frais les études techniques préliminaires (taille et emplacement du réseau, volume des travaux, etc.). Les communes, de leur côté, doivent s'informer des souhaits de leurs administrés, constituer une SLEC et déterminer les programmes qui seront distribués. Le premier protocole de ce genre a été signé le 19 ocobre 1983 avec la ville de Montpellier, dont le réseau doit en principe être terminé à la fin de cette année. Depuis cette date, treize autres protocoles ont été conclus.

Normalement, un protocole doit déboucher sur une convention définitive entre la SLEC et la DAV, convention énonçant les droits et les devoirs de chaque partie et le prix que la SLEC s'engage à payer aux PTT pour chaque abonné. Or, à ce jour, aucune convention, c'est-à-dire aucun engagement ferme de la part d'une SLEC, n'a encore été signé. Après l'engouement, est-ce la bouderie ? Pas exactement. Mais des problèmes juridiques et financiers sont venus freiner l'enthousiasme des candidats.

Les problèmes juridiques d'abord. Le plan câble a fortement pâti de lenteurs administratives. La loi consacrant l'existence légale des SLEC, par exemple, n'a été promulguée que le 1er août 1984, soit un an et 9 mois après l'annonce de leur création. Qui pis est, les décrets d'application de cette loi n'ont été publiés au *Journal officiel* que le 19 janvier 1985 ! Comment, dans ces conditions, des SLEC auraient-elles pu se constituer, puisque leur statut juridique n'était pas encore officiellement défini ? Résultat : aujourd'hui, une seule SLEC a une existence légale : celle de Cergy-Pontoise.

Autre problème juridique propre à décourager bien des bonnes volontés : l'article 80 de la loi sur l'audiovisuel du juillet 1982 spécifie qu'une société commerciale ou une personne privée ne peut pas prendre une participation dans plus d'une société d'exploitation du câble ; cela, naturellement, pour éviter la constitution de monopoles. Or, peu de sociétés en France ont, d'une part, une vocation multi-média et, d'autre part, les reins assez solides pour investir dans une SLEC. Si bien que, dans beaucoup de projets, on retrouve les mêmes partenaires. Ainsi, la Compagnie générale des eaux apparaît dans les projets de Montpellier, de Nice, de Munster, de Lyon et de Nîmes ; la Lyonnaise des eaux dans ceux de Paris, de Neuilly, de Saint-Germain-en-Laye et de Cannes. Si cet article 80 devait être maintenu, la plupart de ces SLEC en formation se verraient contraintes de renoncer, faute de partenaires.

Sur le plan financier, d'homériques batailles ont opposé les représentants des futures SLEC à ceux des PTT, interminables discussions de marchands de tapis qui n'ont pas contribué, c'est le moins qu'on puisse dire, à faire avancer les choses. Il s'agissait de définir les prix auxquels la Direction générale des télécommunications facturerait ses services. Pour récupérer sa mise, celle-ci avait fixé son tarif de base — permettant l'accès à 15 canaux de façon non simultanée (1) — à 60 francs par mois et par abonné. A quoi les représentants des SLEC ont rétorqué que, ces coûteuses installations en fibres optiques, c'était la DGT qui les avait voulues, pour préparer ses réseaux de l'avenir. Il ne fallait donc pas que la puissante administration se montrât trop gourmande, car, si les SLEC ne trouvaient pas de clients ou faisaient faillite, elle se retrouverait seule pour financer son futur outil de travail. Après bien des tergiversations, l'argument a finalement porté. Un accord vient d'intervenir aux termes duquel les SLEC verseront à la DGT 42 francs, plus 18,6 % de TVA, par mois et par abonné. Toujours pour le service de base. Des options existeront, mais elles feront l'objet d'une facturation supplémentaire. Ainsi, si une SLEC veut offrir à ses clients l'accès à deux chaînes en simultané, elle devra payer 20,50 F HT de plus par mois et par abonné. De même, l'accès à la haute fidélité entraînera un surplus de 15 francs HT.

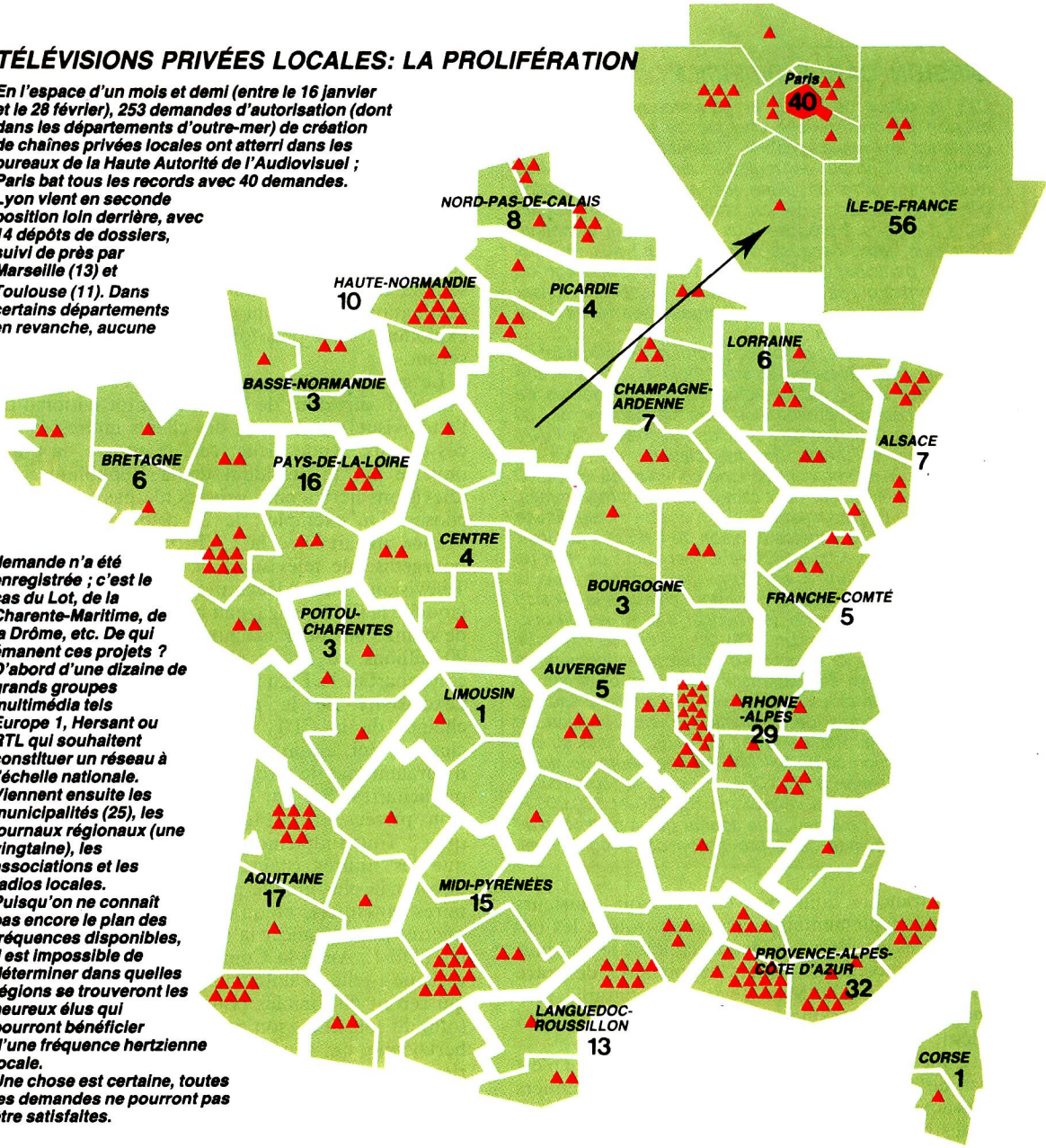
Attention, ces prix ne sont pas ceux que paieront les abonnés. Car, à ces sommes, il faudra ajouter la marge prise par les SLEC pour couvrir leurs frais de fonctionnement, leurs achats de programmes, leurs investissements, etc. A l'arrivée, la facture risque fort d'avoir doublé.

Autre cause de frictions entre les représentants des futures SLEC et la DGT : les pénalités que cette dernière veut infliger aux sociétés d'exploitation si elles ne parviennent pas à atteindre dans les délais fixés le nombre d'abonnés prévu par l'administration. « La SLEC est une entreprise commerciale ; si elle ne sait pas vendre ses services, il est normal qu'elle soit sanctionnée », dit-on au ministère des PTT. La sanction en question aura la forme suivante : la facture de la DGT prendra en compte non pas le nombre réel des abonnés, mais un nombre moyen entre ce nombre réel et l'objectif imposé. Exemple : s'il a été prévu qu'au bout de cinq années de fonctionnement la SLEC de X... doive avoir 10 000 abonnés, et si, à cette date, elle n'en compte que 6 000, elle sera dans l'obligation de régler une facture correspondant à

(1) C'est-à-dire sans la possibilité de regarder une émission et d'en enregistrer une autre sur un magnétoscope, ou d'en regarder une seconde sur un autre récepteur.

TÉLÉVISIONS PRIVÉES LOCALES: LA PROLIFÉRATION

En l'espace d'un mois et demi (entre le 16 janvier et le 28 février), 253 demandes d'autorisation (dont dans les départements d'outre-mer) de création de chaînes privées locales ont atterri dans les bureaux de la Haute Autorité de l'Audiovisuel ; Paris bat tous les records avec 40 demandes. Lyon vient en seconde position loin derrière, avec 14 dépôts de dossiers, suivi de près par Marseille (13) et Toulouse (11). Dans certains départements en revanche, aucune demande n'a été enregistrée ; c'est le cas du Lot, de la Charente-Maritime, de la Drôme, etc. De qui émanent ces projets ? D'abord d'une dizaine de grands groupes multimédia tels Europe 1, Hersant ou RTL qui souhaitent constituer un réseau à l'échelle nationale. Viennent ensuite les municipalités (25), les journaux régionaux (une vingtaine), les associations et les radios locales. Puisqu'on ne connaît pas encore le plan des fréquences disponibles, il est impossible de déterminer dans quelles régions se trouveront les heureux élus qui pourront bénéficier d'une fréquence hertzienne locale. Une chose est certaine, toutes les demandes ne pourront pas être satisfaites.



8 000 abonnés. Inutile de dire qu'une telle menance n'a pas été du goût des municipalités, qui ont demandé à réfléchir — et plutôt deux fois qu'une — avant de s'engager. D'autant que le taux de pénétration des réseaux câblés américains, qui existent depuis plus de vingt ans, se situe aux alentours de 45 %, alors que le DGT voudrait imposer ce même taux au bout de cinq ans. Un objectif qui tient de la gageure !

Les municipalités savent bien en effet que deux éléments détermineront le succès ou l'échec du câble : le prix de l'abonnement et la qualité des programmes servis. Or, concernant le premier point, différentes études de marché, réalisées entre autres par la SOFRES, ont montré qu'au-delà de 120 francs par mois, les candidats se font tirer l'oreille. Quant aux programmes distribués, on est encore en plein brouillard. Dans l'état actuel de la réglementation, les réseaux câblés n'ont pas le droit de retransmettre de chaînes étrangères, parce que celles-ci ne respectent pas toujours les conventions en vigueur chez nous (pas de film le mercredi et le samedi ; pas de publicité pour certains produits ; etc.). Alors, avec quoi va-t-on allécher la clientèle ? Va-t-on obliger les télévisions étrangères à réviser leurs programmes pour les adapter à notre législation ? Ou allons-nous supprimer nos interdits ? Mystère !

Pour couronner le tout, voilà que, tandis que les premières SLEC tentent péniblement de se constituer, tandis que leurs représentants se battent comme de beaux diables pour obtenir les tarifs les plus bas, le président de la République annonce que, sans bourse délier ou presque, les téléspecta-

Dessin C. Lacroix

MISSION CÂBLE DIFFICILE

Dès le début de 1983, le gouvernement créa une mission interministérielle chargée de fournir des programmes aux réseaux câblés. Elle fut confiée à Bernard Schreiner.. Son but est multiple : aider les collectivités locales à mettre en place les programmes qu'elles diffuseront sur leurs réseaux câblés ; inciter les producteurs d'images à proposer des émissions (information, éducation, jeux, banques d'images, etc.) aux réseaux câblés ; participer au financement de la production de programmes qui seront distribués sur le câble ; favoriser la formation des personnes chargées des réseaux de vidéocommunication.

L'une des premières actions de Bernard Schreiner fut de recenser les émissions existant déjà et pouvant être distribuées sur le câble. Aujourd'hui 2 600 heures de programmes en provenance des catalogues de 30 entreprises (archives des chaînes nationales, de l'INA, des régies régionales, des associations, etc.) ont été recensés. Elles serviront de fond commun où les SLEC pourront venir puiser pour alimenter leurs programmes. Mais 2 600 heures c'est peu. Si la chaîne locale diffuse des programmes achetés à raison de 7 heures par jour, la réserve de la Mission Câble lui permettra de tenir un peu plus d'un an. Il est donc indispensable que la production se développe, c'est pour cela que la Mission consacre une partie de son budget à aider les producteurs de programmes. En 1984, 20 millions de francs (le budget total de la mission se situait aux alentours de 50 MF) ont ainsi été dépensés an achats de droits de diffusion, et en aides aux régies : une goutte d'eau par rapport aux coûts de production d'une émission de télévision. Ainsi Patrice Flichy du CNET estime qu'une heure de fiction coûte 2,4 MF, qu'une heure de documentaire s'élève à 750 000 F, que le coût d'une émission de variétés varie entre 150 000 et 500 000 F. La Mission ne peut donc que donner qu'un petit coup de pouce à l'industrie de la production des programmes.

teurs français vont pouvoir recevoir plusieurs chaînes supplémentaires. Du coup, toutes les négociations s'arrêtent. « Depuis ce jour, je n'ai plus aucune nouvelle des futurs actionnaires de notre SLEC », constate Max Levita, responsable à la mairie de Montpellier du réseau câblé de la ville. Même situation à Grenoble, à Toulouse...

Conclusion : au train où vont les choses, ce n'est pas de sitôt qu'entreront en service les premiers réseaux en fibres optiques. Au grand dam des industriels ! « Alors que nous avons été les premiers à lancer un plan de câblage d'envergure, se lamentent-ils, nous allons nous faire souffler les marchés par les Japonais. Car, pour exporter, il faut que les clients étrangers voient nos réseaux fonctionner. »

V. LES SATELLITES NE TOURNENT PLUS ROND

Parmi les pourvoyeurs de chaînes nouvelles, attendus comme le Messie, il y a aussi TDF 1 et TDF 2. De quoi s'agit-il ? De deux satellites de télévision directe, recevant des émissions de la Terre et les rediffusant, à l'aide de "répéteurs" très puissants (230 watts), sur une bonne partie de l'Europe. Leurs programmes pourront être captés par tous les téléspectateurs, à condition que ceux-ci disposent d'une antenne parabolique de 50 à 70 cm de diamètre (2), dont le prix, équipements annexes compris, devrait tourner autour de 6 000 francs.

Dans un document publié par TDF (Télévision de France) en 1981, on pouvait lire : "C'est vers la fin de 1984 qu'un satellite français de télévision directe sera mis en orbitre". Aujourd'hui, on sait que TDF 1 ne sera pas lancé avant — au mieux — juillet 1986. Quant à TDF 2, il devrait suivre, en principe, dix-huit mois plus tard. Le retard est donc indiscutable, mais il y a, en plus, incertitude sur le contenu. Les deux satellites offriront ensemble cinq canaux, dont on ignore toujours la destination. Autrement dit, on ne sait pas qui les exploitera, et, à plus forte raison, ce qu'ils diffuseront.

Le gouvernement vient de charger M. Jacques Pomonti, directeur de l'INA (Institut national de l'audiovisuel) de trouver des clients intéressés par ces canaux. Rude tâche, car, là encore, la porte ouverte par le président de la République aux télévisions hertziennes privées n'a pas arrangé les choses. Un exemple : le 26 octobre dernier, la France signait avec la CLT (Compagnie luxembourgeoise de télévision), à qui appartient RTL Télévision, une "déclaration" préliminaire, par laquelle la CLT s'engageait à louer pour une durée de quinze ans deux canaux de TDF 1, au prix de 90 millions de francs par canal et par an. En contrepartie, la France garantissait pour cinq ans l'exclusivité de la publicité commerciale aux chaînes de la CLT, c'est-à-dire que les autres chaînes qui emprunteraient TDF 1 ou TDF 2 n'auraient pas le droit de diffuser de messages publicitaires. Sur ce, survint l'annonce des télévisions privées, et tout fut remis en question. Pourquoi ? Tout simplement parce que la CLT estime que les futures chaînes privées françaises vont dévorer la plus grande partie des budgets publicitaires potentiels, et qu'il ne lui restera que des miettes pour financer la location des deux canaux de TDF 1. Aussi la Compagnie luxembourgeoise réclame-t-telle maintenant 30 % des fréquences qui seront disponibles pour les télévisions locales (afin de constituer son propre réseau de télévision hertzienne, qui pénétrerait profondément à l'intérieur de notre territoire, comme le fait RTL radio), et la renégociation du loyer des canaux.

Si la France ne cède pas, la CTL reprendra ses billes et ira les porter ailleurs. Elle n'aura pas à aller bien loin puisque les Luxembourgeois eux-mêmes mijotent d'envoyer dans l'espace leur propre satellite de télévision directe, GDL (Grand Duché du Luxembourg). Ce projet, enterré dix fois, dix fois ressuscité, est aujourd'hui bien avancé. La société d'exploitation est déjà créée : on y trouve de grandes firmes européennes (Volvo, Electrolux, Scandia, Rita, Fagersta), des banques allemandes et luxembourgeoises, la société américaine Coronet et une filiale du groupe de presse Time-Life. Le satellite GDL doit théoriquement être lancé en septembre 1986 ; il sera moins puissant que les TDF, mais disposera de 16 canaux.

(2) La taille de l'antenne est fonction de la position du lieu de réception par rapport au centre du faisceau satellite.

DES CHAÎNES QUI NOUS TOMBENT DU CIEL !

Tandis que TDF 1 et TDF 2, les deux satellites de télévision directe que la France est en train de construire, n'ont pas encore trouvé de clients fermement décidés à louer leurs canaux, une nouvelle est récemment tombée, qui risque de détourner les éventuels "locataires". Dans le courant du mois de février, en effet, le CNET (Centre national d'études des télécommunications) a révélé qu'il avait mis au point une antenne parabolique d'un mètre de diamètre (soit 30 cm de plus que les antennes prévues pour capter TDF 1 et TDF 2) capable de recevoir directement les émissions TV en provenance de son satellite Télécom 1A. Le prix de cette antenne et de l'appareillage annexe tournerait autour de 15 000 francs.

Or, lors du lancement du Télécom 1A, en août 1984, les Télécommunications avaient juré leurs grands dieux que jamais leur satellite ne serait en mesure de faire de la télévision directe, pour la bonne raison que sa puissance — 20 watts — était beaucoup trop faible. Erreur d'appréciation ou volonté de dissimulation ? On nous répondra sûrement qu'il n'y avait rien de tel, mais que l'on n'arrête pas le progrès !

La nouvelle est d'autant plus troublante que Télécom 1B, le frère jumeau de Télécom 1A, qui doit être lancé le mois prochain, aura 6 canaux TV de disponibles. Vue sous cet angle, la révélation du CNET ressemble fort à un appel du pied aux candidats potentiels.

Mais ce n'est pas tout. M. Joseph Ankry, directeur de la société AZ 4000, qui distribue en France les antennes japonaises DZ Antenna, affirme avec force que, très bientôt, il sera possible de capter tout ce qui transite par les satellites de communications, que ce soit les Eutelsat (satellites européens) ou les Intelsat (satellites internationaux), avec des antennes de 75 cm de diamètre, dont le prix se situera aux environs de 10 000 francs. Or, les Eutelsat et les Intelsat, satellites de faible puissance comme les Télécom, n'ont pas été conçus à l'origine pour diffuser directement dans les foyers, mais pour émettre vers de grandes antennes, de 3,50 m de diamètre, à partir desquelles les émissions sont distribuées chez les particuliers, soit par faisceau hertzien, soit par câble.

Aujourd'hui, la frontière entre satellites de télévision directe et satellites de télévision semi-directe tend donc à s'estomper. Pour peu que l'électronique fasse encore quelques progrès, et que l'on fabrique des antennes orientables, il sera techniquement possible de recevoir à domicile tous les signaux télévisuels venus du ciel — à condition, bien sûr, qu'ils ne soient pas codés. Dans ces conditions, les gros engins comme les TDF, à l'électronique fragile, ont-ils encore une raison d'être ? « Oui, assure M. Jean Georgy, de Télédiffusion de France, car la qualité de réception que nous offrirons sera excellente dans toute la zone de couverture, et ceci quel que soit le temps. On ne peut certainement pas en dire autant des autres satellites. TDF 1 et TDF 2 ont été conçus comme un service public, c'est-à-dire qu'ils respecteront des critères de qualité valables pour l'ensemble de la population française, et non pas réservés à quelques privilégiés habitant une zone favorable (près du centre du faisceau de diffusion) ».

Loin de nous l'idée de mettre en doute les propos de M. Georgy. Il n'en demeure pas moins que le CNET, qui est expert en la matière, soutient avoir très correctement capté, avec une antenne de petite taille, les émissions de Télécom 1. Reste à savoir quelle sera l'attitude des télespectateurs français : accorderont-ils leur préférence à de petites antennes de 70 cm de diamètre, d'une valeur de 6 000 francs, leur permettant de recevoir — au mieux — 4 chaînes dans d'excellentes conditions ; ou bien choisiront-ils des antennes un peu plus grandes, un peu plus coûteuses, qui leur fourniront des images de qualité légèrement inférieure, mais qui leur donneront accès à toutes les chaînes qui passent par le ciel ?

Face à des perspectives aussi précaires, M. Pomonti a décidé de prendre son bâton de pèlerin et de parcourir l'Europe et les Etats-Unis à la recherche de fonds pour achever le projet et de clients pour occuper les canaux. L'Etat a déjà investi plus de 2 milliards de francs dans l'affaire, il n'est donc pas question de la laisser tomber.

Conclusion : hormis une chaîne de prestige, sur le programme de laquelle se penche actuellement une équipe sous la direction de M. Pierre Desgraupes, les canaux de TDF 1 et TDF 2 demeurent désespérément vides. On avait fondé les plus grands espoirs sur cette technologie nouvelle, du fait qu'avec des satellites on pouvait atteindre les coins les plus reculés de la campagne ou de la montagne, là où l'installation d'un réseau câblé avait été beaucoup trop onéreuse. Les satellites, en somme, mettaient tous les Français sur un pied d'égalité, offrant à tous une remarquable qualité d'image, quels que soient le temps et la situation géographique des destinataires. Mais aujourd'hui cet argument n'a plus la même force : si, en effet, les nouvelles télévisions hertziennes sont autorisées à emprunter l'infrastructure existante (émetteurs et réémetteurs du service public), elles pourront elles aussi toucher les régions les plus isolées. Quelle sera alors la justification du coûteux programme TDF1 et TDF2 ?

En résumé, si dans les milieux officiels on s'évertue à prouver qu'il y a complémentarité entre les télévisions hertziennes, les réseaux câblés et les satellites de télévision directe, la réalité, nous l'avons vu, démontre exactement le contraire. Il est évident, par exemple, que le satellite est le concurrent direct du câble, puisqu'il offre gratuitement — et à qualité égale — ce que la télédistribution fournit moyennant finance ; d'autre part, le formidable coup d'arrêt qu'a porté la déclaration présidentielle tant à Canal Plus qu'aux réseaux câblés et aux satellites, montre bien qu'il y a compétition et non coopération entre les différents systèmes. De ce point du vue, on attend avec curiosité les conclusions auxquelles aura abouti Me Jean-Denis Bredin.

Le téléspectateur aurait tort d'imaginer que, dans les mois qui viennent, il va pouvoir, à l'instar du citoyen américain, choisir entre une multitude de programmes. Qu'il regarde d'abord le paysage audiovisuel français — Canal Plus en situation difficile, le plan câble en suspens, les satellites en quête de clients et les télévisions privées à la recherche de fréquences et d'argent — et qu'il s'estime heureux s'il parvient à capter, sans trop de frais, une ou deux chaînes supplémentaires !

Françoise HARROIS-MONIN ■

Les folies de La Villette (II) : les responsables répondent

M. Goldberg, président du parc de La Villette, et M. Delouvrier, son prédécesseur, ont invoqué leur droit de réponse à l'article mettant en cause leur réalisation. Nous publions leurs textes d'autant plus volontiers que, sans aucun esprit de polémique, ils nous offrent l'occasion de mettre en lumière plusieurs points de nos critiques.

Nous avons trouvé que les énormes dépenses engagées pour la Cité des sciences et de l'industrie à La Villette étaient disproportionnées au résultat qui s'annonce chaque jour plus maigre. Nous l'avons expliqué le mois dernier. Ses réalisateurs y voient un nouveau Versailles, pour qui l'Etat peut dépenser sans compter. Ils nous détaillent cette vision dans les deux lettres que voici, où leurs auteurs, MM. Goldberg et Delouvrier, s'efforcent aussi de relever d'imaginaires erreurs et une partialité encore plus imaginaire.

Afin d'éviter au lecteur des renvois successifs, nous juxtaposons nos réponses à leurs critiques, au fur et à mesure de leur énumération.

Monsieur le Rédacteur en chef,

Dans le numéro de mars de "Science & Vie" vous avez publié un article consacré au Musée de La Villette, annoncé sur la couverture par une bande accrocheuse, « Les Folies de La Villette ». Dès l'abord on y voit de superbes photographies, par lesquelles on ne pouvait mieux magnifier les équipements que l'Etablissement public du Parc de La Villette, et bientôt aussi le nouvel Etablissement public de la Cité des Sciences et de l'Industrie, s'attachent à réaliser.

Mais il y a le texte ! Sans doute parce que l'exposition permanente du Musée consacrera un de ses secteurs aux langages et à la communication, M^me^ Denis-Lempereur a-t-elle voulu donner une démonstration des procédés d'un certain journalisme, qu'elle manie avec virtuosité : d'abord la collecte d'informations nombreuses et diverses — beaucoup de travail — ; puis, faute d'avoir pu déterrer le scandale du siècle, il a fallu le fabriquer.

Nous espérions qu'un meilleur usage aurait été fait des sommes considérables dépensées, non pour la science, mais pour l'aménagement et la décoration des bâtiments existants, position que nos correspondants semblent admettre difficilement. Nous ne sommes pas les seuls de cet avis : la Commission des finances du Sénat, par exemple, estime qu'« il importe de méditer sur le coût final de La Villette » et juge que « son opportunité est pour le moins contestable ». La même Commission cite aussi ce musée comme un exemple particulièrement remarquable de la difficulté qu'il y a à maîtriser et à contrôler la dépense publique en matière de recherche.

Il était de la compétence d'une revue de vulgarisation scientifique telle que la nôtre de faire une enquête sur le Musée de La Villette. Ce n'est pas là un «certain journalisme» mais du journalisme tout court. Un exemple parmi d'autres : nous avons omis de mentionner des liens de parenté avec certains soumissionnaires pour éviter, justement, « un certain journalisme ».

Il y a bien là transformation d'une dépense d'investissement en dépense de fonctionnement. On peut, pour le vérifier, se reporter au procès-verbal de la séance du Conseil d'administration du 13 juin 1984. Le bâtiment administratif, initialement conçu à l'extérieur du Musée, a été purement et simplement supprimé, pour essayer de rester dans l'enveloppe de 4,450 milliards, déstinée au seul Musée.

La variété des registres est admirable : derrière l'apparente précision des chiffres, on joue des dates de références, et l'on n'indique jamais si l'on parle hors taxes ou taxes comprises. On peut ainsi comparer un chiffre de 1979 en francs de l'époque, hors taxes, à un montant de 1984 en francs toutes taxes de cette année. La manipulation permet de multiplier par deux le coefficient d'augmentation réelle de l'un à l'autre. Lorsqu'il s'agit de solliciter la réprobation du lecteur, l'utilisation des centimes est de règle. Pourquoi n'avoir pas utilisé le sou, encore cher au cœur de nos compatriotes ? Les chiffres eussent été multipliés par 2 000 au lieu de 100. C'eût été plus efficace.

Il y a aussi les insinuations : par exemple en matière de marchés, l'Etablissement public a eu exceptionnellement recours à des voies d'urgence, ou bien a passé outre à des avis. Ce n'était pas « s'engager dans la voie de l'irrégularité », mais simplement appliquer des articles 217 et 218 du Code des marchés publics.

Viennent ensuite les demi-vérités. Je ne dispose pas de l'espace nécessaire pour les relever toutes. Je me bornerai donc à quelques exemples :

— Gâchis que la démolition de la centrale thermique édifiée pour les abattoirs. Mais on ne dit mot ni des études de 1980 montrant qu'il était trois fois plus coûteux de la conserver que de la démolir, ni des onze mois de négociations en 1982 pour ne pas parvenir à vendre les chaudières. Quant au preneur tardif de 1983 (qui n'était pas, d'ailleurs, Gaz de France) — si toutefois un simple appel téléphonique peut constituer une offre — il avait refusé la reprise de la centrale en 1976 !

— Gabegie sur la gestion courante, lorsque 40 000 F de subvention sont votés pour « faciliter le déplacement au Japon du personnel qui le souhaite » : précisons qu'il s'agit de personnes qui doivent aller à Tsukuba, lors de la journée française, pour y présenter l'importante contribution du Musée à l'exposition ; huit personnes en tout, à qui ne sera finalement accordé qu'un subside de 2 000 F à 4 000 F sur les 12 000 F qu'elles devront débourser pour le voyage.

— La location de bureaux dans l'immeuble Pariféric ? Une tortueuse manipulation budgétaire ? En fait, 4 000 m² de bureaux sont nécessaires jusqu'à la fin de 1987 pour "faire soudure" avant que la totalité des locaux administratifs du Musée ne soient livrés (environ la moitié à l'ouverture, le reste dans le courant de 1987, ce phasage étant dû non à des restrictions financières mais aux contraintes de chantier) ; c'est bien la solution choisie qui est la moins coûteuse sur cette période.

Enfin il y a des erreurs, que je veux croire involontaires (le nombre de places de stationnement démolies, le contenu de certaines dépenses, etc.).

Nous avons, bien au contraire, converti tous les chiffres en francs de 1984, afin que l'on puisse comparer des chiffres comparables. Exemples : page 15 (8e ligne de la 2e colonne), page 16 (34e ligne), page 23 (1re ligne) etc. Voici trois photocopies de notre article :

	Millions de francs 1978
● Démolitions	20 à 30
● Musée et annexes	350 à 500
● Parc	100 à 150
● Auditorium	230 à 350
● Imprévus et divers	140 à 206
TOTAL	840 à 1 236

(soit, en francs 1984, 1 554 à 2 286 millions).

cembre 1979. Au cours de ce même conseil, M. Giscard d'Estaing demande que l'enveloppe totale des dépenses, y compris l'aménagement du parc, ne dépasse pas 800 millions de francs **(soit 1 224 millions 1984).** Quatre-vingts milliards de

que l'auditorium n'est plus mentionné. Ajoutons, afin que nous puissions ultérieurement comparer des choses comparables, que ces 800 millions de 1980 équivalent à **1 224 millions de 1984.**

En revanche, nous avons, en effet, omis de préciser que le coût du film *L'Eau et les hommes*, 11,5 MF pour la première version et plus de 15 MF pour la seconde, était donné hors taxes. Toutes taxes comprises, ce documentaire de 30 minutes destiné à la Géode, coûtera quelque 32 millions.

Nous voulons bien croire qu'il revient plus cher, dans le cas de La Villette, d'exploiter une centrale de production d'énergie que de se brancher sur le réseau EDF. Mais puisque la centrale existait (d'un coût évalué à 150 millions de francs 1984), a-t-on réellement fait des économies en la démolissant et en reconstruisant à sa place une simple centrale de distribution d'un coût de... 240 millions de francs 1984, qui ne produira pas son électricité, mais devra l'acheter à EDF ? L'examen des études de 1980, citées par M. Goldberg, nous permettrait peut-être d'en juger ; nous en attendons communication. Par ailleurs, c'est M. Goldberg lui-même, lors de l'interview qu'il nous avait accordée, qui a cité le nom de Gaz de France, en tant qu'acheteur éventuel tardif.

Tous nos chiffres proviennent des documents de l'établissement public et s'il y a erreurs, elles ne sont pas de notre fait.

Mais l'essentiel n'est pas dans ces artifices. Il est dans le coût du projet de La Villette et dans l'évolution de ce coût. Monsieur Delouvrier s'en est longuement expliqué dans "Le Monde" des 8-9 avril 1984 en réponse aux questions de Mme Champenois, et au cours de sa conférence de presse du 11 octobre 1984. Les chiffres évoqués par votre collaboratrice sont donc connus du public depuis plusieurs mois...

Pour ma part, je voudrais faire réflexion sur le montant de 800 MF qui, selon votre magazine, est le coût de l'ensemble des projets de La Villette, à leur origine en 1979. Je note qu'il est déjà inférieur à l'estimation avancée par Monsieur Taillibert en 1978 (de 840 à 1 236 MF). Celle-ci, bien loin d'être généreuse comme le croit Madame Denis-Lempereur, sous-estimait fortement le coût du Musée (de 350 à 500 MF) : on connaissait à l'époque le coût du Centre Pompidou et celui des derniers musées construits aux Etats-Unis. A cette aune, le bâtiment seul du Musée aurait dû être estimé entre 1 100 et 1 800 MF (après déduction de la valeur de l'existant, soit 145 MF). Il n'y a guère de rapport entre ces chiffres et les 500 MF qui, au mieux, figuraient selon M. Taillibert le coût du Musée, contenant et contenu. De sous-estimation en sous-estimation, la recommandation de ne pas dépasser 800 MF pour l'ensemble du projet de La Villette ne pouvait que rester un souhait.

La première estimation complète est celle de l'étude de définition, achevée par M. Fainsilber en mars 1981, que M. Delouvrier n'approuvera qu'après avoir obtenu des économies (notamment en limitant les aménagements intérieurs aux trois premières travées). C'est l'estimation présentée au conseil d'administration du 6 octobre 1981, 2 935 MF HT valeur juin 1981, soit 4 646 MF, TTC valeur juin 1984 (qui comprend les bureaux de l'EPPV, les parkings et les aménagements urbanistiques, contrairement à ce qu'écrit votre rédacteur).

Ce montant fait ressortir pour les bâtiments un coût de construction sensiblement le même que celui du Centre Pompidou, dans la moyenne des prix obtenus à Washington et en Californie.

Il est donc absurde d'attribuer à une transformation née de je ne sais quelle mégalomanie (postérieure à mai 1981, précise votre rédacteur, comme s'il avait été possible de faire et d'évaluer un nouveau projet entre juin et septembre 1981 !) un écart qui ne mesure que la distance entre un vœu pieux et la réalité.

Après 1981, le bâtiment n'a connu que des modifications de détail. Le coût d'ensemble du Musée a néanmoins subi une dérive de 22 %, que le président de la République a, en mars 1984, exigé de résorber. Des économies ont été réalisées sur les abords et sur le contenu du Musée ; des présentations muséologiques ont été étalées dans le temps.

Nous déplorons en effet « la peau de chagrin », car si les surfaces d'exposition et les prestations du Musée ne cessent de diminuer, son prix, lui, n'a cessé d'augmenter. Ainsi des 60 000 m² d'exposition permanente prévus en 1979, on est passé à 30 000 m² en 1981, 18 000 m² en 1984 et on aura peut-être moins de 12 000 m² en 1986, si l'on en croit le rapport confidentiel du COMIST. La facture, elle, en revanche a suivi l'évolution inverse.

L'évaluation à 800 MF est le fait de l'ancien président de la République, lors du conseil restreint tenu à l'Elysée le 20 décembre 1979. Cette enveloppe de 800 millions avait été acceptée par M. Delouvrier lors du conseil d'administration du 4 février 1980.

Nous nous sommes limités à indiquer que l'évaluation de 4,646 milliards de francs 1984 concernant le Musée (contenant, contenu et abord) datait du 6 octobre 1981. Et l'on ne peut nier que le projet ait pris de l'ampleur sous l'impulsion du nouveau gouvernement, puisque le jardin est devenu parc urbain du XXIe siècle, un projet beaucoup plus ambitieux, et que l'auditorium est devenu Cité de la musique, avec de nombreux équipements annexes. La facture totale pour le site est montée le 6 octobre 1981 à 5,426 milliards de francs 1984 et a encore crû par la suite.

Les "modifications de détail" firent qu'en octobre 1983, la facture totale pour le site atteignait 6,770 milliards de francs 1984.

M. Delouvrier lui-même, dans une note sur « l'évolution du coût global du Musée », expliquait que l'avancement des études avait entraîné « des exigences nouvelles sur le bâtiment... » et qu'il s'agissait « ni d'un glissement ni d'un dérapage de coûts mal évalués, mais d'adjonctions, de nouvelles prestations, bref de perfectionnements ».

Ajoutons que si nous avions été interrogés, nous aurions grossi leur nombre. Mais les avaient-on prévenues de ce que cela leur coûterait et, si l'on peut ainsi dire, du rapport "intérêt-prix" ?

Ce type de sondage a toujours pour objet de faire dire aux gens ce qu'on souhaite les entendre dire.

N'y a-t-il pas quelque illogisme à crier à la supercherie, à déplorer « la peau de chagrin » (dont la description est de plus inexacte), après avoir vanté, dans les premières pages de votre article, la progressivité de réalisation prônée par M. Lévy dans son rapport de 1979, et par le Comité d'orientation du Musée ensuite.

Car il est bien vrai que la création d'un musée, quelque enseignement qui se puisse tirer des expériences antérieures, exige une longue recherche pour tenter de progresser par rapport aux prédécesseurs, qu'elle appelle donc tâtonnements et erreurs.

Quoi qu'en pense Mme Denis-Lempereur, il n'est pas anormal de dépenser 347 MF en études pour cela, soit 15 % du coût des réalisations du futur Musée.

C'est un pourcentage un peu plus élevé que celui de la recherche dans l'énorme chiffre d'affaires de l'industrie pharmaceutique (12 %), bien moindre que la part de la recherche par rapport à l'investissement de l'industrie automobile.

Il faut aussi évoquer le fonctionnement de la Cité des Sciences et de l'Industrie : 1 000 emplois à l'ouverture (et non 1 500) pour 4 millions de visiteurs attendus, qui devraient, selon les enquêtes de public, atteindre 6,5 millions en rythme de croisière. Voici donc 25 emplois pour 100 000 visiteurs.

Je ne sais d'où vient le chiffre moyen de 7 emplois pour 100 000 visiteurs dans les musées américains : s'il est exact, c'est une moyenne de chiffres fort dispersés, puisque le plus grand ensemble de musées de Washington, le Smithsonian Institute, qui occupe 5 000 personnes et reçoit 22,5 millions de visiteurs par an, emploie donc 24 personnes pour 100 000 visiteurs, chiffre voisin des 23 personnes pour 100 000 visiteurs du Musée de Toronto, cité en exemple dans votre article.

Signalons aussi que La Villette emploiera au moins deux fois moins de personnes que le Palais de la Découverte, et pourtant la future Cité des Sciences et de l'Industrie assurera bien d'autres fonctions que celle d'un musée : médiathèque, salles de découverte, formation muséologique, classes Villette...

Finalement, de malveillances en arguties, Mme Denis-Lempereur occulte la question fondamentale. Mettre en balance le projet de La Villette et des lycées n'a pas grande signification. Les fonctions des uns et de l'autre ne sont pas substituables. Ce qui importe, c'est de savoir à quelle demande répond le projet.

Neuf personnes sur dix interrogées en région parisienne estiment le Parc et le Musée des sciences souhaitables, huit sur dix ont le même avis pour la Cité de la musique.

Parmi les divers services offerts par le Musée, la médiathèque est la plus demandée ; les jeunes

Le taux de 15 % serait déjà élevé ; le taux habituel du coût des études par rapport à un devis global se situe entre 7 et 12 %. Comme les études en question ne portaient que sur le contenu du Musée, évalué à 1 559 MF 1984, leur taux est donc de 22 %, ce qui est excessif.

Peut-on comparer les études, parfois fumeuses, financées pour préparer le Musée avec la recherche pharmaceutique, qui a tout de même permis la synthèse de produits tels que la cortisone ou des vaccins, et qui débouche sur une industrie très rentable ?

Comparaison pour comparaison, il n'est sans doute pas plus illégitime de rappeler que ces 347 millions de francs correspondent au financement de sept lycées de mille élèves.

A titre indicatif, voici quelques exemples d'études caractéristiques de ce que nous appellerons volontiers "l'esprit Villette" :

— « Les principaux problèmes psychosociaux posés par le Parc » ;
— « Un Parc, sept publics... diagnostic » ;
— « Les ouvrier(e)s et le Parc » ;
— « Les adolescent(e)s et le Parc »...

Le chiffre de « 1 500 » émane du Conseil d'administration du 21 novembre 1984, ce qui donne bien 37 employés pour 100 000 visiteurs. En voici le texte :

« en effectifs : 1500 personnes au total, se répartissant en 1000 agents sur contrats, 200 agents mis à disposition et 300 volontaires et vacataires,

Le chiffre de 6 (et non 7) employés pour 100 000 visiteurs dans les musées américains émane d'un document de synthèse du Comité consultatif du 11 juin 1979, de la Mission d'étude du Musée, présidé par M. Maurice Lévy :

*« **Le coût moyen de fonctionnement** s'établit à $ 0,90 par visiteur pour les grands musées (qui reçoivent jusqu'à 10 millions de visiteurs par an, et au double environ ($ 1,70 par visiteur) pour les musées de taille moyenne de l'ASTC. On retrouve le même rapport 2 pour le nombre d'employés : 6 employés permanents par 100 000 visiteurs pour les grands musées et 11 pour les autres, mais le bénévolat joue en outre un rôle important. »*

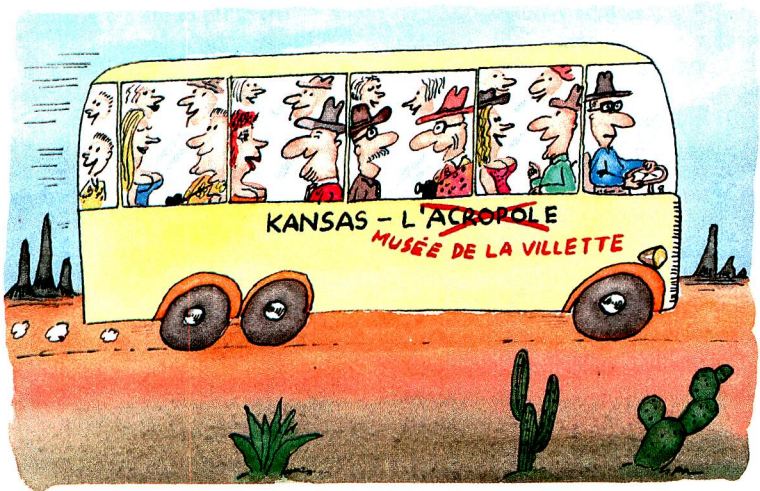
adultes veulent pouvoir y accéder en dehors de leurs heures de travail. Est-il donc sans intérêt de fournir un instrument de familiarisation avec la science et les techniques ? Et s'il faut le faire, doit-on le construire au rabais, sous une tente ? La dimension culturelle d'un tel projet ne peut être niée. S'il fallait suivre Mme Denis-Lempereur, nous n'aurions ni temples grecs, ni cathédrales, où elle verrait sans nul doute les produits d'un délire collectif inutilement coûteux.

Soit, dira-t-on ; mais le temps de crise n'est pas le temps de la gloire. Rappelons donc que dans les noires années trente, Roosevelt lançait un ambitieux programme de projets culturels. L'art new-yorkais en est issu, qui a dominé la scène internationale pendant plus de trente ans. Alors, pourquoi pas en France ?

Serge GOLDBERG

Si dans les temps à venir, l'ancienne structure de béton des abattoirs, revêtue d'un habit de verre, devait être comparable à l'Acropole ou à Notre-Dame de Chartres, nous sommes prêts à retirer tout ce que nous avons dit, même si la facture finale est le double de celle d'aujourd'hui et si le délai de finition s'étale sur dix ans de plus.

Les entreprises culturelles issues du New Deal servirent à résorber le chômage. La comparaison a sans doute dépassé les intentions de M. Goldberg.



Paris, le 7 mars 1985.

Monsieur le Rédacteur en Chef,

Monsieur Serge Goldberg, mon successeur, a répondu mieux que je ne l'aurais fait moi-même à Jacqueline Denis-Lempereur.

Mais je suis mis en cause personnellement ; jamais de ma vie, même en Algérie, mon nom n'a été tant de fois cité en pages si rapprochées !

Jacqueline Denis-Lempereur rappelle ma contribution au programme nucléaire d'EDF dont, en avril 1983, dans votre revue, elle a dénoncé l'hypertrophie et les pannes. Faut-il dès lors être étonné que le mot « hypertrophie » revienne comme un leitmotiv dans son article sur « Le Musée de La Villette ou la folie des grandeurs » ?

Je me vois donc obligé d'ajouter quelques précisions.

Le coût du projet aurait été multiplié par plus de sept en cinq ans.

Sept fois, ceci est faux, et je trouve radicalement fallacieuse la manière, dans cet article, de compter, de présenter, d'interpréter. La précision n'est souvent que l'apparence de l'exactitude et peut cacher des erreurs foncières. C'est le cas ici.

— Admettons un instant que la somme de 800 millions ait été une évaluation véritable du coût du Musée et du Parc. Le coût finalement arrêté par les autorités de tutelle pour la Cité des Sciences est de 4,45 milliards auxquels s'ajoutent 700 millions actuellement prévus pour le Parc, — qui n'est pas qu'une pelouse —, cela fait un total de 5,15 milliards. L'apparence est une multiplication par 6,5 ; or la réalité est autre : les chiffres ne sont pas comparables, tout simplement parce que le premier chiffre date de 1979 et le second de 1984. Il ne s'agit pas des mêmes francs ; 800 millions de juin 1979 valent en réalité 1,5 ou 1,7 milliard en juin 1984, suivant qu'on inclut ou non la TVA. Dès lors, la multiplication ne serait plus que d'environ trois fois. Ceci serait déjà moins hors du commun, car un tel multiplicateur se rencontre malheureusement de manière assez fréquente pour les grands ouvrages, les grands travaux, les engins novateurs. Ne parlons pas de Concorde, de la première centrale nucléaire, de l'autoroute « Antenne de Bagnolet » et d'autres exemples plus récents encore.

— Mais ce "trois fois" est aussi totalement faux.

Pour qu'il soit vrai, il faudrait que le chiffre d'où l'on part ait un sens. Il est bien exact qu'il a été articulé en conseil restreint mais avant toute étude, avant même le choix de l'architecte ! Monsieur Goldberg ne lui donne que le sens d'un souhait. Je n'irai même pas jusque-là, car ayant

vigoureusement protesté contre l'énoncé d'un tel montant, il m'a été expressément demandé, dans un entretien du début de 1980, de prendre le temps d'étudier posément pour donner à l'autorité de décision le vrai devis d'un projet approfondi et aussi développé qu'il m'apparaîtrait utile à l'esprit de l'entreprise ; en contrepartie, si je puis dire, je me suis engagé à ne donner nul chiffre avant que ce travail fût terminé, et surtout, à ne pas ordonner de travaux, sauf la démolition (à l'exception de la salle des ventes et de la grande halle).

Ainsi l'autorité publique conserverait toute liberté de faire ou de ne pas faire, d'accepter le programme ou de le réduire, ou même, pour certaines parties, de l'augmenter.

C'est exactement ce qui s'est passé ; dès avant les présidentielles, le projet s'était étoffé et les ordres de grandeurs étaient connus, sauf pour l'adjonction au musée de la médiathèque, notamment de l'audiovisuel ; le pouvoir a pu se décider en connaissance de cause et, ensuite, pour le respect des prévisions, loin d'être scandaleuse, la seconde Villette est plus que satisfaisante. Que cela ait été facile, c'est une autre histoire ; il y a eu beaucoup de tensions, beaucoup d'épreuves, des départs inévitables, des essais malheureux ; la volonté ferme du Président de la République a maintenu en francs constants l'évaluation dans l'enveloppe présentée au conseil d'administration en octobre 1981.

A côté de l'attaque fondamentale rendue à l'inexistence, le reste n'est que banderilles. Retirons les plus piquantes pour ne pas nous énerver.

— L'auteur m'aurait bien vu détruisant la salle des ventes des nouveaux abattoirs ; or cette salle avait coûté plus de 400 millions de francs (valeur 1984). Si le gouvernement avait accepté que j'abatte un bâtiment d'un tel prix, le seul bâtiment que Monsieur Taillibert estimait pouvoir servir encore, que n'aurait-on crié au scandale !

— L'article me reproche le choix du procédé "Omnimax" canadien au lieu du procédé "Panrama" français pour une projection de qualité exceptionnelle de films scientifiques. Sur ce point, tout a été dit en son temps au Parlement lui-même, et j'ai tout tenté personnellement pour que l'inventeur ait des contrats de recherche-développement ; le succès était incertain, il ne pouvait être en tout cas que très tardif ; qu'y faire ? et que faire ? Le choix s'imposait.

— Quant à la critique me renvoyant à la ménagère qui sait compter la TVA dans ses achats, elle me touche en me faisant sourire, car il se trouve que, jadis Directeur général adjoint des impôts, je suis avec Maurice Laure l'inventeur de la TVA. Confondre ménagères, entreprises, collectivités locales, Etat, confondre achat de consommation et achat d'équipement, quelle innocence !

Tous les pays adoptent la TVA parce que précisément elle ne frappe pas l'investissement : l'entreprise déduit ou est remboursée, la collectivité locale est subventionnée à l'équivalent de la TVA payée, l'Etat se rembourse par la rentrée fiscale elle-même.

Dessins F. Puig Rosado

Notre manière de reprendre les comptes n'est nullement fallacieuse. Selon l'indice de l'INSEE, 800 MF de décembre 1979 représentent bien 1 224 MF 1984 (augmentation de 49,6 % de l'indice sur cette période), et non 1 500 ou 1 700 MF. Même si l'on supposait que le montant de la TVA n'ait pas été inclus dans cette estimation de 800 MF 1979, on parviendrait au mieux à un total de 1 400 MF TTC en francs de 1984. Il en résulterait que les 5 550 MF que représente le coût total (provisoire !) de La Villette, y compris la première tranche de la Cité de la musique, indiqueraient que l'augmentation réelle des frais, en francs constants, est de quatre fois, et non trois.

Cela étant, il n'est guère possible de passer sous silence le fait que La Villette a constitué une enclave où le taux de l'inflation a été bien supérieur à celui relevé par l'indice de l'INSEE, puisque le coût initial annoncé a bien été multiplié par sept. Certes, on avait bien envisagé un financement complémentaire lors de la séance du conseil d'administration du 4 février 1980. Mais ce que l'on a ajouté n'est plus du tout un complément, à moins que l'on considère, par exemple, un chat comme le complément de sa queue. Il faut enfin s'étonner que le budget initial de 800 MF, guère négligeable, semble faire dans le comportement et l'esprit des gestionnaires, figure d'ébauche sans intérêt. Nos correspondants ont eu la courtoisie de ne pas relever l'énorme coquille qui se trouvait dans le "chapeau" de notre article. Là où nous écrivions 88 millions, il fallait lire 800 millions, ainsi que cela était écrit dans l'article lui-même.

Sauf également pour le Parc urbain du XXIe siècle et la Cité de la musique.

Rappelons une fois encore, car nous nous en sommes longuement expliqué dans la réponse à M. Goldberg, que le montant de cette enveloppe d'octobre 1981 devait servir à réaliser le Musée dans son intégralité. Désormais, pour le même montant il n'y aura qu'un "bout" de musée.

Nous n'avons nullement envisagé la destruction de l'ancienne salle des ventes, dont la valeur a été évaluée, non pas à 400 MF 1984, mais à 334 MF 1978, soit 630 MF 1984. C'est le représentant du ministère des Finances qui a souhaité, lors du conseil d'administration du 11 décembre 1979, que l'on étudie la possibilité d'une construction neuve. M. Goldberg lui-même nous a confié que « ça n'aurait certainement pas coûté plus cher ».

La rue de Rivoli m'a confirmé que si l'Etat avait abandonné la dépense de 4 450 millions, l'économie réelle n'aurait été que de 3 800 millions.

Je voudrais m'arrêter là, mais j'ai trop d'attachement pour la liberté de la presse et des médias en général, dont la fonction d'explication et de critique publiques est l'un des fondements de la liberté tout court, pour ne pas tenter un peu naïvement la recherche des causes de telles erreurs dans cet article, après tant de travail.

La première cause d'erreur vient de la difficulté de savoir dans quels francs l'on parle. Il y a les francs anciens et les francs nouveaux (division par 100 en 1960), le franc valeur telle année et le franc valeur aujourd'hui, le prix avec taxe ou sans taxe (18,60 % de différence). Monsieur S. Goldberg montre bien l'erreur de n'avoir pas rectifié la valeur des fameux 800 millions 1979 pour les comparer à 4,45 ou 5,15 milliards juin 1984 avec taxe. J'en ai parlé plus haut également.

Second exemple d'une précision qui paraît parfaite au lecteur et qui le trompe de 1 à 3 : quel est le montant du scandale abattoirs et viande de La Villette ? L'article cite un rapport de 1970 parlant de « 110 milliards de francs légers » et une parenthèse s'ouvre : « (1,1 milliard d'aujourd'hui) ». Eh bien non ! En francs d'aujourd'hui (juin 1984), le coût du scandale, le vrai, s'élève à 3,5 milliards.

La seconde cause, la plus fondamentale à mon avis des erreurs de l'enquête, provient de l'une des sources de l'enquêteur ; l'origine des informations (beaucoup déjà publiques) est très lisible pour moi : c'est la collection des procès-verbaux du conseil d'administration de l'établissement public. Ces P.-V., comme tous leurs analogues, doivent rester confidentiels ; ils ne sont pas sur ordinateur et donc n'ont pas été soutirés par les jeunes pirates de l'informatique (voir l'émission d'"Antenne 2" du 28 février « Carte de presse, micro-effraction », qui chiffre à 4,5 milliards par an *le coût des vols pour la nation, une Villette par an ! Faut-il croire le journaliste ?). C'est donc bien la perspicacité de votre enquêteur qui a su déceler une conscience fragile parmi les détenteurs de la collection complète des procès-verbaux.*

Seulement voilà ! Ces P.-V., écrits bien sûr en français, comportent toujours un certain codage dont le décryptement permet seul la compréhension exacte. Exemple qui nous fait retourner une fois de plus au départ ; je cite l'article : « Dans le P.-V. du Conseil d'administration du 4 février 1980, on peut lire noir sur blanc : « L'enveloppe totale des dépenses, y compris l'aménagement du Parc, ne devrait pas dépasser 800 millions de francs. » C'est bien en effet le récit par moi du Conseil restreint à l'Elysée du 20 décembre 1979. Mais, la phrase dont la citation s'arrête, continue en fait par les mots suivants : « Mais *(c'est moi qui souligne) il est accepté que le Président de l'établissement propose des activités permettant de dégager un financement complémentaire. »*

Décryptons : c'est la preuve écrite de ce que j'avançais plus haut, à savoir, que je n'ai jamais

Il n'est pas de notre compétence de juger si M. Delouvrier a refusé en son for intérieur l'estimation de 800 MF. Le texte du conseil d'administration du 4 février 1980, dont voici la photocopie, indique pourtant bien qu'il ne l'a pas refusée publiquement, même s'il lui a été laissé liberté de dégager des financements complémentaires. Nous nous sommes déjà prononcés sur la disproportion de ce "complément".

L'enveloppe totale des dépenses, y compris
l'aménagement du parc, ne devrait pas dépasser
800 millions de francs, mais il est accepté
que le Président de l'Etablissement Public
propose des activités permettant de dégager
un financement complémentaire.
Le Président précise qu'il espère même,
sur ce point, trouver des équipements pouvant
être réalisés avant l'ouverture du Musée.

La preuve de nos erreurs reste à faire. En ce qui concerne les conversions de francs 79 en francs 84, nous les avons effectuées comme on l'a vu plus haut et comme en témoigne notre réponse à M. Goldberg. Nos prix ont été cités avec et sans taxes. Au reste, ce n'est guère plus de TVA qu'il s'agit en présence d'écarts d'une pareille grandeur.

Une conscience fragile ? Ou une conscience trop lourde ? Et pourquoi pas plusieurs consciences trop lourdes ? Ou encore une autre source d'informations.

Pour les avoir abondamment consultés, nous pouvons affirmer que les documents du conseil d'administration ne sont ni "codés", ni écrits à l'encre sympathique et qu'il n'y a vraiment pas besoin de clé pour les déchiffrer ! Par ailleurs, soulignons que l'augmentation considérable de l'enveloppe n'a pas empêché M. Delouvrier de recourir à des finances complémentaires. Les grands organismes de recherche apportent leur contribution financière à quelques opérations particulières, l'Education nationale continue à payer ses agents qui travaillent à La Villette, et EDF à jeter quelques centaines de milliers de francs dans la corbeille du film *L'Eau et les hommes* ; en compensation, les spectateurs de la Géode pourront découvrir la centrale nucléaire de Braud et St-Louis. Tous ces financements complémentaires, issus eux aussi de la poche des contribuables, alourdissent encore le bilan financier de La Villette.

accepté cette estimation plus basse que le coût du Centre Pompidou pourtant trois frois moins étendu au sol que la Cité des Sciences, estimation aussi qui n'est que la moitié, en francs 1984, de ce que va coûter la consolidation de la statue de la Liberté à l'entrée du port de New York ; 350 millions de dollars, 3,5 milliards pour un dollar à 10 francs, du moins si j'en crois certains journaux (mais dois-je croire ?). Il est ainsi montré combien il est capital d'avoir, pour juger, la notion des ordres de grandeur.

Quelques réflexions finales : l'expérience m'a appris qu'avec le temps "faire petit" coûte plus cher que "voir grand". Un exemple en chaque sens. Le "généreux" programme nucléaire d'EDF, — malgré les inquiétantes prédictions d'avril 1983 de Jacqueline Denis-Lempereur —, a permis de passer tout juste un hiver rigoureux ; il rapporte aujourd'hui par l'exportation des milliards de devises.

En sens inverse, Paris, à la fin du siècle dernier, ne suivant pas l'exemple de Londres, a construit son métro à petit tunnel empêchant les trains normaux d'y entrer ; les économies ainsi réalisées sont l'un des facteurs qui ont fait de Paris la capitale la plus dense du monde, où la circulation automobile est difficile et gaspilleuse, et ont donné aux banlieues une médiocrité très chère à vaincre. Le coût de cette erreur est, au sens propre du terme, incalculable, c'est-à-dire prodigieusement élevé. C'est notre génération qui le paie. Il y a d'autres erreurs de ce type, mais j'ai peu de place pour répondre et je garde des munitions.

Si l'opinion est juste que les sociétés progressent grâce aux heures supplémentaires non payées de leurs cadres et de leurs dirigeants, La Villette est déjà un succès. Mais oubliant cette remarque incongrue mais juste, "Science & Vie" sait mieux que beaucoup d'autres l'importance décisive de l'explication et de la démonstration vivante en sciences, techniques et industries. Eveil des personnalités, éveil des vocations, voilà ce qu'attendent les pouvoirs publics de La Villette pour la France. Ambition vigoureuse mais nécessaire.

"Science & Vie", comme nous tous, ne peut que souhaiter le succès de cette Cité des Sciences et de l'Industrie, confortée sur le site par le Parc et la Musique. Ainsi que le disait la commentatrice de FR3 : « Comme à Beaubourg, le succès effacera les péripéties de la naissance. »

On a vu trop grand, estime Jacqueline Denis-Lempereur. Je préfère ce reproche à celui d'avoir préconisé trop petit. Mais la prudence a joué pour prévoir que la Cité des Sciences et de l'Industrie prendrait corps graduellement et non d'un seul coup.

Folie des grandeurs, mais dans cet article n'y a-t-il pas comme une phobie des grandeurs, de même que chez trop de Français encore, on trouve un esprit petit bourgeois XIX^e^ (siècle !), pour lesquels Panama n'est pas un prodigieux canal mais seulement un scandale (il n'y a de petit à La Villette que le canal de l'Ourcq et personne à acheter, pas un brin de fonctionnaire ou d'agent contractuel, pas un friselis de parlementaire).

Ces mêmes Français ont des jugements lapidaires du type :
— Haussmann, aux gémonies et à ses comptes choisis !
— Eiffel, qu'il reste au cirque de Gavarnie !
— Branly, qu'on l'abandonne pour Marconi !
— Le Corbusier.. ah oui ! la maison du fada !
— Baltard, effacé des mémoires, ressuscité par la mort des Halles et par la résurrection de la grande Halle de La Villette (qui est en train de vous devenir très chère, chère Jacqueline Denis-Lempereur) !

La litanie pourrait continuer longtemps, depuis « la République n'a pas besoin de savants », qui tua Lavoisier, jusqu'à nos jours avec l'ingénieur Bertin, mort de la mort de l'aérotrain.

A nous l'appétit de petitesse, l'étreinte de l'étroit, le pieux épi qui sauvera le franc !

Ainsi soit-il !

Ainsi ne soit-il pas !

"Science & Vie" et Jacqueline Denis-Lempereur me rendront cette justice — ce "moi" englobant l'équipe de La Villette — : les esprits étriqués sont ruineux, on peut être hardi et économe !

Paul DELOUVRIER

Il ne s'agissait pas, dans l'article auquel se réfère M. Delouvrier, de prédictions, mais du recensement de toutes les pannes qui s'étaient produites dans chaque centrale depuis le début de son fonctionnement. Un travail qui n'avait encore jamais été fait.

Ce n'est d'ailleurs pas le "généreux" programme nucléaire d'EDF qui nous a permis de passer "tout juste" un hiver rigoureux. La puissance installée (qu'elle soit d'origine nucléaire ou thermique) était largement suffisante. Si nous l'avons passé "tout juste", c'est uniquement parce que la capacité de transport et de distribution (et non de production) n'est pas à la hauteur. D'autre part, le coût de la dette d'EDF en devises fortes est supérieur aux bénéfices tirés de l'exportation. Ne parlons pas de la perte cumulée de cet établissement, qui a largement dépassé la quinzaine de milliards l'année dernière.

Saluons la verve lyrique de M. Delouvrier. Et déplorons qu'il feigne de croire que nous faisons à La Villette une mauvaise querelle journalistique. Nous, nous ne condamnons pas la hardiesse, si tant est qu'il y en ait eu — ce dont l'avenir jugera — mais l'extravagance financière pour un résultat qui s'annonce médiocre. *Science & Vie* était, de nature, très attentif et d'emblée favorable à un projet tel que celui de La Villette. Notre déception se double, du point de vue de la gestion, de désapprobation. C'est le fond de l'affaire. Quant à parler d'« économie »...

S. & V.

Porte d'entrée de l'Amérique du Nord...

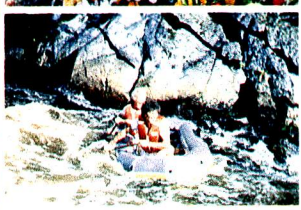
QUÉBEC

Terre de lacs et de rivières ... de forêts, de villes et de villages ... où éclatent l'énergie, le soleil et la joie de vivre ... le Québec vous ouvre les bras ... au coeur de l'Amérique!

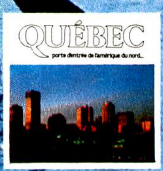












Pour obtenir un exemplaire de la brochure "Porte d'entrée de l'Amérique du Nord ... Québec", postez ce coupon au

Centre québécois de promotion industrielle
11 bis, rue de Presbourg
75016 Paris
France

NOM _____

ADRESSE _____

VILLE _____

SV 4/85

Québec

INDUSTRIE

AGRICULTURE

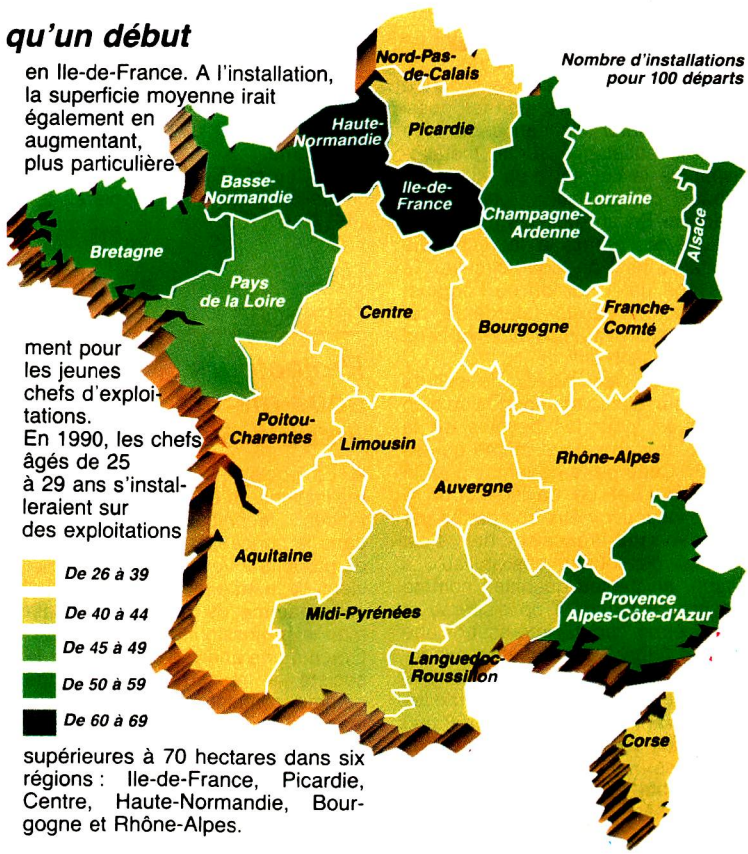
Exode rural : ce n'était qu'un début

■ Vieillissement important des chefs d'exploitation et départs très nombreux, décroissance sensible de la population (4 installations pour 10 départs), offre de terre supérieure à la demande : telles sont les principales conclusions, à l'horizon 1990, d'une étude menée par le Service central des enquêtes et études statistiques (SCEES) du ministère de l'Agriculture.

Les projections démographiques évaluent à seulement 928 000 les chefs d'exploitation en 1990 ; soit 334 000 de moins qu'en 1980. Au cours de ces dix années, le rythme de diminution des effectifs s'accélère dans la majorité des régions pour atteindre une moyenne nationale de – 3 %, au lieu de – 2,3 % entre 1970 et 1980. Le nombre d'installations accuse un net recul, le taux de remplacement des chefs d'exploitation pendant la période 1980-1990 n'atteignant, à titre d'exemple, que 26 % en Bourgogne, 50 à 55 % en Alsace, Champagne-Ardennes, Basse-Normandie, Bretagne et Provence, 62 % en Ile-de-France et 69 % en Haute-Normandie (voir carte). Corrélativement, on assiste à un vieillissement de la population des chefs d'exploitation : 53,5 ans en 1990, contre 52,4 ans en 1980.

Conséquence de ces évolutions, les départs devraient libérer 12 100 000 hectares, dont les deux tiers seulement seraient repris : 5 500 000 hectares pour des installations et 2 700 000 pour des agrandissements d'exploitations existantes. La superficie moyenne des installations augmenterait ainsi de 4 hectares au niveau national — mais de 18 hectares dans le Centre, 10 hectares en Haute-Normandie et dans le Limousin, 9 hectares en Bourgogne et en Corse, 8 hectares en Ile-de-France. A l'installation, la superficie moyenne irait également en augmentant, plus particulièrement pour les jeunes chefs d'exploitations.

En 1990, les chefs âgés de 25 à 29 ans s'installeraient sur des exploitations supérieures à 70 hectares dans six régions : Ile-de-France, Picardie, Centre, Haute-Normandie, Bourgogne et Rhône-Alpes.



Dessin I. Carreia

PARKING

Barrière anti-chocs

■ Cette barrière de parking qui, fermée, garantit l'emplacement et, rabattue, autorise tous passages, possède une fonction supplémentaire : elle résiste aux erreurs de manœuvre et aux actes de vandalisme. Incassable, elle plie en effet sous le choc puis revient à sa position initiale. Cela grâce à un montage des tubes qui la constituent sur deux articulations coniques anti-chocs pliables dans les deux sens, et à un câble intérieur de maintien de 2,5 tonnes de résistance.

Une serrure à barillet condamne toute tentative d'accès non autorisé sur le parking. (Urbatel, société Aviamétal, BP 16, 34880 Laverune).

BIOTECHNOLOGIE

Pas de bons milieux sans eau pure

■ La culture de microorganismes et de cellules animales ou humaines a permis l'essor des biotechnologies, de la recherche médicale, de l'industrie pharmaceutique. Depuis les travaux d'Alexis Carrel, qui au début du siècle, réussissait à faire survivre isolément un cœur pendant plus de 15 heures, la connaissance des milieux de culture s'est affinée. Pourtant la France en fabrique encore peu. Ces milieux ont pour fonction unique, mais prodigieuse, de nourrir les cellules afin qu'elles puissent croître et se multiplier, fournissant ainsi en quantité suffisante des molécules recherchées : nouveaux vaccins, anticorps monoclonaux...

La culture de cellules provenant de lignées cellulaires sélectionnées, ne permet pas seulement de produire des molécules. Elle permet aussi d'expérimenter l'influence de telle ou telle substance sur le métabolisme de la cellule, d'en étudier le mode d'assimilation, le mode d'action. En un mot, les milieux de culture ont permis à la recherche fondamentale de court-circuiter le passage par l'individu ou l'organe, dont la complexité retarde la réponse à une manipulation et rend l'interprétation difficile.

En France, les milieux de culture sont pour la plupart importés ou bien fabriqués, pour les besoins de la cause, au laboratoire même qui les utilise. Cette perte de temps pour le chercheur, et de devises pour le pays, va pouvoir être combattue par une société française qui s'est promis de fournir des milieux à façon, en petites quantités comme en gros volumes. Trop dispersé et trop étroit pour intéresser une grosse firme, ce marché en expansion intéresse par contre Bio Chrom, jeune et petite société qui estime les besoins annuels à 100 000, 150 000 litres, soit un marché de 10 millions de francs.

Ayant obtenu les crédits d'investissement nécessaires, grâce à l'appui de la mairie d'Angoulême, Bio Chrom s'est mis à commercialiser des milieux (liquides et en poudre) dès le mois de février 1985. Leur force : la garantie de l'eau qu'ils utiliseront dans leurs milieux liquides. Cette eau sera extra-pure car elle aura été "pyrodistillée" selon un procédé de l'Institut Pasteur, qui fournit actuellement l'eau-étalon du service d'hygiène de la ville de Paris. Les méthodes classiques de purification de l'eau (échange d'ions, osmose inverse, distillation...) laissent subsister des composés organiques (pesticides chlorés, certains sucres et métaux...), fauteurs de troubles pour les cultures de cellules. La pyrodistillation, au contraire, qui porte l'eau à plus de 400° C, casse toutes les molécules sauf celles de l'eau.

Les trois personnes qui assureront au départ le fonctionnement de Bio Chrom ne doutent pas un instant de la réussite de l'entreprise. L'achat d'un pyrodistillateur, qui représente un investissement de 70 000 F environ, témoigne déjà suffisamment de leurs exigences par rapport à la qualité de leurs milieux. Un équipement complémentaire leur permettra d'effectuer tous les contrôles nécessaires de pureté et de stérilité.

La difficulté actuelle de l'approvisionnement en milieux de qualité, B A, BA pourtant de la culture de cellules et par suite des biotechnologies, ne peut que renforcer leur optimisme.

(Bio Chrom, Route d'Angoulême, Vindelle, 16430 Champniers, tél. (45) 95 01 16.)

OFFSHORE

Projecteurs sous-marins : jusqu'à 6 000 mètres

■ La société CREAT (Centre de réalisations d'études et d'assistances techniques), spécialisée dans la conception et la fabrication de produits à vocation sous-marine, vient de mettre au point une nouvelle gamme de projecteurs sous-marins professionnels.

Grâce à une analyse de la valeur, la société a réussi à fournir une gamme complète, qui couvre tous les niveaux de profondeur jusqu'à 3 000 m (6 000 sur demande) et tous les niveaux de puissance et d'éclairage. Sa compatibilité est totale avec quasiment toutes les plus grandes marques de connectiques sous-marines.

Cette analyse de la valeur a permis d'optimiser les composants mécaniques et électriques, avec pour conséquence un produit 40 à 50 % moins cher que les concurrents, américains pour la plupart.

Ces avantages permettent déjà d'envisager l'exportation : premiers clients les Allemands et les Espagnols. En attendant, la firme a entrepris la reconquête du marché intérieur. (CREAT, ZI Les Paluds, 1re allée Est, 13400 Aubagne).

TÉLÉCOMMUNICATIONS

Un téléphone d'entrée que l'on branche sur le réseau téléphonique ordinaire

■ "Télécode" : l'innovation vient de Suède où une firme de Stockholm a réussi à mettre au point et commence à commercialiser un téléphone d'entrée, pour les appartements, qui marche sur le réseau téléphonique ordinaire : plus besoin de relier les câbles à chaque appartement, ni d'installer les dispositifs annexes au mur, ce qui réduit d'autant les frais d'installation et de fonctionnement.

Le "Télécode" comprend un verrou de porte d'entrée que l'on peut relier à cent appartements. Ce dispositif est couplé à un système de contrôle central qui, à son tour, est relié au réseau téléphonique.

Les visiteurs contactent l'appartement souhaité en utilisant un numéro d'appel (par l'intermédiaire des touches du Télécode), chaque locataire ayant un numéro d'appel qui figure sur une liste des habitants placée sur la porte. Cela déclenche la sonnerie du téléphone de l'appartement en question. Si le numéro d'appel est hors fonction — selon le désir du locataire —, les visiteurs connaissant le numéro approprié composent le numéro de téléphone ordinaire. Quand le locataire décroche, une mélodie se fait entendre, indiquant que l'appel vient du téléphone de la porte d'entrée.

Si le locataire souhaite faire entrer le visiteur, il repose l'écouteur immédiatement après la conversation. Sinon, il attend que la mélodie se répète après la conversation avant de reposer l'écouteur. Si un répondeur automatique est relié au téléphone, les visiteurs entendent le même message que les personnes qui téléphonent.

Si un locataire, apprenant par la mélodie que l'appel vient de la porte d'entrée, décide qu'il ne veut laisser entrer personne, il repose tout simplement l'écouteur. Le visiteur ne reçoit dans ce cas aucune indication qu'il y a quelqu'un dans la maison. La possibilité de mettre le numéro d'appel hors fonction permet aux locataires d'empêcher les appels non sérieux, ou survenant à des moments où ils seraient inopportuns. Le Télécode, qui est breveté dans un grand nombre de pays, a été approuvé par l'Administration des télécommunications de Suède.

SÉCURITÉ

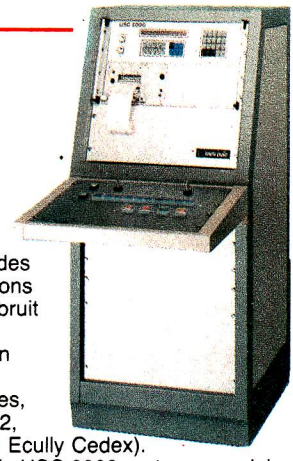
Détecteurs de gaz

■ Ces nouveaux détecteurs de poche — ils ont la dimension d'un paquet de cigarettes et ne pèsent que 150 g — protègent leurs porteurs contre les atmosphères explosives du fait de la présence de gaz toxiques (oxyde de carbone, hydrogène sulfuré...) ou de la déficience en oxygène.
Les "Néotox" de la firme Néotronics (12, bd Solférino, 92500 Rueil-Malmaison) utilisent des capteurs électrochimiques associés à une micro-électronique de pointe. Ils ne sont nullement affectés par les variations atmosphériques.
La concentration en gaz est indiquée par affichage à cristaux liquides sur le haut de l'appareil, ce qui assure une bonne visibilité, surtout si l'on porte le détecteur en utilisant la fixation poche poitrine.
Des signaux d'alarme (sonores et visuels) correspondant aux normes internationales de sécurité, se déclenchent dès que les seuils dangereux sont atteints. Un écouteur retransmet le signal sonore directement à l'oreille si l'ambiance est très bruyante. Ces appareils fonctionnent sur les piles 9 V du commerce. Ils présentent une autonomie de 300 heures.

CONTRÔLE DE QUALITÉ

Un appareil qui analyse la signature vibratoire et acoustique des produits

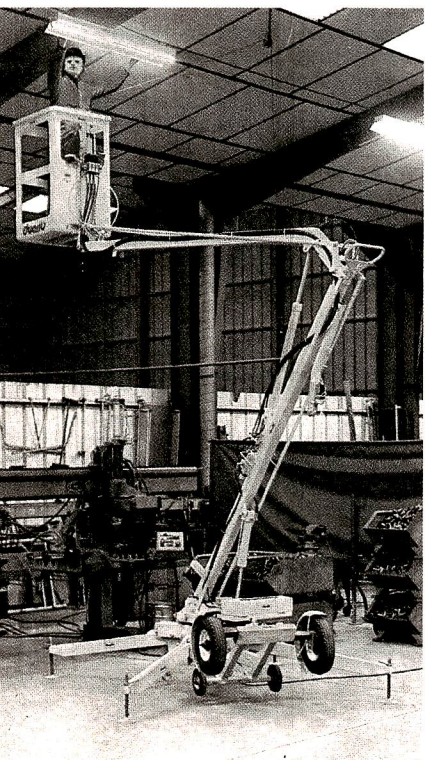
■ Une structure en mouvement est soumise à des efforts. Elle est alors animée de vibrations, qui font du bruit. Le contrôle dynamique, c'est-à-dire l'analyse des paramètres dynamiques externes d'une structure sollicitée (analyse du bruit : acoustique, ou sur la paroi : vibrations), permet d'améliorer sensiblement la qualité de tout produit entièrement monté et en fonctionnement, contenant un système en mouvement : perceuses électriques, machines à laver, aspirateurs, boîtes de vitesses, etc. Si l'on fixe des seuils à ne pas dépasser, on élimine ainsi automatiquement tous les produits défectueux. Or un taux de retour de 0,5 % sur une production de 1 000 appareils par jour, sur un mois, cela donne 150 clients mécontents. Et des études ont démontré que les coûts de non-qualité dans les entreprises industrielles représentent en moyenne l'équivalent d'un mois de la masse salariale annuelle versée par les entreprises.
D'où l'intérêt du système USC 2000 présenté par Metravib, le leader français de la mesure et du traitement des vibrations et du bruit (64 chemin des Mouilles, BP 182, 69132 Ecully Cedex).



L'unité USC 2000 est un module multivoies (8) d'acquisition de mesures que l'on implante sur une chaîne de production. Elle permet d'automatiser les contrôles (en moins de 2 mn), de stocker les données mesurées, d'assurer le contrôle des produits et la surveillance des dérives de production.
L'USC 2000 rassemble tous les éléments de calculs statistiques nécessaires au contrôle de la qualité. C'est un outil de production dont l'utilisation ne nécessite aucune formation particulière. Les résultats peuvent être édités, par simple appel, sur l'imprimante intégrée.

MANUTENTION

Nacelle hydraulique passe-partout

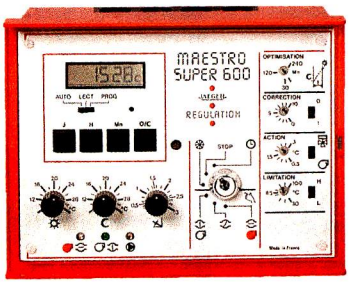


■ Première originalité de cette nacelle hydraulique, élévateur de personnel à bras articulé : elle a été conçue pour pouvoir être manipulée par une seule personne. Son faible poids (moins de 500 kg), bien réparti sur l'axe des roues, permet un maniement aisé et un transport manuel des plus faciles.
Les commandes se font de l'intérieur de la nacelle, avec un double de commande de sécurité au sol. La hauteur de travail est de 8 m et elle est prévue pour une seule personne (165 kg maximum). Un déport de 3,35 m permet de travailler par dessus des machines ou d'atteindre tout endroit habituellement inaccessible.
Seconde originalité : elle passe partout. Les roues principales se règlent sur trois largeurs, la plus petite largeur se réduisant à 0,70 m, stabilisateurs relevés, ce qui lui permet de passer par toutes les portes. Et dans sa plus grande largeur, elle peut être tractée par une voiture munie d'une simple attache pour remorque. (Société DUARIB, 44310, Saint-Philibert-de-Grand-Lieu).

■■ ***Création de l'association Océanica*** *pour la promotion et le développement des sciences et techniques de la mer en région Côte d'Azur. Océanica doit permettre aux industriels, aux scientifiques, aux professionnels du secteur marin, de se rencontrer et d'échanger des informations pour mieux faire face à la concurrence étrangère particulièrement sévère dans ce secteur. Elle se veut aussi un lieu de créativité, ses membres pouvant réfléchir ensemble à de nouveaux produits. Océanica regroupe 23 organismes azuréens issus des secteurs universitaire, para-public et privé. (CDA Océanica, Palais du département, 10 rue de la Préfecture, 06300 Nice.)*

■■ ***Médaille d'or décernée à la société française IER****, spécialiste de l'imprimante spécialisée : édition de cartes d'accès à bord des avions, de billets d'avions, de documents d'information pour les marchandises de frêt, d'informations au niveau du guichet, etc. Elle a été décernée par la revue américaine Air Transport World qui prime chaque année les sociétés les plus performantes dans le domaine de l'aéronautique et du transport aérien au plan mondial. Précédents lauréats : IBM et Sperry...*

Régulateurs électriques à affichage digital...



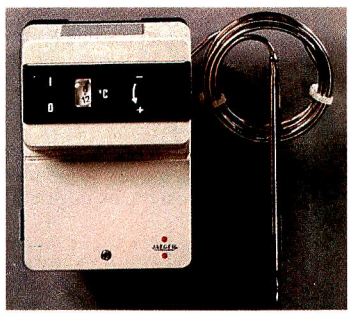
■ Conçus par Jaeger Regulation (8 rue du Parc, 92306 Levallois-Perret), ces régulateurs de température électroniques à affichage digital présentent des plages variant de − 100 °C à + 120 °C.
Ils trouvent leur application dans les étuves et les fours industriels, les gaines de peinture, les plateaux de presse, les machines de conditionnement, les couveuses...
A leur actif : la précision de la température mesurée au droit de la sonde (inférieure à 1 % de la plage de température) et l'action tout ou rien, proportionnelle intégrale, proportionnelle intégrale et dérivée.
Autres avantages de ces régulateurs digitaux : la température est contrôlée et affichée en permanence ; ils présentent des témoins du sens d'action en cours d'exécution et ils vérifient en permanence la température de consigne par affichage digital. Les régulateurs ont été conçus dans des boîtiers standard encastrables et débrochables ; ils utilisent des sondes platine ou des thermo-couples.

... Et thermostats pour le froid

Cette famille de 6 thermostats de régulation présentée par la même firme, est destinée à la réfrigération et plus particulièrement au froid industriel et commercial : chambres froides, vitrines réfrigérées, armoires frigorifiques, contrôle de gaines d'air.

Ils régulent en fonction de la température d'ambiance ou de la température prise à distance par bulbe capillaire.

Leurs plages de réglage vont de − 32 °C à + 28 °C avec un différentiel fixe ou réglable.
Les thermostats sont protégés par



une double isolation et ils règlent la température avec une grande précision.

Maternité d'entreprises à Douai

■ L'École des Mines de Douai a ouvert une "maternité" d'entreprises. L'École diplôme chaque année 70 ingénieurs par formation initiale, 25 par formation continue. Elle constitue du fait de ses fortes relations avec le monde industriel, un lieu privilégié pour développer réflexion, conception et création de nouveaux produits.
A partir de quoi, deux possibilités se présentent, l'École d'ingénieurs étant dans un cas comme dans l'autre, un support privilégié du créateur :
● quelques élèves, particulièrement motivés et ayant des idées de produits les concrétisent en menant à terme leur projet de création, sous réserve qu'ils puissent s'appuyer sur l'environnement scientifique et culturel de l'École ;
● un projet est proposé par des tiers, la valorisation de ce projet pouvant être reprise par une entreprise existante ou donner lieu à création d'entreprise. Là encore l'École constitue un support indispensable pour le créateur : elle doit pouvoir l'accueillir dans ses structures pendant une période plus ou moins longue en lui offrant des moyens scientifiques et logistiques.
Parmi les "bébés" couvés en ce moment par l'École : l'étude, pour un fabricant de palettes, de la résistance à la compression d'un mélange de sciure et de colle qui pourrait être utilisé pour la fabrication des cubes séparant les palettes. Les cubes, actuellement en bois, sont importés de Suède.

Coopération grandes écoles-université de Californie

■ Les grandes écoles françaises et le campus de Berkeley de l'université de Californie ont décidé de coopérer en matière de recherches.
Des accords sur 19 thèmes de recherches engagés par 12 grandes écoles françaises (Mines de Paris, Institut national polytechnique de Grenoble, Ponts, Télécom, Centrale, HEC, Arts et Métiers, SUPELEC, Chimie industrielle de Lille, INP de Lorraine...), et des départements de Berkeley sont déjà en route et 8 autres doivent être mis en place.
Au total 21 écoles sont concernées. Les thèmes de recherches en coopération sont précis. Par exemple : le traitement de l'image en électronique, les machines intelligentes en automatique, la photo-acoustique en physique appliquée, la microscopie électronique en métallurgie, la magnétodynamique des métaux fondus en mécanique des fluides, ou encore bio-ingénierie en génie chimique, le renforcement des sols en génie civil, les systèmes de marketing en gestion.
Des accords de coopération sur d'autres thèmes devraient déboucher rapidement : optique quantique, résonance magnétique nucléaire, mécanique des structures, sciences des forêts tempérées et tropiles, transports en milieu suburbain.
Chacun des thèmes correspond à des moyens qui font appel à une dizaine d'ingénieurs ou chercheurs. L'ampleur de cette coopération pilote n'est donc pas négligeable et son développement est assuré, sous réserve de financements complémentaires à trouver, tant du côté de l'État français que des agences fédérales des États-Unis, voire de certaines organisations multilatérales ou internationales.

■■ ***140 000 m² couverts, 22 millions de volumes,*** *3 000 places de consultation, la nouvelle bibliothèque nationale de Pékin, dont le gouvernement chinois vient de décider la création, sera protégée contre l'incendie par la société française, leader sur ce marché, Cerberus-Guinard (ZI rue de Fourny, 78350 Buc). L'accord porte sur la protection des parties vulnérables à hauts risques par la fourniture d'un système d'extinction sèche par trois tonnes de gaz Halon.*

Des stations informatiques pour gérer les exploitations



Photo P. Pons

■ Définir l'activité agricole en termes de métier, l'agriculteur devant conquérir son pouvoir de décision ; lui fournir en conséquence les outils d'aide et de gestion pour optimiser les rendements et diminuer les coûts : c'est ce qu'apportent les stations agroclimatologiques CAA (Climatologie-Agronomie-Aéronautique, 9 place de l'Evêché, 30540 Millau) mises au point par deux agronomes français qui ont créé la firme.

L'agroclimatologie, d'une manière générale, et ces stations en particulier utilisent la fertilisation raisonnée (déficits de croissance, réduction des besoins, pilotage des irrigations, etc.) et la prévision des épidémies (avertissements agricoles et traitements) pour réduire les fluctuations de rendements et les aléas climatiques.

Les stations agroclimatologiques CAA sont des postes multi-fonctions destinés aussi bien à l'acquisition des données (agronomiques, météorologiques, hydrologiques) qu'à leur traitement, à leur stockage et à leur transmission (par câble, radio, téléphone ou valise transfert). Ce sont de véritables microordinateurs, équipés de 16 voies de mesures, ne consommant que peu d'énergie et pouvant être alimentés par piles, batteries, panneaux solaires, ou tout simplement raccordés au secteur. Elles sont équipées d'une double protection (coffret métallique + coffret plastique étanche à l'humidité et au ruissellement) et sont conçues pour fonctionner en continu, en milieu sévère : en altitude aussi bien qu'en plaine et de + 70 °C à − 30 °C ; elles sont, en fait, utilisables sur tous les sites. Enfin, gérées par microprocesseurs, elles sont entièrement autonomes et ne nécessitent pas de connaissances informatiques pour être opérationnelles. Leur coût : 40 000 à 60 000 francs, selon les configurations. Comment ces stations peuvent-elles aider l'agriculteur à développer sa productivité, assurer une plus grande régularité en quantité et en qualité de la production ainsi qu'un accroissement des rendements ?

● En prenant en charge la gestion et le pilotage de l'irrigation. Pour se développer normalement, les plantes puisent l'eau dont elles ont besoin dans le sol, mais ce dernier, selon sa nature, retient plus ou moins cette eau. Avec les données agroclimatiques d'une station CAA, il devient possible d'apporter l'eau aux plantes en quantité suffisante au moment où elles en ont besoin. Ces stations suivent en effet les besoins en eau de l'exploitation en fonction du climat (calcul de l'ETP ou l'"évapo-transpiration potentielle"), du sol (suivi de l'état hydrique par tensiomètres) et de la plante ; réalisant ainsi en permanence un bilan hydrique global, au départ duquel la station, grâce à ses systèmes d'asservissement, peut piloter l'ouverture et la fermeture de vannes et la programmation des arrosages, quelle que soit la technique d'arrosage (par ruissellement, submersion, infiltration, aspersion ou micro-irrigation localisée).

Le pilotage de l'irrigation s'effectue en fonction des paramètres présents mais aussi des probabilités futures, en amont du réseau comme en aval : ainsi pour un bief, la station CAA constatera-t-elle niveau et débits à l'instant "t" et pourra prévoir la consommation à l'instant "t'" et, selon les réserves du bief, elle commandera les réserves en amont qui permettront de lâcher à l'instant "t'", le débit satisfaisant.

● En gérant les atmosphères contrôlées : serres, bâtiments d'élevage, etc. Les asservissements dont sont équipées les stations leur permettent de piloter l'ouverture et la fermeture des aérations, la circulation de l'air, le contrôle du niveau de CO_2, etc. Elles assurent ainsi une gestion des serres, conventionnelles ou bioclimatiques, leur permettant d'atteindre un objectif donné sous une série de contraintes spécifiques : climat extérieur, date de récolte, humidité, température, CO_2...

● En assurant la protection des végétaux. Des modèles de simulation d'états potentiels d'infection, intégrés aux stations CAA, prennent en compte la notion de risque, au sens épidémiologique du terme, et aident l'agriculteur dans sa prise de décision.

RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT

Plus de PMI qu'on ne pensait

■ Un sondage réalisé par l'Association nationale de la recherche technique (ANRT) auprès de PMI de moins de 500 salariés appartenant à 7 secteurs d'activité différents, révèle qu'un tiers des entreprises estiment que leur chiffre d'affaires reposera dans 5 ans sur des produits entièrement nouveaux, que 8 sur 10 pensent qu'au cours des 5 prochaines années leurs procédés de fabrication seront améliorés ou entièrement renouvelés, que la moitié intègre régulièrement des innovations techniques au niveau de leurs procédés de fabrication et 43 % au niveau de leurs produits.

Les PMI se soucient ainsi plus de la recherche-développement qu'on ne le pensait généralement. Trois ingénieurs ou techniciens en moyenne se consacrent dans chaque entreprise à la recherche-développement et le pourcentage moyen du chiffre d'affaires des entreprises consacré à des travaux de recherche atteint 3,4 %.

Le manque de moyens financiers constitue le frein le plus fréquemment invoqué. 42 % des entreprises ont déjà demandé des aides publiques, 29 % en ont effectivement obtenues. La "cote d'amour" de ces aides est la suivante : 61 % pour les subventions remboursables en cas de succès, 58 % pour les crédits d'impôts, 54 % pour les prêts bonifiés.

DES MARCHÉS À SAISIR

Les innovations et les techniques et procédés nouveaux présentés dans cette rubrique ne sont pas encore exploités sur le marché français. Il s'agit d'opportunités d'affaires, qui semblent "bonnes à saisir" pour les entreprises industrielles et commerciales françaises. Comme l'ensemble des articles de Science & Vie, *les informations que nous sélectionnons ici sont évidemment libres de toute publicité. Les sociétés intéressées sont priées d'écrire à "Des marchés à saisir" c/o* Science & Vie, *5 rue de la Baume, 75008 Paris, qui transmettra aux firmes, organismes ou inventeurs concernés. Aucun appel téléphonique ne pourra être pris en considération.*

DES SKIS QUI SE TRANSFORMENT EN LUGE

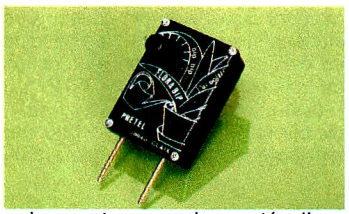


Quoi
Ce dispositif de luge est adaptable en quelques secondes sur tous les modèles de ski de descente, sans modification du réglage des fixations de sécurité.

Comment
Un système de châssis en forme de trapèze isocèle articulé reçoit un siège mobile sur deux silents blocs et assure une très bonne stabilité de l'ensemble, même sur des parcours accidentés. Le repose-pieds est réglable suivant la longueur des jambes.
La conduite s'effectue par deux leviers de commande qui permettent, par inclinaison latérale, les prises de carre et le déplacement du centre de gravité nécessaire pour les virages et, par inclinaison longitudinale, un freinage efficace par enfoncement de spatules dans la neige.
Le raidisseur qui maintient les skis parallèles est démontable : il est utilisé comme poignée pour porter le dispositif. Après avoir enlevé ce dernier et rechaussé ses skis, le skieur peut en effet utiliser toutes les remontées mécaniques en portant le dispositif soit comme un sac à dos à l'aide de deux bretelles (téléskis), soit à la main comme une valise (télécabines, télésièges).

"FLORA-BIP"

Quoi
Planté sur ses deux broches dans les pots et bacs à fleurs d'appartement, ce petit appareil mesure la résistivité de la terre, qui augmente au fur et à mesure qu'elle devient plus sèche. Lorsque les plantes commencent à manquer d'eau, il émet un "bip-bip" d'alarme appelant l'arrosage, et de plus en plus persistant au fur et à mesure que la sécheresse se fait plus forte. Et l'on sait que ce n'est pas tant la quantité d'eau que la régularité de l'arrosage



qui compte pour la santé d'une plante. Un curseur allant du soleil à la pluie permet le réglage de l'appareil selon les besoins d'humidité des différentes plantes.
Il consomme seulement 1 à 2 microampères, ce qui lui donne, selon la pile qui l'équipe, une autonomie comprise entre 5 et 10 ans.

Pour qui
La firme d'études et de réalisation électronique qui a conçu le "Flora-Bip" cherche des partenaires aptes à assurer la commercialisation de l'appareil. Celui-ci, fabriqué en série, coûterait de 25 à 30 F et pourrait donc être vendu à moins de 100 F public.

CHARNIÈRE À DOUBLE SENS

Quoi
D'une mécanique élémentaire et inapparente, la solution aux problèmes d'accès posés par le sens d'ouverture des portes de meubles, réfrigérateurs, etc.

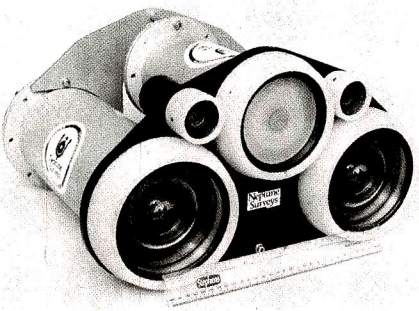
Comment
Des barres intégrées en haut et en bas du meuble le solidarisent à la porte par de simples charnières. La présence de doubles articulations reliant ces barres, d'une part au meuble, d'autre part à la porte, permet l'ouverture aussi bien vers la droite que vers la gauche.

Marché
L'invention qui permet l'ouverture d'une porte, d'une fenêtre, d'un vantail, d'un couvercle, d'un hayon autant vers la droite que vers la gauche, d'arrière vers l'avant ou d'avant vers l'arrière, de bas en haut ou de haut en bas, intéresse de nombreux secteurs : mobilier, bâtiment, automobile, etc.
Pour le constructeur ou le distributeur, elle représente une diminution de son stock de moitié, celui-ci ne comprenant plus qu'un seul élément pour les deux sens d'ouverture.

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.

Stéréophotographie pour travaux sous-marins

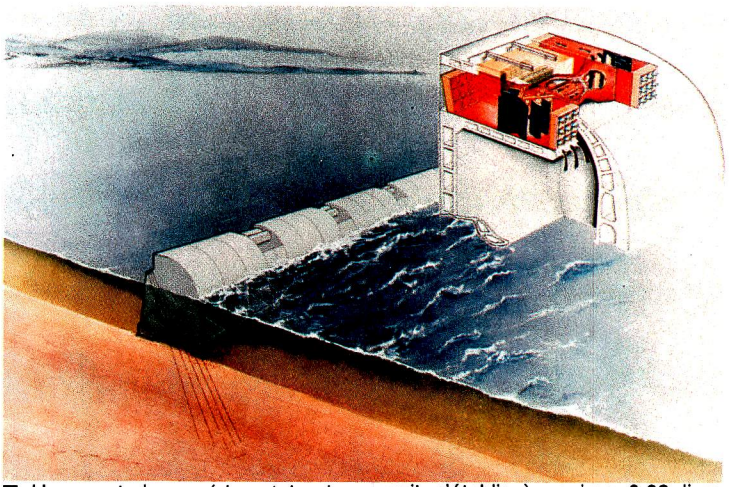
■ Cet appareil stéréophotographique de fabrication anglaise, le Lynx 70 mm, permet d'obtenir des stéréogrammes grand format et d'excellente qualité d'objets immergés.
Il se monte sur véhicules sous-marins télécommandés ou peut être utilisé, sans formation photographique particulière, par des plongeurs ou scaphandriers. Son utilisation : l'inspection, l'entretien et la réparation des structures immergées.
Il est doté d'un chargeur de 200 vues et d'un flash à haute puissance alimenté par batterie rechargeable, sans connecteurs ni câblages extérieurs. Ses objectifs grand angle de 47 mm de diamètre possèdent des lentilles correctives de déformation aquatique. Le Lynx 70 mm est associé à un équipement d'analyse des diapositives transportables : stéréocomparateurs, enregistreurs de données et micro-ordinateur,



dont le logiciel offre un choix de sorties : mesures de précision, tracés, données isométriques. (Neptune Surveys, Compass House, 22 North Street, Wetherby, West Yorkshire L522 4NN).

■■ ***"La thermique : une nouvelle frontière technologique" ; ce sera les 9 et 10 mai, à Sophia Antipolis, le thème du Congrès de la société française des thermiciens (3 rue Henri Heine, 75016 Paris, tél. (1) 524 46 14), sous le patronage du ministre de la Recherche et de la Technologie. Objectif : mettre en évidence l'importance de la thermique pour le progrès technique dans tous les secteurs industriels, en soulignant les "sauts" technologiques réalisés et les progrès potentiels liés aux efforts de recherches supplémentaires. Les orientations dégagées devront guider les axes de la recherche et de l'enseignement thermique en France.***

Centrale utilisant la puissance des vagues



■ Une centrale expérimentale de production d'électricité à partir de la puissance des vagues va être construite près de Bergen, en Norvège, pour être opérationnelle dans 18 mois. Ce sera la première au monde à être raccordée à un réseau de distribution d'électricité.

Cette centrale utilisera la technologie dite à colonnes d'eau oscillantes, mise au point par le National Engineering Laboratory (NEL), de East Kilbride en Ecosse, qui vise à concurrencer les systèmes de production d'électricité fondés sur le diesel, les turbines à gaz ou les chaudières à mazout.
Cette technologie est basée sur une structure de type barrage, ancrée sur le fond de la mer à une faible distance de la côte. Construite en béton avec la partie avant demi-ouverte, elle utilise les vagues pour capturer de l'air dans la partie supérieure du barrage, cet air sous pression actionnant alors une turbine. Le prix de revient du kilowatt-heure devrait s'établir à environ 0,03 livre sterling.
La technologie NEL est développée par un consortium international réunissant des firmes d'ingénierie anglaises (Robert McAlpine Co, Northern Engineering Industries) et hollandaise (Herrema), un producteur suisse de turbines (Sulzer) et la Scottish Development Agency. Le gouvernement britannique finance l'étape de mise au point pour un montant de 250 000 livres sterling.
Le consortium projette de construire également un modèle de démonstration, d'un coût de 12 millions de livres sterling, au large de l'île de Lewis, dans les Hébrides, qui couvrira 25 % des besoins en énergie de l'île.
Avec ces deux réalisations, les centrales de production d'électricité à partir de la puissance des vagues, dont les projets de recherche ont été financés par le gouvernement britannique, trouvent un début de développement industriel. ■

EXPORTEZ GRÂCE À "SCIENCE & VIE"

SCIENCE & VIE VISA TOUS PAYS EXPORTUNITÉS

■ *Un produit, une technologie à exporter ? C'est tout simple. Les Exportunités de Science & Vie vous mettent le pied à l'étrier.*
Encartées en tête des 85 000 exemplaires diffusés chaque mois sur les marchés extérieurs auprès de décideurs et prescripteurs, ces fiches, illustrées de photos couleur, présentant vos produits ou techniques, vous permettent, pour un coût modéré (8500 F HT tous frais techniques compris), d'entrer directement en contact avec importateurs, distributeurs, acquéreurs de licences ou partenaires financiers.
Pour tous renseignements : Science & Vie — Exportunités — 5, rue de la Baume — 75008 PARIS — Tél. (1)563 01 02 poste 212 ou 290.

SCIENCE & VIE MICRO

SVM

N° 16

QUELS METIERS POUR 1990?

1990, c'est dans cinq ans. En cinq ans, l'informatique va énormément évoluer. Dans cinq ans, vous-même - ou vos enfants - serez au travail. Mais quel travail ? Comment bien s'orienter sans se tromper dans le choix de ses études ?

En sachant aujourd'hui ce que seront les métiers de demain dans l'informatique. Et en sachant dès maintenant ce que l'ordinateur va modifier dans les métiers les plus divers. En 1990, nous serons presque tous des XAO : des X Assistés par Ordinateur.

SVM SCIENCE & VIE MICRO

fait le point sur les métiers de demain, ceux de l'informatique, et tous les autres, que l'informatique modifie.

Egalement au sommaire du N° 16 de SVM :

- Un processeur d'idées à faire soi-même (pour tous les ordinateurs).
- "Spécial jeux" un grand dossier avec notamment une partie d'échec entre un champion en chair et en os et deux ordinateurs.
- Les stars de la micro ont la parole (suite).
- Télématique : ANTIOPE l'oubliée... au profit de MINITEL.
- Au banc d'essai : les compatibles IBM Toshiba PAP-C et le logiciel de traitement de texte Wordstar 2000.

LES MINI-MACHINES À ÉCRIRE ÉLECTRONIQUES

Les machines à écrire électroniques gagnent le marché grand public. Leur compacité et leur légèreté en font des instruments adaptés aux utilisations individuelles, chez soi ou en voyage.

La machine à écrire mécanique ou électromécanique vit peut-être ses dernières années. On voit mal, en effet, comment elle pourrait résister aux machines électroniques, véritables imprimantes dont la souplesse d'utilisation, le silence de fonctionnement et les possibilités annexes comme l'éxécution de schémas en couleurs, ne peuvent guère être concurrencés. La capacité des microprocesseurs et la brièveté des temps de réponse de l'électronique sont telles qu'en quelques années, les constructeurs ont littéralement bouleversé la conception des machines à écrire, notamment les techniques de frappe et l'automatisation des fonctions.

Les machines conventionnelles, encore très répandues, utilisent le même principe depuis plus de deux siècles : de petits marteaux portant un ou deux caractères assurent la frappe grâce à un jeu de tringlerie commandé par la pression du doigt de la dactylographe sur une touche.

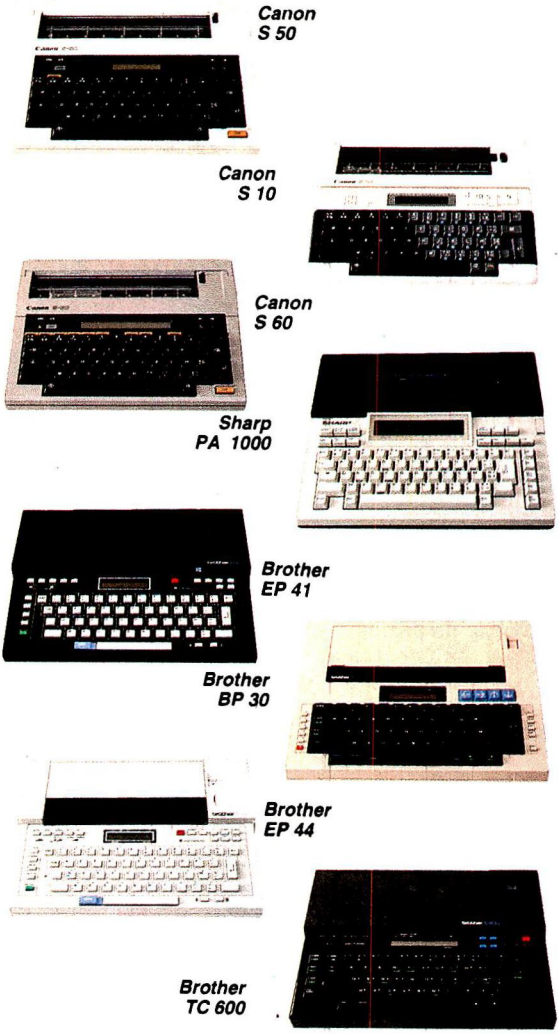
Avec les machines électriques, cette frappe est assurée par un moteur, le doigt appuyant sur la touche ne servant qu'à commander le contact électrique. Avec ce système, qui demande de nombreuses pièces mécaniques, le point d'impact des marteaux est fixe. Pour pouvoir imprimer un texte la feuille de papier doit donc se déplacer devant ce point d'où l'utilisation d'un chariot recevant la feuille de papier, mobile horizontalement. La commande électrique a permis d'améliorer la douceur du clavier et surtout la qualité de frappe, devenue constante quelque soit la pression exercée sur la touche. Les déplacements du chariot ont l'inconvénient d'exiger un espace sur le côté de la machine et tout objet placé par distraction dans cet espace peut y être renversé.

C'est avec l'arrivée de l'informatique que les machines à écrire, même électriques, sont devenues beaucoup trop lentes, les temps de déplacement du chariot étant pour beaucoup dans cette lenteur. Les techniciens pensèrent alors au chariot fixe. Le premier appareil ainsi équipé fut un télétype. Un petit cylindre muni de l'ensemble des caractères s'orientait et se déplaçait devant la feuille de papier. Le système ne permettait cependant qu'une frappe de qualité médiocre et un nombre de caractères réduit (majuscules seulement).

IBM améliora le procédé en remplaçant le cylindre par une sphère. Cette dernière, très légère, peut s'orienter et se déplacer rapidement. De plus sa surface, supérieure à celle du cylindre, permet de loger un grand nombre de caractères. La très haute qualité d'impression qu'elle autorise fait que cette sphère est largement employée sur les machines professionnelles de traitement de texte ou de photocomposition. En outre, de nombreuses polices de caractères sont obtenues par simple échange de la sphère.

Des machines encore plus rapides, essentiellement destinées à l'informatique, ont été réalisées avec les imprimantes à impact. Elles n'ont plus rien de commun avec les machines à écrire, même les plus modernes : la tête d'impression comporte une série de pointes disposées sur un rectangle ayant la taille d'un caractère. Sur cette matrice, chaque pointe peut être actionnée à l'aide d'un électro-aimant. En plaçant entre le papier et la matrice un ruban encreur, il est possible d'imprimer un caractère en sortant les pointes correspondant à son dessin. De plus, étant donné la faible inertie de chaque pointe, cette opération s'effectue très rapidement. La tête d'impression se déplace devant le papier pour imprimer une ligne de texte. S'il présente l'avantage de permettre la réalisation d'imprimantes rapides, le procédé ne donne toutefois pas une haute qualité d'impression, car les dimensions des pointes n'autorisent pas la fabrication de matrices fines. Sur les appareils les plus courants cette matrice ne comporte que 5 aiguilles dans la largeur et 7 dans la hauteur. Les points qui constituent chaque caractère restent donc très vi-

LES HUIT MACHINES QUE NOUS AVONS TESTÉES



MARQUE	MODÈLE ET PRIX	MATRICE Nb points	POLICES DE CARACTÈRES	DOUBLE LARGEUR	MARGES
CANON	S 50 2 090 F	32 × 26	2 : • Courrier 10 • Cubic PS	Oui	• A gauche • Tabulation • Centrage
	S 10 2 100 F	24 × 16	Courrier 10	Oui	• A gauche • A droite • Centrage • Tabulation • Retour en "zone marge"
	S 60 2 690 F	32 × 26	6, dont 2 d'origine : • Courrier 10 • Cubic PS	Oui	• A gauche • A droite • Centrage • Tabulation • Retour en "zone marge"
SHARP	PA 1000 3 570 F	16 × 10	1	Oui	• A gauche • Tabulation
BROTHER	EP 41 1 950 F	24 × 18	1	Non	• A gauche • Tabulation
	BP 30 2 190 F	Impression par stylo à bille	1	Oui, et double hauteur fonction notes	• A gauche • Tabulation
	EP 44 2 650 F	24 × 18	2	Non	• A gauche • A droite • Centrage • Tabulation
	TC 600 4 400 F	24 × 18	1	Non	• A gauche • A droite • Centrage • Tabulation • Justification

sibles sur le papier.

Tous ces procédés ont un défaut commun : le bruit. En effet l'impression résulte toujours de l'impact d'une pièce mécanique sur le papier. La mise au point récente de papier thermo-sensible a permis de réaliser des appareils silencieux comportant une imprimante thermique. Leur fonctionnement est proche de celui des imprimantes à impact. Une matrice de base est toujours employée mais les pointes y sont remplacées par des éléments chauffants répartis en damier. Celui-ci est réalisé sur un substrat de semi-conducteur par une méthode similaire à celle employée pour la réalisation des circuits intégrés. Pour imprimer un caractère il suffit de faire traverser par un courant les éléments qui le dessinent. Une brusque élévation de température par effet joule provoque alors le noircissement du papier. Cette technologie procure des matrices très fines (32 × 26 points) et l'absence d'action mécanique autorise un fonctionnement extrêmement silencieux. Les seules sources de bruit sont les moteurs chargés de déplacer la tête d'impression et de faire monter la feuille de papier.

Dernier avantage du procédé : la partie mécanique se trouve réduite à sa plus simple expression ; il suffit en effet de déplacer horizontalement la matrice thermique, très légère de surcroît, et de commander la rotation du rouleau à chaque changement de ligne.

Ce type d'imprimante est utilisé en informatique et se retrouve sur des machines à écrire. En particulier, il a donné naissance à des machines compactes, légères, autonomes et relativement bon marché, destinées au grand public.

Un dernier progrès, la réalisation de cartouches de ruban thermique permet la dactylographie sur papier standard, la chaleur provoquant la fusion des substances du ruban qui se fixent dans les fibres de la feuille de papier.

Les constructeurs ont rapidement perfectionné ces machines pour faciliter la dactylographie. Certaines comportent même en mémoire des exercices

Photos M. Toscas / Galerie 27

LARGEUR DE PAPIER	TYPE DE PAPIER	AFFICHAGE	CAPACITÉ MÉMOIRE	MÉMORISATION DE LETTRES-TYPES	ALIMENTATION	REMARQUES
230 mm	Ordinaire (avec cartouche) ou papier thermique	15 caractères	30 caractères	Non	4 piles ou accus Cd Ni ou bloc secteur en option	• Disponible en trois couleurs : rouge, blanc, noir. • Clavier agréable. • Très faible capacité de mémoire. • Très bonne qualité de frappe.
221 mm	Ordinaire (avec cartouche) ou papier thermique	16 caractères	1 500 caractères	Oui	4 piles ou bloc secteur en option	• Disponible en trois couleurs : rouge, blanc, noir. • Méthode d'apprentissage intégrée. • Bonne capacité de la mémoire. • Localisation automatique de mots ou de phrases. • Insertion de lignes de texte. • Calculatrice intégrée. • Clavier agréable.
230 mm	Ordinaire (avec cartouche) ou papier thermique	32 caractères	2 000 caractères	Oui, jusqu'à 26 lettres différentes (sous réserve de ne pas dépasser la capacité de la mémoire)	4 piles ou accus Cd Ni ou bloc secteur	• Disponible en trois couleurs : noir, argent, or. • Possibilité de changer de police de caractères par modules-mémoire affichables (en option). • Très bonne qualité de frappe. • Afficheur du texte en cours de frappe largement dimentionné. • Justification. • Clavier ergonomique très agréable.
241 mm	Ordinaire (avec cartouche) ou papier thermique	Deux lignes de 40 caractères chacune	2 400 caractères avec possibilité d'extension par modules enfichables	Oui, jusqu'à 26 lettres différentes (sous réserve de ne pas dépasser la capacité de la mémoire)	4 piles ou bloc secteur en option	• Très bon affichage du texte en cours de frappe, largement dimentionné. • Grande capacité mémoire. • Possibilité d'utilisation en tant que terminal d'ordinateur grâce à une interface RS 232 C en intégrée. • Calculatrice intégrée.
220 mm	Ordinaire (avec cartouche) ou papier thermique	15 caractères	24 caractères	Non	4 piles ou bloc secteur en option	• Positionnement des indices et des exposants par touche directe. • Témoin de fin de page. • Calculatrice intégrée. • Clavier peu agréable.
241 mm	Ordinaire	15 caractères		Non	5 piles ou bloc secteur	• Clavier agréable. • 4 couleurs d'écriture par échange du stylo à bille. • Multiples possibilités graphiques. • Calculatrice intégrée. • Possibilité de pré-positionner les graphiques. • Ecriture peu élégante en raison du procédé employé.
220 mm	Ordinaire (avec cartouche) ou papier thermique	15 caractères	3 726 caractères	Oui	4 piles ou bloc secteur en option	• Forte capacité de la mémoire. • Interface RS 232 C intégrée d'origne pour utilisation en terminal informatique. • Signal fin de papier. • Calculatrice intégrée. • Clavier peu agréable.
247 mm	Ordinaire (avec cartouche) ou papier thermique	24 caractères	14,3 K-octets d'origine, plus possibilité lecteur de disquettes (en option)	Oui en nombre infini sur disquette avec recherche automatique du courrier	4 piles ou bloc secteur en option	• Clavier agréable. • Très forte capacité mémoire d'origine. • Possibilité d'utiliser un lecteur de disquettes. • Interface RS 232 C intégrée d'origine. • Utilisation possible en tant que terminal informatique. • Appareil haut de gamme dont nous ne pouvons présenter ici toutes les possibilités.

d'initiation et de perfectionnement. Parmi leurs caractéristiques essentielles il faut mentionner la présence d'un afficheur à cristaux liquides placé au-dessus du clavier. Chaque lettre tapée est immédiatement inscrite. Cet affichage permet de corriger une faute avant même que le mot soit imprimé.

Une fonction centrage automatique, disponible sur certains modèles, est extrêmement pratique pour la mise en place des titres, des marges et de la tabulation (débuts de paragraphes par exemple).

Sur de nombreuses machines, une mémoire d'assez grosse capacité permet d'enregistrer une lettre type. Cette fonction est particulièrement intéressante pour le courrier répétitif ou pour la réalisation de circulaires. Seuls les noms et adresses des correspondants sont alors dactylographiés avant l'impression.

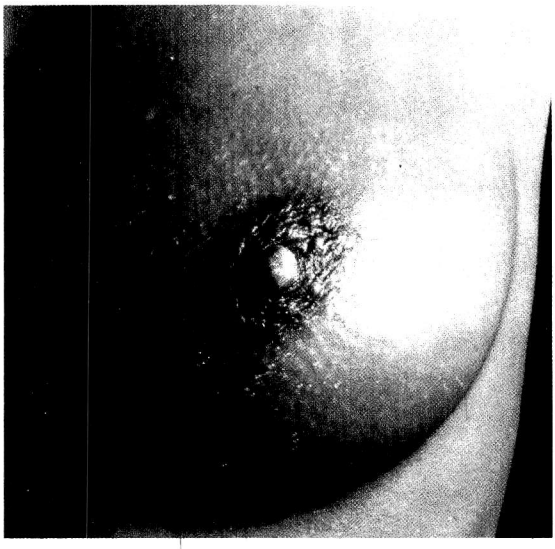
Enfin certaines machines peuvent devenir de véritables terminaux informatiques ou être utilisées pour de la télé-transmission par téléphone grâce à une interface RS 232 C. D'autres se transforment en appareils de traitement de texte en leur adjoignant un lecteur de disquettes. La firme Brother propose une machine (Color Graphic BP 30) qui reçoit des stylos de 4 couleurs. Elle autorise, outre la dactylographie, le tracé automatique de graphiques dont les valeurs sont préalablement programmées.

Presque toutes les machines comportent aussi une calculatrice qui, généralement, convient pour les 4 opérations et le calcul des pourcentages.

Dans le tableau qui accompagne cet article, nous avons sélectionné les machines portatives électroniques utilisables aussi bien au bureau qu'en voyage (l'alimentation par piles permet de s'en servir dans un train ou à une terrasse de café). Nous les avons essayées et nous avons apprécié leurs commodités et la propreté du travail qu'elles permettent d'obtenir. Elles constituent vraiment une autre race de machines à écrire.

Henri-Pierre PENEL ■

© Fort Roussel & Associés / SM



Quand on veut regarder de plus près, on change d'optique.

La coccinelle qui chemine sur une feuille de fougère, les gouttes de rosée sur un pétale de fleur, le galbe d'un sein découvert, autant de sujets de photographie qui ne sont pas immédiatement à la portée du débutant ; de tels thèmes appellent une expérience maîtrisée et une technique infaillible.

Le 90 mm SP Tamron apporte dans le domaine du très gros plan une optique appropriée, performante et parfaitement à même de réaliser des images nettes, piquées, aux couleurs contrastées. Avec un recul de 39 centimètres seulement, vous pourrez photographier en focalisant sur le détail que vous jugerez important, ou agréable...

Comportant un système exclusif de correction des aberrations, le "micro-macro" Tamron est le plus petit et le plus léger des objectifs 90 mm multi-fonctions. En télé, aux distances plus ou moins longues, aussi bien qu'en macrophotographie, il se révèle d'une totale efficacité.

Comme tous les objectifs de la marque, le 90 mm SP Tamron présente une parfaite adaptabilité sur la presque totalité des boîtiers 24 x 36 reflex grâce à ses montures interchangeables. C'est la constante recherche de la perfection qui a conduit Tamron à mettre au point ce 90 mm SP f/2.5.

Il constitue l'objectif indispensable pour cadrer serré et désigne son utilisateur comme un chasseur d'images accompli, un véritable amoureux de la belle image.



LOCATION TAMRON

TAMRON

L'image de marque.

Ce sigle identifie les Spécialistes Tamron offrant un service location d'objectifs. Liste et documentation sur demande à Scop S.A., 27-33, rue d'Antony, Silic L165, 94533 Rungis Cedex.
**Télé Macro 90 mm SP F 2.5 et bague interchangeable.*

CANDIDE ET LE GRAPHEUR

Sur son Macintosh, Candide (1) a expérimenté Microsoft Chart (2), un grapheur évolué et puissant sur lequel il a fait des gammes à partir des chiffres de tirages de "Science & Vie"... Pour saisir d'un seul coup d'œil l'état ou l'évolution de données quantitatives, on n'a encore rien trouvé de mieux que de les présenter sous la forme d'un graphique.

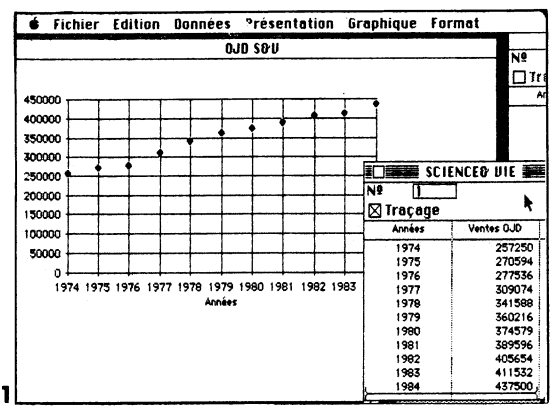
A peu près tous les ordinateurs personnels ont dans leur logithèque des programmes spécialisés capables d'opérer cette transformation digitale/analogique, d'en afficher les résultats sur l'écran et de les imprimer. Mais avec "Microsoft Chart" sur Macintosh, le confort d'utilisation, la puissance de calcul et la qualité finale du dessin semblent avoir atteint un niveau difficilement surpassable...

Parce qu'ils sont agréables à lire et optimistes, j'ai choisi d'afficher les tirages mensuels moyens de *Science & Vie* de 1974 à 1984. (Pour éviter toutes contestations, je précise qu'il s'agit de chiffres officiels contrôlés par l'OJD.)

Une fois la disquette lancée, la première chose à faire est de valider, dans le menu "Données", l'option "Chronologiques". C'est elle qui permet de titrer la série, les abscisses et les ordonnées, et de fixer l'unité de mesure du temps (ici l'année). C'est alors qu'apparaîtra sur l'écran la fenêtre intitulée "Science & Vie" que l'on voit au premier plan sur la **figure 1**. Il ne restera plus qu'à entrer les données : le millésime s'inscrira alors automatiquement.

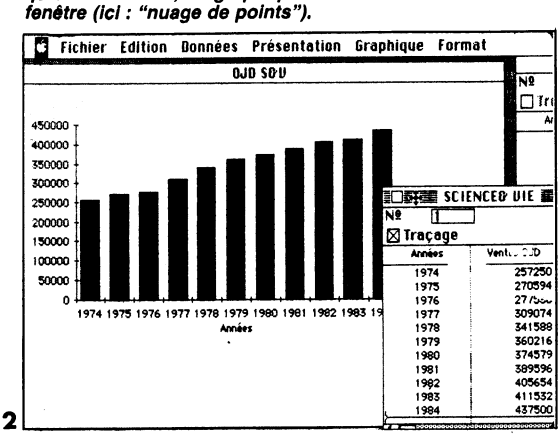
Ceci terminé, en validant la case de traçage on déclenchera l'affichage du graphique qui, sur l'exemple illustré, est un "nuage de points".

Mais il est très simple de demander une autre présentation des mêmes données, ainsi qu'on le voit **figure 2** où un histogramme est représenté.



1

1. "Microsoft Chart" en action. Les données numériques sont entrées dans la fenêtre intitulée "Science & Vie". Dès qu'on les valide, le graphique s'affiche dans la seconde fenêtre (ici : "nuage de points").



2

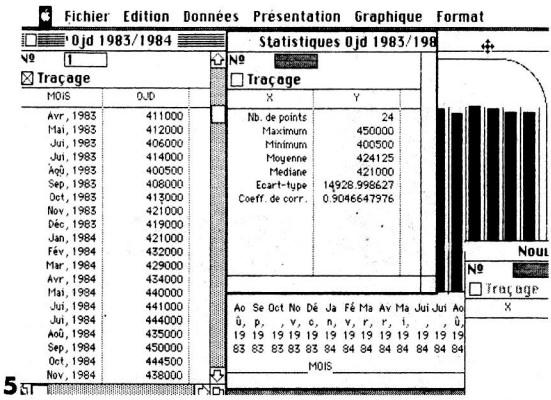
2. Les mêmes données présentées sous forme d'histogramme.

(1) MacVision, que Candide vous a présenté dans notre dernier numéro, est dix fois moins cher que nous ne l'avions écrit. Cet ensemble, qui permet à MacIntosh de reproduire une photo ou de tirer un portrait est vendu 4 700 F, et non 47 000, comme imprimé par erreur. Pour tous renseignements complémentaires, contacter la société B.I.P., 13 rue Duc, 75018 Paris, tél : 255 44 63.

Microsoft Chart donne le choix entre 5 sortes de graphiques qui comportent chacun de 4 à 8 options ! Sans compter une dernière possibilité qui autorise la combinaison de plusieurs modes d'affichage si l'on veut superposer plusieurs graphiques d'échelles, voire de types différents... Les **figures 3** et **4**, extraites du menu "Présentation", en donnent deux exemples.

Jusque-là, on a constaté combien la mise en œuvre de Microsoft Chart était simple, mais devant cette profusion, on a le droit de rester perplexe... Faut-il choisir pour présenter l'augmentation du coût de la vie un "histogramme empilé", un "nuage de points sur grille semi-logarithmique" ou bien se contenter des "secteurs éclatés" !

En réalité, le bon sens guidera le choix et l'essai de la configuration retenue, immédiatement visible, le fixera. Si mon propos est de mettre en évidence la progression régulière des tirages de *Science & Vie*, je ne retiendrai pas l'affichage en secteurs simples ou éclatés. Je préférerai l'histogramme de la **figure 2**, qui me semble encore plus parlant que le nuage de points de la **figure 1**. En revanche, si je désire matérialiser les parts de marché de mon entreprise, je choisirai certainement le "camembert", dont les secteurs illustrent mieux les morceaux du gâteau économique que je me suis attribué !

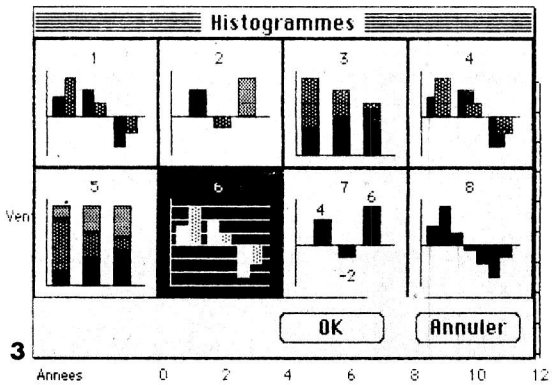


5. ***Dans la fenêtre de gauche, les données ; dans celle de droite, l'analyse statistique (voir encadré). En arrière-plan, le graphique.***

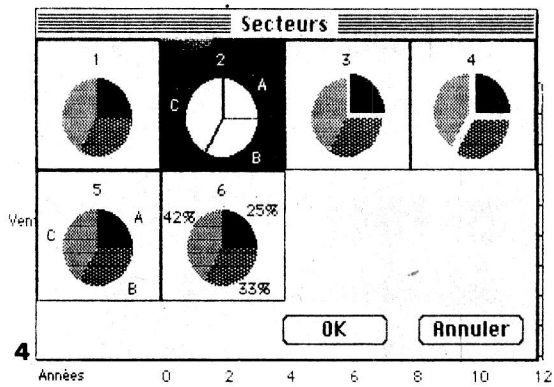
6. Histogramme simple correspondant aux données de la figure 5.

7. Données de la figure 5 présentées en "nuage de points". On remarque qu'un calcul d'échelle a été effectué par le programme : seules les variations entre les minimum et maximum sont affichées (effet de loupe).

8. Mêmes données mais présentées en graphique "en barres". Une trame différente a été attribuée par Microsoft Chart à chaque valeur.



3. Les 8 variétés d'"histogrammes" : 1. simple ; 2. série avec motifs variés ; 3. empilé ; 4. à recouvrement ; 5. empilé à 100 % ; 6. simple avec lignes de quadrillage horizontales ; 7. simple avec étiquettes d'ordonnées ; 8. type "en escalier" (sans espace entre les abcisses).



4. Les 6 variétés de graphique "en secteurs" : 1. simple ; 2. motif identique pour tous les secteurs ; 3. premier secteur détaché ; 4. secteurs éclatés ; 5. à étiquettes ; 6. à étiquettes exprimées en pourcentages.

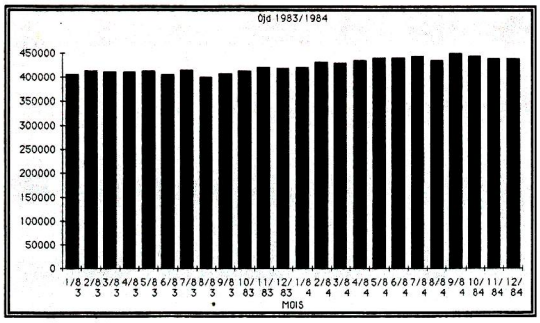
Nous l'avons vu, le produit fini que délivre Microsoft Chart est un graphique. Mais il peut traiter également la matière première — c'est-à-dire les données — avant de la transformer. Le ménu "Données" permet de les traiter statistiquement par l'intermédiaire de l'option "Analyser".

La **figure 5** montre comment une série de chiffres (cette fois, les tirages mensuels de *Science & Vie* en 1983 et 1984) est affichée dans la fenêtre de gauche et le résultat de l'analyse dans celle de droite (voir encadré). On aperçoit en arrière-plan le graphique proprement dit et, en bas à droite, une fenêtre destinée à recevoir éventuellement de nouvelles données. La commande "Statistiques" permet de calculer, puis d'afficher éventuellement les courbes correspondant à la somme cumulée (le tirage de janvier, puis la somme janvier + février, puis janvier + février + mars, etc.), la régression linéaire (janvier, puis la différence février-janvier, etc.) et le lissage exponentiel (qui permet, par un sous-programme de calcul, d'aplanir les aspérités d'une courbe).

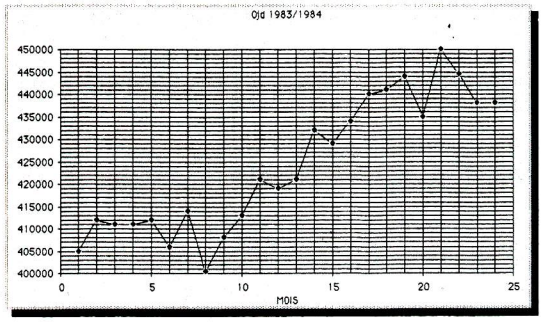
Lorsque le graphique qui apparaît sur l'écran est conforme à la présentation souhaitée, il ne reste plus qu'à l'imprimer ; ce qui ne présente aucune difficulté en utilisant la commande adéquate du menu "Fichier". Les figures suivantes ont été obtenues de cette façon.

On remarque toutefois que si la **figure 6** représente un histogramme tout à fait classique, un encadrement à double filet a été ajouté.

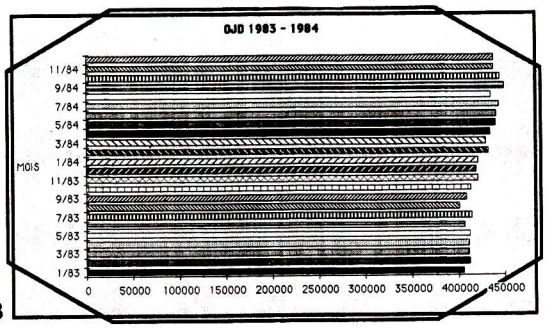
Sur la **figure 7**, ce n'est pas seulement l'encadre-



6



7



8

ment qui a changé ; le "nuage de points" s'inscrit dans un quadrillage facilitant sa lisibilité. En outre, le programme a calculé une nouvelle échelle en ne retenant que les variations entre minimum et maximum. Ainsi, cet effet de loupe améliore encore la présentation des données.

Quant à la **figure 8**, on ne peut dire qu'elle constitue un progrès sur les précédentes. Elle n'est là que pour montrer une variation de plus, aussi bien dans l'encadrement que dans la présentation d'un graphique en barres assorties de trames.

Enfin, la **figure 9** montre, à partir de données purement imaginaires, un graphique en secteurs avec affichage des pourcentages, une légende, un cadre décalé, une flèche, un titre et une étiquette...

Et cet exemple est loin d'épuiser les possibilités ! La superposition de plusieurs graphiques en vue de déceler d'éventuelles corrélations, le classement des données, les manipulations des zones de traçage, la sélection d'éléments du graphique

(2) Nous remercions Microsoft Corporation qui a mis à notre disposition tous les éléments nécessaires à la rédaction du présent article...

LE TRAITEMENT STATISTIQUE DES DONNÉES PAR MICROSOFT CHART

Voici, pour qui veut en savoir plus, sur quelles bases Microsoft Chart analyse les données dont un exemple est reproduit figure 5 (1) :

- *Nombre de points :*

Nombre de coordonnées de la série d'origine.

- *Maximum :*

La plus grande valeur portée en ordonnée dans la série d'origine

- *Minimum :*

La plus petite valeur portée en ordonnée dans la série d'origine

- *Moyenne :*

Somme des valeurs en ordonnées divisée par leur nombre.

- *Médiane :*

Pour calculer la médiane, le programme trie d'abord en ordre croissant les valeurs portées en ordonnées. La médiane représente alors la valeur du point médian si le nombre des données est impair, ou celle placée immédiatement au-dessous s'il s'agit d'un nombre pair.

- *Ecart type :*

Racine carrée de la variance. Formule :

$$s = \sqrt{t} \text{ où } t = \frac{n\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2}{n(n-1)}$$

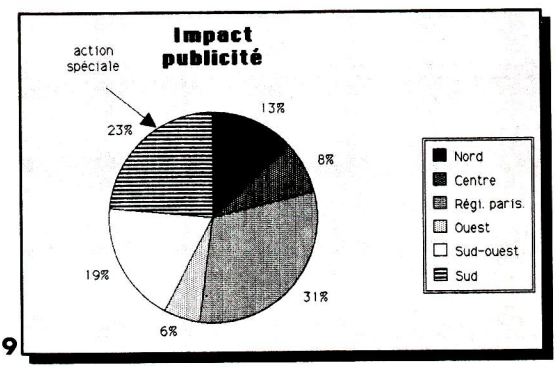
- *Coefficient de corrélation : Formule :*

$$r = \frac{n\Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{\sqrt{[n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2][n\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2]}}$$

- *Tendance :*

La nouvelle série calculée par cette option correspond à une droite d'approximation des valeurs de la série sélectionnée, obtenue par la méthode des moindres carrés.

(1) Source : le livret de l'utilisateur de Microsoft Chart.



9

9. Exemple d'affichage en secteurs avec indication des pourcentages, légende, repérage par trames variées, insertion d'un texte et d'une flèche (les données sont imaginaires).

s'ajoutent à ce que nous venons de voir. Les 186 pages du livret détaillent de manière progressive, avec de nombreux exemples et reproductions d'écran à l'appui, cette extrême richesse que seule la pratique de Microsoft Chart permettra d'exploiter à fond.

Pierre COURBIER ■

MACHINE DE WIMSHURST (I) : LA FOUDRE EN MODÈLE RÉDUIT

▶ De tous les grands processus scientifiques qui gouvernent la société industrielle aujourd'hui, le seul qui ait été manifestement visible dès le départ, c'est l'électricité. La force de la vapeur n'était pas évidente pour l'homme de Cro-Magnon, ni celle des réactions chimiques, alors que la violence foudroyante des éclairs ne pouvait passer inaperçue. Mais, pendant des siècles et même des millénaires, l'homme s'est contenté de craindre la foudre et de se mettre autant que possible à l'abri des orages : la nature de l'étincelle lui échappait complètement, et on peut même se demander pourquoi un phénomène aussi éclatant a été étudié si tardivement.

De fait, si les lois de l'optique ou de la thermodynamique n'ont pu être découvertes qu'après une lente maturation du progrès technique, celles de l'électrostatique étaient relativement simples à mettre en évidence, même sans appareillage complexe. Dès l'antiquité grecque on connaissait la géométrie, la poussée d'Archimède ou la course des planètes, mais on se contentait de regarder l'ambre comme une curiosité distrayante. Car l'ambre, en grec électron, avait la propriété d'attirer des poussières ou des fibres quand on l'avait frotté avec une peau d'animal. Cela, on le savait déjà du temps d'Alexandre, mais on s'était arrêté là.

Ce seront les chercheurs du XVIII[e] siècle, Franklin, Nollet, Coulomb et Faraday un peu plus tard, qui reprendront ces expériences dans un esprit strictement scientifique et, partant de l'ébonite frottée à la peau de chat, mèneront à l'immense domaine de l'électromagnétisme. Mais la base reste bien l'électrostatique, c'est-à-dire la présence de charges sur des conducteurs ou des isolants. C'est l'accumulation de ces charges dans l'atmosphère et leur brusque écoulement d'un nuage à l'autre qui explique l'orage et les éclairs.

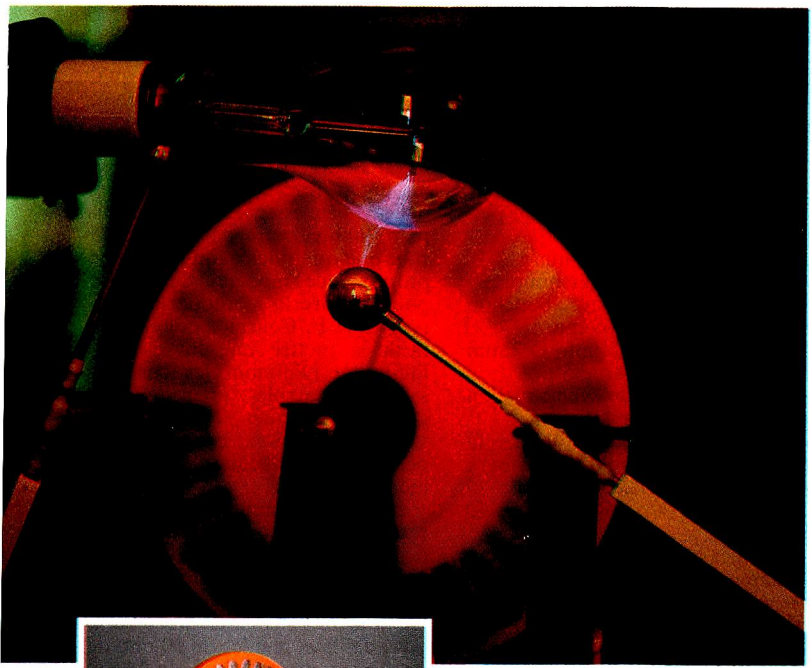
Il est d'ailleurs relativement facile de provoquer des accumulations de charges électriques sur des objets usuels isolants ; mais ceux-là n'ayant pas, et de loin, les dimensions d'un nuage, les éclairs qu'on obtient ne dépassent pas quelques décimètres. Toutefois, il n'y a aucune différence de nature entre l'étincelle et l'éclair, seul change le volume électrisé et, partant, la puissance de la décharge.

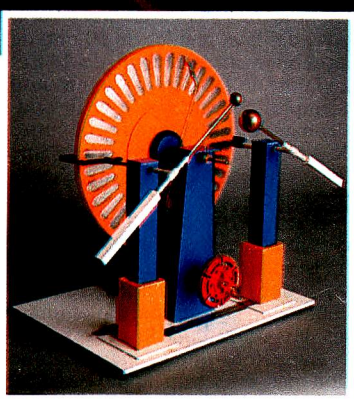
Les machines destinées à créer des accumulations de charges, et dites machines électrostatiques, sont les premiers vrais montages électriques. Partant de là, les physiciens du XVIII[e], puis du XIX[e] siècle, allaient découvrir les condensateurs, les potentiels disruptifs, la décharge à basse pression, le courant électrique, qui n'est autre que l'écoulement des charges à travers un conducteur. Plus tard allaient venir les notions de potentiel, d'intensité, d'ionisation, jusqu'à la découverte des trois particules atomiques fondamentales dont deux sont électrisées : le proton et l'électron.

La machine électrostatique a donc une importance primordiale dans la découverte de l'électricité, et cela même justifiait que nous lui consacrions une étude complète dans cette rubrique ; de plus ses effets sont particulièrement spectaculaires et riches d'enseignements. Mais, toute médaille a son revers, son étude théorique ne pourrait tenir en un seul article et sa construction, bien que ne présentant aucune difficulté majeure, est assez longue. Malgré l'intérêt du sujet, il ne pouvait être question de lui allouer une place trop importante, et il nous a donc fallu le découper en quatre chapitres qui paraîtront les uns à la suite des autres.

Cela nous permettra de fractionner de même la théorie, et nous en resterons aujourd'hui aux phénomènes les plus simples qui constituent le point de départ des machines électrostatiques. La première découverte, nous l'avons dit, c'est l'électrisation, déjà connue dans l'Antiquité. On constate, aujourd'hui comme hier, que certains corps, frottés contre un tissu ou un autre corps convenable, peuvent attirer des objets légers. On dit que les corps sont alors électrisés, et on appelle neutre l'état de non-électrisation.

Beaucoup d'isolants, en particulier les plastiques, sont faciles à électriser ; on connaît d'ailleurs le problème que cela pose avec les disques : un 33 tours frotté avec un pull-over en rilsan ou en orlon attire toutes les poussières de la pièce ; on peut faire des expériences similaires avec les boules de polystyrène expansé dont on





La tension débitée par notre machine est telle (250 000 V) que l'étincelle produite rejoint le filament d'une ampoule malgré la présence du verre isolant.

garnit les colis fragiles. Le même pull-over peut soulever des dizaines de ces boules. On peut aussi utiliser un barreau de verre, de résine, d'ébonite, etc. et vérifier qu'une fois frotté avec une étoffe il attire et soulève des miettes de papier, des fragments de polystyrène ou de polychlorure de vinyle (pochons en plastique).

Ces expériences, complétées par beaucoup d'autres, ont conduit les chercheurs de la fin du XVIII[e] siècle à admettre que le frottement fait apparaître des charges électriques, comparables à un fluide, qui reste en place sur les isolants et s'écoule à travers les conducteurs, sauf si ceux-ci sont isolés — les expériences d'électrisation par frottement peuvent se faire avec un barreau de cuivre ou d'aluminium à condition que celui-ci soit tenu par l'intermédiaire d'un isolant. Faute de cette précaution, les charges s'écoulent le long de la main.

Toutes les matières plastiques courantes, le verre, l'ébonite, l'ambre, la pierre, la brique, le marbre, etc. sont des isolants. Tous les métaux et leurs alliages sont des conducteurs, de même le graphite et, dans une moindre mesure, le bois frais, le corps humain, et tous les objets imprégnés d'eau comme un buvard ou un poisson.

L'électrisation peut se communiquer par contact d'un conducteur à un autre ; par contre un isolant, mis au contact d'un corps électrisé quelconque, ne se charge qu'au point de contact et relativement peu. Le fait de permettre ou non le passage des charges conduit à classer aussi les liquides en conducteurs et isolants. Appartiennent au premier groupe les alcools, les acides, bases et sels en solution, et même l'eau ordinaire. Inversement, la plupart des huiles minérales sont isolantes, de même que les gaz dans les conditions ordinaires — mais à basse pression —, ou en présence de très forts potentiels, il peut se créer des chemins conducteurs dans les gaz ; nous y reviendrons à propos des étincelles.

Jusqu'ici nous avons considéré l'électrisation comme un état caractérisé par la présence de forces attractives ; or l'expérience montre que, comme avec les aimants, il y a aussi des forces répulsives de même nature et de même intensité. Il est facile de le vérifier avec une boule de polystyrène métallisé : elle est attirée par un barreau de résine électrisé et vient en contact avec lui en prenant une partie de la charge. A ce moment, elle est repoussée. On constate de même que le bâton de verre et le tissu qui a servi à le frotter exercent l'un une attraction, l'autre une répulsion, sur un même corps électrisé.

Toutes les expériences sur les forces électrostatiques peuvent s'interpréter en admettant qu'il existe deux espèces de charges électriques, et deux seulement ; les unes sont dites positives, les autres négatives, et on constate qu'il y a attraction entre les charges de signes contraires, répulsion entre les charges de même signe. Notons que les charges électriques sont des grandeurs mesurables (contrairement aux températures, par exemple) puisqu'on peut en définir l'addition, l'égalité et l'opposé.

Les forces électrostatiques, attractives ou répulsives, obéissent à la loi découverte en 1785 par Coulomb : toute particule portant une charge électrique "q" subit de la part de toute autre particule de charge "q'" une force, attractive ou répulsive selon que q et q' sont de signes contraires ou de même signe. L'intensité de cette force est donnée par la formule :

$$F = k.qq'/r^2,$$

"r" étant la distance qui sépare les deux particules et "k" une constante qui ne dépend que des unités choisies.

On notera qu'une formule exactement similaire se retrouve dans les attractions gravifiques et magnétiques:

$$(f = k.m.m'/d^2).$$

Dans les trois cas, il s'agit d'actions à distance dont la nature nous est toujours inconnue. Par contre, elles s'interprètent fort

Photos M. Toscas - Galerie 27

bien avec la notion de champ, que nous verrons le mois prochain, laquelle permet d'expliquer l'électrisation par influence qui est à la base de notre machine électrostatique.

Celle-ci est du type inventé par Wimshurst et nous l'avons retenue parce que c'est le modèle dont le fonctionnement est le plus sûr. L'adaptation a été faite par Pierre Courbier selon les impératifs que nous nous sommes fixés dès le début de la présente rubrique : coût réduit, facilité et rapidité de la construction avec un minimum d'outillage et de savoir-faire technique. Aujourd'hui, nous nous limiterons à la construction du bâti ; les disques et le mécanisme seront étudiés dans un prochain numéro, puis le montage complet de la machine, et enfin les accessoires et les expérimentations.

Le matériel à récupérer est assez vaste, mais il ne comporte aucune pièce rare. Il faut donc réunir :

A. Outillage 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 poulies 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 poulie 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.

Une liste aussi longue peut sembler inquiétante, et rébarbative. En réalité, aucun des composants n'est vraiment difficile à trouver, mais il faut faire plusieurs magasins. Aussi avons-nous demandé à : Pierron Entreprise, 4 rue Gutenberg, 57206 Sarreguemines, de mettre les pièces à la disposition de nos lecteurs.

L'ensemble sera envoyé sur simple demande, franco de port, en joignant à la commande un chèque aux prix précisés ci-dessus.

Avant d'entamer la construction, il nous faut préciser qu'il s'agit du montage le plus original, mais aussi le plus complet que nous ayons proposé ; une machine électrostatique est normalement un engin fort coûteux, toujours délicat, et c'est pour fêter le huitième anniversaire de la présente rubrique que nous avons choisi de proposer ce modèle. On utilise pour le faire la méthode hobbystyrène de P. Courbier qui est très facile à mettre en œuvre : elle limite au minimum les connaissances préalables et réduit les gestes techniques à leur plus simple expression. Encore faut-il dessiner correctement et justement les pièces.

Il faut notamment veiller à la rectitude des angles droits et l'un des meilleurs moyens d'y parvenir aisément est de se construire un té en polystyrène de 2 mm d'épaisseur. Cet instrument composé de deux bandes de 30 mm de large et respectivement de 140 et 260 mm de long sera vite un outil d'emploi courant. La liste des outils comporte également un cutter X-Acto sur lequel on fixera une lame courbe n° 28 pour marquer le plastique.

Il est certes possible d'utiliser d'autres lames et d'autres cutters, mais aucun ne donne de résultats aussi bons car la lame courbe agit comme un soc de charrue et limite les déviations dans les tracés.

Rappelons que le marquage ne doit pas être trop appuyé ; il ne s'agit pas de couper, mais de créer une ligne de moindre résistance dans le matériau homogène — un peu comme le diamant sur le verre. La rupture se fera le long de cette ligne sans aucune difficulté. On n'omettra pas d'abattre au cutter, muni d'une lame droite n° 24, le bourrelet qui se forme de chaque côté du sillon. Le collage doit être soigné. Fort heureusement, il est possible, et même recommandé, d'utiliser le trichloréthylène comme colle, ce qui laisse quelques minutes pour parfaire l'ajustage et l'alignement des pièces qui doivent toujours occuper un emplacement bien précis. Quand on emploie le polystyrène de couleur, la rupture des tranches provoque un blanchissement. Il est très facile d'y remédier : après les avoir poncées, on les enduit de

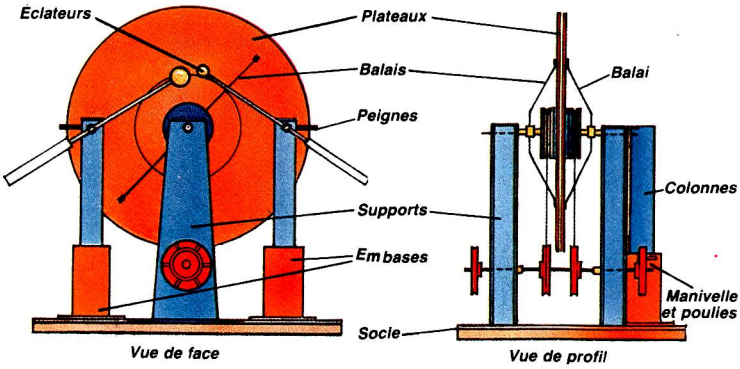


FIGURE 1 : VUES GÉNÉRALES

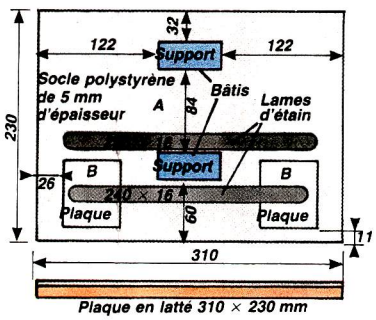


FIGURE 2 : LE SOCLE

NB : toutes les cotes sont données en millimètres. Sauf la pièce A (le socle), les pièces sont à découper dans du polystyrène choc de 2 mm d'épaisseur

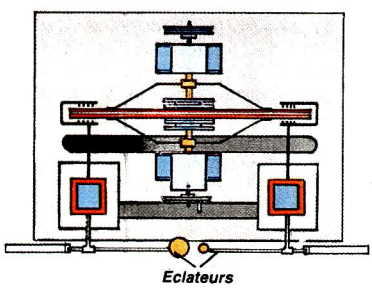


FIGURE 3 : VUE EN PLAN

trichloréthylène avec un pinceau.

Avant de commencer la construction, il est bon de jeter un coup d'œil sur les **figures 1 et 3** — vue générale, plan, profil et élévation. La machine de Wimshurst et du type à influence, par opposition aux modèles qui l'ont précédée et qui développaient des charges par frottement. Nous développerons le théorie de la machine dans les articles suivants ; pour l'instant, mentionnons qu'il s'agit de créer des charges électriques, en faisant tourner en sens inverse deux plateaux isolants munis de secteurs métalliques, devant des peignes qui servent de collecteur.

Chaque plateau reçoit deux balais qui ont pour fonction de transférer les charges. La haute tension ainsi produite s'accumule dans les condensateurs placés dans les embases des colonnes et lorsque la charge est suffisante, une étincelle éclate entre les sphères conductrices.

Elle est souvent précédée d'un bruissement caractéristique qui se manifeste également sous la forme d'une aigrette visible dans l'obscurité. Le modèle que nous proposons produit des étincelles de 8 à 10 cm de longueur dans les meilleures conditions (air parfaitement sec), ce qui correspond à des tensions voisines de 250 000 volts ; mais l'intensité ne dépasse pas une petite fraction de milliampère, et la puissance dissipée n'est que de quelques watts ; la machine ne présente donc aucun danger.

En atmosphère humide, une partie des charges se dissipe dans l'air et la longueur de l'étincelle diminue ; mais, et c'est le principal avantage de la machine de Wimshurst, elle se produit toujours. Pour nous en assurer, nous avons fait fonctionner le prototype dans une salle de bains saturée de vapeur d'eau : le résultat a été concluant. C'est donc avec enthousiasme qu'on peut maintenant s'attaquer à la construction.

On commencera par le socle du bâti en se reportant à la **figure 2**. Il faut découper un rectangle de 310 × 230 mm dans une plaque de polystyrène-choc de 5 mm d'épaisseur (pièce A) et l'appliquer sur une planche de Latté ayant les mêmes dimensions après avoir enduit les deux surfaces à assembler de colle néoprène. On veillera à l'alignement des côtés en faisant l'opération car il est ensuite très difficile de décoller les deux pièces pour rectifier une erreur.

L'épaisseur du Latté devra être de l'ordre de 15 à 20 mm. La pièce A est la seule qui soit réalisée en polystyrène de 5 mm. Toutes les autres pièces sont taillées dans des feuilles ayant 2 mm d'épaisseur.

On tracera ensuite, avec le té et une équerre, les divers emplacements de collage selon le plan donné **figure 2.** Les colonnes, **figures 4, 5, 6,** contiennent les condensateurs (bouteilles de Leyde) et portent les peignes et les tiges qui forment l'éclateur. On commencera par tracer, marquer et découper en deux exemplaires les pièces constitutives aux cotes indiquées **figures 4 et 5.** La pièce E sera percée en son centre d'un trou de 3 mm destiné à l'axe supportant un peigne et une branche de l'éclateur.

Avant de les assembler, on fabriquera les condensateurs comme indiqué **figure 6.** Pour cela, on se procurera deux tubes de plastique en bon état pouvant se loger à l'intérieur de l'embase. Le diélectrique (isolant) de ces petites bouteilles de Leyde est constitué par le plastique formant le tube. Etant donné qu'il est soumis à une haute tension, il est absolument nécessaire qu'il n'y ait ni fêlure, ni amorce de rupture, sinon les charges s'écouleraient par le moindre interstice.

Pour la même raison, l'espace entre le haut du revêtement extérieur et la tige devra être suffisant pour empêcher tout amorçage de décharge. Avec un tube de 69 mm de haut, un espace de 21 mm est suffisant. On collera du papier d'aluminium (colle néoprène) sur le corps du tube en respectant cet impératif et en n'oubliant pas le fond. Après avoir percé le bouchon en son centre, on remplira le tube avec de petits morceaux de ce même aluminium en les tassant sans exagération jusqu'à une hauteur de 48 mm environ.

Il restera à introduire la tige de laiton de section circulaire et à former un crochet à son extrémité

Dessin L. Delplanque

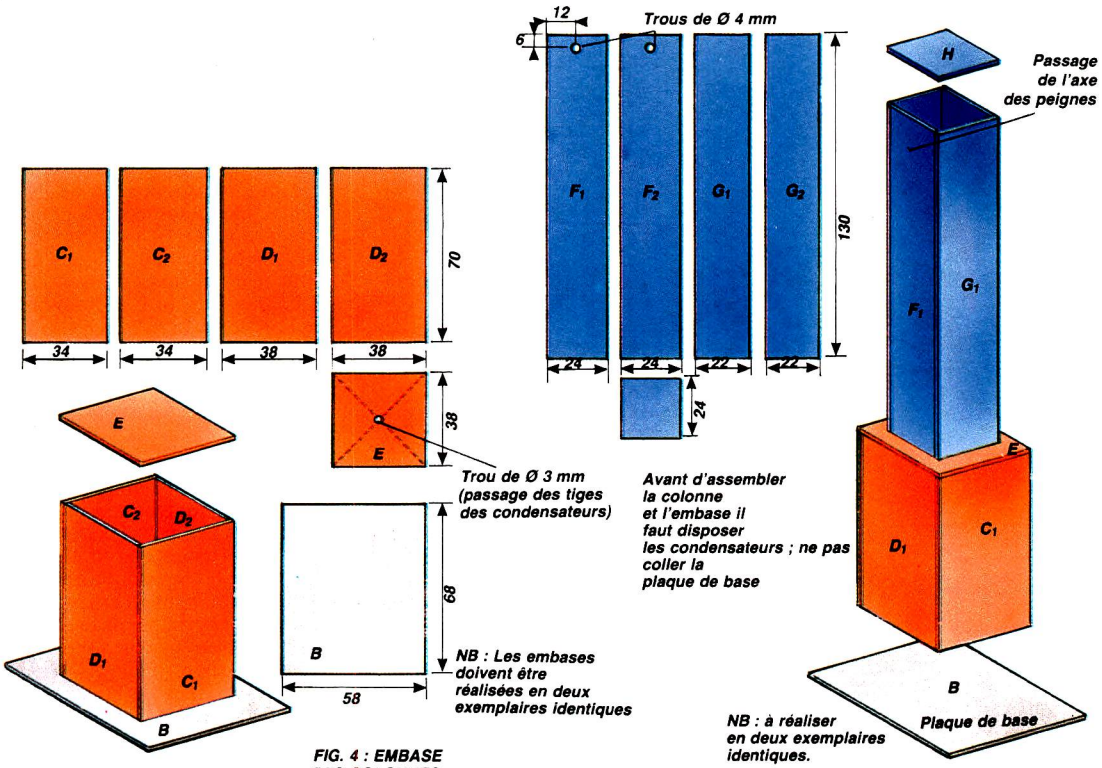


FIG. 4 : EMBASE DES COLONNES

supérieure à l'aide de pinces. Avant de procéder à cette opération, il est souhaitable d'abattre les angles vifs de cette extrémité supérieure. Nous verrons en effet, à propos des courants, à haute tension, que tout angle aigu est générateur de fuites, donc d'une déperdition de courant avec la baisse de rendement qui en découle. Bien qu'ils ne soient pas encore utiles à ce stade de la construction, nous avons pensé qu'il serait logique de fabriquer également les deux condensateurs externes dont les plans sont donnés **figure 7**. Seules changent les dimensions, et le crochet supérieur est orné d'une petite sphère en laiton ; nous venons de le voir, ce n'est pas pour faire joli.

Pour souder une sphère, un fer de 100 W est suffisant ; ceux qui possèdent un mini-chalumeau fonctionnant sur les bouteilles de camping-gaz pourront s'en servir dans le même but. Notons que la soudure des sphères, et celle des clous sur les tiges coudées formant l'éclateur, constituent la partie la plus délicate de la construction. Avec un peu d'attention et de soins, et quelques essais préalables, tout le monde peut obtenir des résultats acceptables à condition d'avoir un fer assez puissant.

Toutefois, on peut se passer de la soudure en utilisant des colles polymérisables à deux composants pour l'assemblage des sphères et en remplaçant les tiges de cuivre des peignes par une pièce en plastique, revêtue de teinture conductrice spéciale.. Ces solutions de remplacement seront exposées en temps utile.

Pour l'instant, revenons à nos colonnes qu'il s'agit maintenant d'assembler en plaçant dans l'embase le corps du condensateur et, dans la colonne proprement dite, la tige qui le relie à l'axe des peignes. Avant de commencer on se reportera à la **figure 6** et on notera qu'il faut d'abord percer les trous de passage de ces axes en veillant bien à leur alignement. De plus, on ne collera pas la pièce B (plaque de base) sous l'embase. En effet, il est préférable de ne procéder à cette opération qu'après avoir terminé tout le système mécanique, plateaux compris. Il sera alors possible de régler parfaitement la position des peignes, lesquels doivent enserrer les disques sans les toucher.

En revanche, ces deux plaques de base seront collées sur le socle à l'emplacement coté **figure 2**. On collera également les deux bandes d'étain, même figure, dont les extrémités seront arrondies avec des ciseaux. Ces bandes sont destinées à relier les condensateurs contenus dans les colonnes à ceux qui seront ensuite disposés à l'extérieur.

Les supports des plateaux seront fabriqués aux cotes données **figure 8**. Ces plateaux, entraînés en sens inverse par deux poulies et deux courroies, dont l'une est croisée, tourneront librement sur un axe fixe. En effet, les balais qui seront solidaires de l'axe doivent rester immobiles. Pour empêcher cet axe de tourner, et permettre cependant le démontage pour le nettoyage, l'extrémité arrière sera immobilisée par un serre-axe dont la vis dépassera suffisamment pour pouvoir se loger dans un trou prévu à cet effet dans la pièce K. Il en résulte que les pièces composant les deux supports des plateaux seront identiques, sauf cette pièce

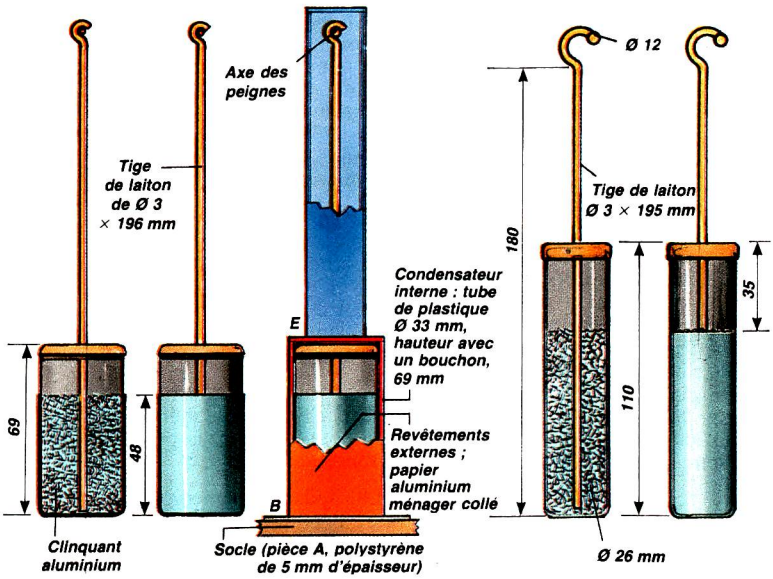


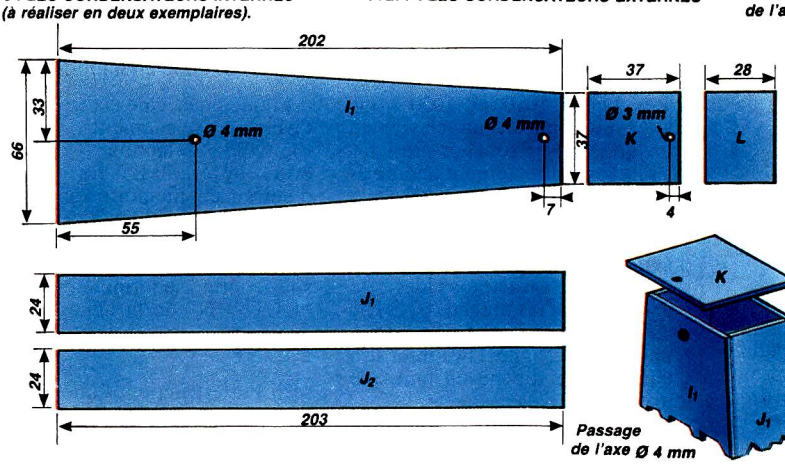
FIG. 6 : LES CONDENSATEURS INTERNES (à réaliser en deux exemplaires).

FIG. 7 : LES CONDENSATEURS EXTERNES

par des points de colle, c'est-à-dire provisoirement, les deux supports sur le socle et on installera la manivelle munie de ses deux poulies comme indiqué **figure 9**. Si l'on désire par la suite entraîner cet axe avec un moteur Fischertechnik dont l'axe est équipé d'une vis sans fin, et qui peut être facilement désaccouplé par pivotement, on installera la roue dentée représentée sur cette même figure.

Pour conclure cette première étape de fabrication, notons que le maneton de la manivelle est constitué d'un morceau de tige, long de 30 mm pour un diamètre de 4 mm, introduit et maintenu par une colle cyanocrilate dans un des trous d'une poulie Fischertechnik. A suivre...

Renaud de LA TAILLE □



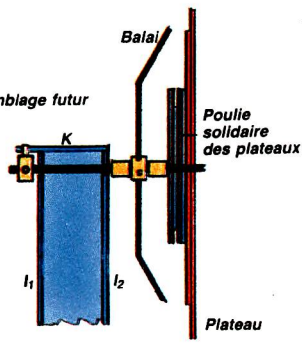


FIG. 8 : LES SUPPORTS DES PLATEAUX

NB : à réaliser en 2 exemplaires. Seules les pièces L et K sont différentes.

K. Le support avant sera fermé avec la pièce L.

Il faudra veiller au bon alignement des trous de 4 mm destinés au passage des axes (plateaux et manivelle). Après avoir tracé, marqué et découpé I_1 et I_2, ce qui représente quatre pièces identiques, le mieux est de les superposer très exactement, de les assembler solidement avec du ruban adhésif, et de les percer toutes en un seul passage. Rappelons à ce propos que le polystyrène ne doit pas être percé à grande vitesse, sinon le fond et le trou s'ovalise : les pièces sont perdues.

On terminera ce premier stade de la construction en assemblant

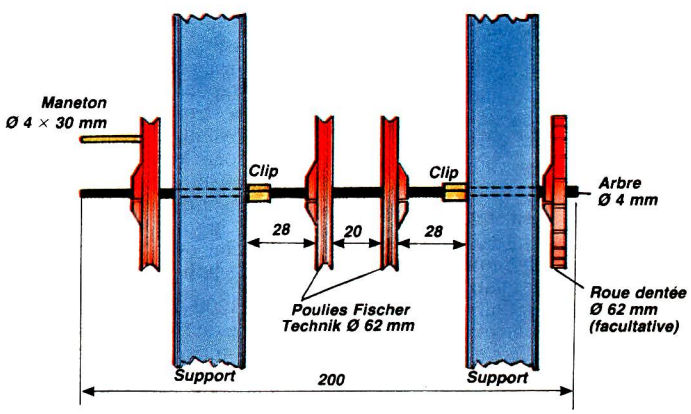


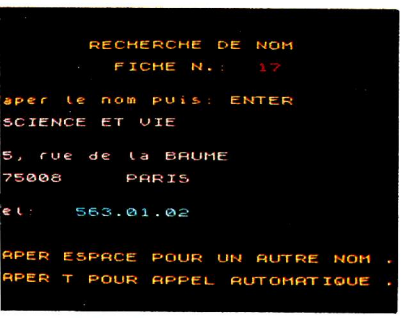
FIG. 9 : LES POULIES ET LA MANIVELLE

Dessin L. Delplanque

UN BLOC-NOTES CONFIDENTIEL

▶ Nous vous proposons de réaliser, ce mois-ci, un bloc-notes confidentiel ; notre programme sera capable de mémoriser 100 noms, avec adresse et numéro de téléphone, avec la plus grande discrétion. En effet vous n'aurez accès à une "fiche" que si le nom a été correctement demandé. En cas contraire, l'ordinateur indiquera simplement "nom inconnu". De plus l'ensemble des noms, adresses et numéros de téléphone ne sera en aucun cas directement accessible à l'utilisateur et n'apparaîtra jamais sur le listing du programme.

En ce qui concerne le ZX Spectrum, la numérotation automatique pour appel téléphonique peut être obtenue à l'aide du petit



Vous seul aurez accès aux fiches confidentielles figurant dans votre fichier.

montage que nous présentons dans notre rubrique électronique amusante. Le programme, quant à lui, reste relativement simple et tourne essentiellement autour d'ordres DIM, pour le nom, l'adresse, le code postal et le numéro de téléphone. Diverses sous-routines seront utilisées en fonction de l'opération demandée : recherche de nom, création de fiche ou effacement d'une fiche. Notons que, dans ce cas, l'emplacement laissé libre par la fiche détruite pourra être immédiatement utilisable pour la mémorisation d'un nouveau nom.

Nous commencerons par demander à l'ordinateur de réserver de la place en mémoire. Pour cela nous créerons quatre fois cent chaînes de vingt-cinq caractères chacune pour pouvoir mémoriser respectivement le nom, la rue, la ville et le numéro de téléphone. Une cinquième chaîne nous servira de "*buffer*" de recherche, petite réserve de mémoire provisoire. Les lignes 100 à 140 du programme sont utilisées à cet effet et comportent toutes l'instruction DIM.

Ensuite le programme affichera sur l'écran le menu, soit l'ensemble des opérations possibles. Il apparaît dans les lignes 200 et 210. Nous attendrons alors qu'une touche soit tapée. Les lignes 220 à 290 analysent les divers cas possibles et mènent le programme vers les sous-routines respectives. Si aucune touche n'est frappée, ou si la touche ne correspond à rien, le programme rebouclera sur ces lignes grâce à l'ordre GOTO 200 de la ligne 290. Voyons à présent les différents cas possibles.

Si "r" est demandé ; c'est-à-dire recherche de nom, le programme se rendra directement à la ligne 1000. Là, nous commencerons par effacer l'écran (ligne 1000) et un signal sonore sera émis, pour avertir l'utilisateur que l'ordinateur est prêt.

Les lignes 1010 et 1020 vous inviteront à entrer au clavier le nom désiré. Les touches ainsi tapées seront directement mémorisées dans le *buffer* de recherches, préalablement vidé par les lignes 1030 à 1050. La ligne 1110 permet d'éviter de remplir le *buffer* de recherches de caractères vides ; de plus, comme la touche ENTER sera utilisée pour valider le nom à rechercher, la ligne 1140 interdira d'entrer cette touche en tant que lettre.

Enfin, un curseur indiquant l'emplacement du caractère à venir sera affiché par ligne 1160, notons qu'une correction d'erreur est possible à l'aide de la touche "curseur à gauche" ; dès que celle-ci est tapée, le dernier caractère entré se trouve annulé et le curseur revient un cran en arrière. Une fois le nom correctement tapé, ou la capacité maximale de mémorisation (25 caractères) atteinte, le programme partira en recherche de nom (ordre GOTO 1200 de la ligne 1180).

En 1200 nous initialiserons la variable de recherche "R" à 1, puis une comparaison sera effectuée entre le *buffer* d'entrée et le nom de chaque fiche (lignes 1240 à 1250).

Notons à ce propos qu'"espace" est considéré comme fin de nom. Si le nom n'est pas trouvé le programme se rend en ligne 1400 (en raison du test effectué sur R à la ligne 1235). Dans ce cas "Nom inconnu" sera indiqué et le programme retournera à la ligne 260.

Par contre, si le nom demandé fait bien partie du fichier celui-ci sera affiché avec adresse et numéro de téléphone grâce à la ligne 1310. Ensuite, comme pour le cas précédent, le programme retournera à la ligne 260.

Si à présent la touche "m" est tapée, c'est-à-dire mémorisation d'un nouveau nom, le programme se rendra en 2000.

Là, nous commencerons par effacer l'écran, puis le programme recherchera le premier emplacement vide pour créer une nouvelle fiche. Si cette recherche reste infructueuse, il indiquera alors "FICHIER COMPLET". Durant cette recherche "ATTENDEZ" sera mentionné en haut de l'écran.

Si une place vide est trouvée, les divers renseignements — nom, rue, ville et téléphone — pourront être introduitss. Le principe d'entrée en mémoire de ces derniers étant identique à celui utilisé pour la recherche de nom, nous ne reviendrons pas dessus. Cette sous-routine se termine par l'ordre "RETURN" de la ligne 5060. Le programme retournera alors en 270.

Si la destruction d'une fiche est demandée, nous irons directement en ligne 6000. Là, les chaînes de caractères correspondant à nom, rue, ville et téléphone seront effacées par mémorisation d'espaces. Notons que, en cas d'erreur, une porte de sortie est ménagée à la ligne 6020. En effet, si on tape Ø, le programme revient au menu sans avoir détruit de fiche. En cas contraire, la boucle FOR... NEXT des lignes 6040 à 6090 se chargera d'effacer la fiche concernée. Une fois cette opération terminée, le programme retournera en 280 en raison de l'ordre "RETURN" de la ligne 6110.

Pour mémoriser sur cassette le répertoire ainsi obtenu, il suffira alors de taper sur la touche "s". En effet, celle-ci mènera directement le programme à la ligne 7000 ;

```
  100 DIM N$(100,25)
  110 DIM R$(100,25)
  120 DIM V$(100,25)
  130 DIM T$(100,25)
  140 DIM X$(1,25)
  200 OUT 254,0: PRINT AT 5,0;"Po
ur rechercher un nom taper:  R";
AT 10,0;"Pour memoriser un nom t
aper:  M"
  205 BORDER 0: PAPER 0: INK 6
  210 PRINT AT 15,0;"Pour detruir
e une fiche taper: D";AT 20,0;"P
our archiver ce fichier taper:S"
  220 LET D$=INKEY$
  250 IF D$="r" THEN GO SUB 1000
  260 IF D$="m" THEN GO SUB 2000
  270 IF D$="d" THEN GO SUB 6000
  280 IF D$="s" THEN GO SUB 7000
  290 GO TO 200
1000 CLS : BEEP .1,20
1010 PRINT AT 0,8;"RECHERCHE DE
NOM"
1020 PRINT AT 5,0;"Taper le nom
puis: ENTER"
1030 FOR B=1 TO 25
1040 LET X$(1,B)=" "
1050 NEXT B
1100 LET C=0
1110 IF INKEY$="" THEN GO TO 111
0
1120 LET C$=INKEY$
1130 IF INKEY$<>"" THEN GO TO 11
30
1140 IF CODE C$<>13 THEN LET X$(
1,C+1)=C$
1150 LET C=C+1-2*((CODE C$=8)*(C
<>0))
1160 INK 2: PRINT AT 7,1+C;"_ ":
 BEEP .01,50
1170 INK 4: PRINT AT 7,C;C$: INK
 6
1180 IF C=25 OR CODE C$=13 THEN
GO TO 1200
1190 GO TO 1110
1200 LET R=1
1205 PRINT AT 2,10;"FICHE N.:"
1210 LET T=0
1230 FOR I=1 TO 25
1235 IF R=101 THEN GO TO 1400
1240 IF X$(1,I)<>N$(R,I) THEN LE
T T=1
1245 IF N$(R,I)=" " OR T=1 THEN
LET I=25
1250 NEXT I
1265 INK 2: PRINT AT 2,21;R
1275 LET R=R+1
1280 IF T=1 THEN GO TO 1210
1300 FOR F=1 TO 25
1310 INK 7: PRINT AT 7,F;N$(R-1,
F);AT 10,F;R$(R-1,F);AT 12,F;V$(
R-1,F);AT 15,F+6;T$(R-1,F)
1320 NEXT F
1330 PRINT AT 15,0;"Tel:": INK 6
1340 PRINT AT 19,0;"TAPER ESPACE
 POUR UN AUTRE NOM .";AT 21,0;"T
APER T POUR APPEL AUTOMATIQUE."
1350 IF INKEY$="t" THEN GO SUB 6
000
1370 IF INKEY$<>" " THEN GO TO 1
350
1380 CLS
1390 RETURN
1400 FLASH 1: INK 1: PRINT AT 21
,10;"NOM INCONNU.": FLASH 0: INK
 6
1410 BEEP 1,0: BEEP 1,12: BEEP 1
,24: CLS
1420 RETURN
2000 CLS : BEEP .1,20
2010 PRINT AT 0,8;"CREATION DE F
ICHE."
2020 INK 2: FLASH 1: PRINT AT 2,
8;"     ATTENDEZ     ": FLASH 0
2100 LET R=1

2110 IF N$(R,1)=" " OR R>100 THE
N GO TO 2200
2120 LET R=R+1
2130 IF R<>101 THEN GO TO 2110
2140 PRINT AT 2,8;" FICHIER COMP
LET "
2145 GO TO 200
2150 INK 6: PRINT AT 5,0;"Taper
le nom puis: ENTER"
2215 LET C=0
2220 GO SUB 5000
2230 IF CODE C$<>13 AND CODE C$<
>8 AND C<>0 THEN LET N$(R,C)=C$
2240 IF CODE C$=13 OR C=25 THEN
GO TO 2300
2250 GO TO 2220
2300 CLS
2310 INK 6: PRINT AT 5,0;"Taper
rue et numero: ENTER"
2315 LET C=0
2320 GO SUB 5000
2330 IF CODE C$<>13 AND CODE C$<
>8 AND C<>0 THEN LET R$(R,C)=C$
2340 IF CODE C$=13 OR C=25 THEN
GO TO 2400
2350 GO TO 2320
2400 CLS
2410 INK 6: PRINT AT 5,0;"Taper
code postal, ville: ENTER"
2415 LET C=0
2420 GO SUB 5000
2430 IF CODE C$<>13 AND CODE C$<
>8 AND C<>0 THEN LET V$(R,C)=C$
2440 IF CODE C$=13 OR C=25 THEN
GO TO 2500
2450 GO TO 2420
2500 CLS
2510 INK 6: PRINT AT 5,0;"Taper
le n. de telephone: ENTER"
2515 LET C=0
2520 GO SUB 5000
2530 IF CODE C$<>13 AND CODE C$<
>8 AND C<>0 THEN LET T$(R,C)=C$
2540 IF CODE C$=13 OR C=25 THEN
GO TO 2600
2550 GO TO 2520
2600 CLS
2610 GO TO 200
5000 IF INKEY$="" THEN GO TO 500
0
5010 LET C$=INKEY$
5020 IF INKEY$<>"" THEN GO TO 50
20
5030 LET C=C+1-2*((CODE C$=8)*(C
<>0))
5040 INK 2: PRINT AT 7,1+C;"_ ":
 BEEP .01,50
5050 INK 4: PRINT AT 7,C;C$: INK
 6
5060 RETURN
6000 INK 2: PRINT AT 18,0;"NUMER
O DE LA FICHE A DETRUIRE ?";AT 2
0,0;"     EN CAS D'ERREUR  TAPER
0     ": INK 6
6010 INPUT F
6020 IF F=0 THEN GO TO 6100
6030 IF F<1 OR F>100 THEN GO TO
6010
6040 FOR I=1 TO 25
6050 LET N$(F,I)=" "
6060 LET R$(F,I)=" "
6070 LET V$(F,I)=" "
6080 LET T$(F,I)=" "
6090 NEXT I
6100 CLS
6110 RETURN
7000 SAVE "FICHIER" LINE 200
7010 RETURN
8000 LET TEL=1
8005 IF INKEY$<>"" THEN GO TO 80
05
8010 LET NO=(CODE T$(R-1,TEL))-4
8+10*(T$(R-1,TEL)="0")
8015 INK 5: PRINT AT 15,TEL+6;T$
(R-1,TEL): INK 6
8020 IF T$(R-1,TEL)=" " THEN GO
TO 8100
8025 IF NO<1 OR NO>10 THEN GO TO
 8080
8030 FOR L=1 TO NO
8040 OUT 254,16: PAUSE 1.4
8050 OUT 254,0: PAUSE 2.8
8060 NEXT L
8070 PAUSE 50
8080 LET TEL=TEL+1
8090 GO TO 8010
8100 RETURN
le nom puis: ENTER"
2200 PRINT AT 2,0;"Cette fiche p
ortera le N.: ";R
2210 INK 6: PRINT AT 5,0;"Taper
```

Notre programme.

routine de sauvegarde. Cette dernière, extrêmement courte, ne comportera guère que l'ordre SAVE "FICHIER", suivi de LINE 200 (adresse de départ du programme sans destruction des données entrées). Une fois la sauvegarde cassette effectuée, le programme reviendra encore en 290, donc en 200.

Une dernière sous-routine nous permettra d'obtenir la numérotation automatique (avec le ZX Spectrum ou Spectrum Plus seulement) par envoi d'impulsions sur la fiche MIC de l'appareil. Une fois cette routine terminée, le programme retournera en routine de recherche de nom, puis en ligne 260.

L'utilisation de ce programme sera extrêmement simple. L'ordre RUN ne sera utilisé que lors de sa première frappe. Par la suite, il suffira de se conformer scrupuleusement aux indications. Si, par erreur, BREAK était tapé, ne surtout pas utiliser RUN mais employer soit CONTINUE, soit GOTO 200 ; en effet RUN provoquerait l'effacement de tous les noms mémorisés. Cette particularité peut cependant être utilisée à bon escient pour créer, à partir du même programme, un second fichier. Pour le ZX 81 dans tous les tests effectués sur la variable C$, nous remplacerons 8 par 33 et 13 par Ø ; ceci en raison des différences existant entre les codes utilisés par le ZX 81 et le ZX Spectrum. De même, le module de numération automatique n'étant pas adapté au ZX 81, les lignes 1340 et 1350 seront à supprimer ainsi que la sous-routine comprise entre les lignes 8000 et 8100 (fin du programme). Comme toujours, les ordres INK, PAPER, BORDER, OUT, BEEP et FLASH seront ignorés ainsi que l'instruction LINE 200 de la ligne 7000.

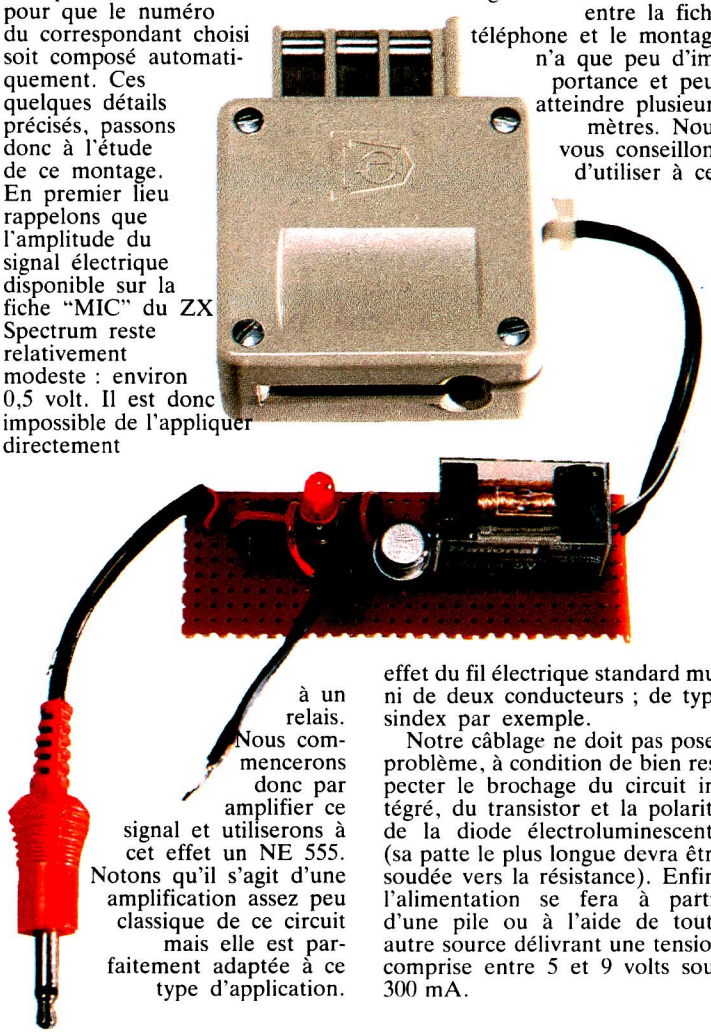
Dernier point à signaler pour le ZX Spectrum : tous les noms devront être mémorisés en majuscules (CAP SHIFT) pour pouvoir être reconnus par la suite. Hormis cette particularité, l'utilisation de ce fichier ne doit pas poser de problème particulier. En ce qui concerne la frappe du programme lui-même, nous vous rappelons qu'il est indispensable de bien utiliser les mots-clefs de nos ordinateurs pour mener à bon terme sa mise en mémoire.

Henri-Pierre PENEL □

UN NUMÉROTEUR ÉLECTRONIQUE

► Comme indiqué dans notre rubrique "informatique amusante", notre numéroteur est conçu pour être utilisé sur le ZX Spectrum. Le programme de fichier proposé ici utilise une sous-routine pour fonctionner. Une routine semblable pourra cependant être insérée dans tout autre programme.

But : composer directement un numéro sur la ligne téléphonique, à partir d'informations contenues dans le micro-ordinateur. Celles-ci seront prélevées par l'intermédiaire de la fiche "MIC" du ZX Spectrum, amplifiées pour pouvoir commander un relais, puis appliquées à la ligne téléphonique grâce à une fiche gigogne. Dès lors il suffira de décrocher le téléphone, d'attendre la tonalité et de demander la numérotation automatique au micro-ordinateur pour que le numéro du correspondant choisi soit composé automatiquement. Ces quelques détails précisés, passons donc à l'étude de ce montage. En premier lieu rappelons que l'amplitude du signal électrique disponible sur la fiche "MIC" du ZX Spectrum reste relativement modeste : environ 0,5 volt. Il est donc impossible de l'appliquer directement à un relais. Nous commencerons donc par amplifier ce signal et utiliserons à cet effet un NE 555. Notons qu'il s'agit d'une amplification assez peu classique de ce circuit mais elle est parfaitement adaptée à ce type d'application.



En effet, ici le NE 555 nous permet, non seulement d'obtenir une amplification suffisante, mais en plus, grâce à sa technologie interne, d'éviter certains problèmes liés aux parasites. En sortie de ce circuit nous placerons une diode électroluminescente, qui fera office de témoin de numérotation, puis un transistor chargé du pilotage du relais. La bobine de celui-ci sera connectée entre le collecteur du transistor et le 0 volt ; le contact sera, quant à lui, directement relié à la fiche gigogne, de manière à obtenir un montage en série du relais et du poste téléphonique. Pour ce faire les contacts L_2, amont et aval, seront directement reliés entre eux (borne n° 1) et les contacts L_2 (borne 3) seront raccordés au relais. Notons que la longueur de câble utilisée entre la fiche téléphone et le montage n'a que peu d'importance et peut atteindre plusieurs mètres. Nous vous conseillons d'utiliser à cet effet du fil électrique standard muni de deux conducteurs ; de type sindex par exemple.

Notre câblage ne doit pas poser problème, à condition de bien respecter le brochage du circuit intégré, du transistor et la polarité de la diode électroluminescente (sa patte le plus longue devra être soudée vers la résistance). Enfin, l'alimentation se fera à partir d'une pile ou à l'aide de toute autre source délivrant une tension comprise entre 5 et 9 volts sous 300 mA.

Implantation des composants

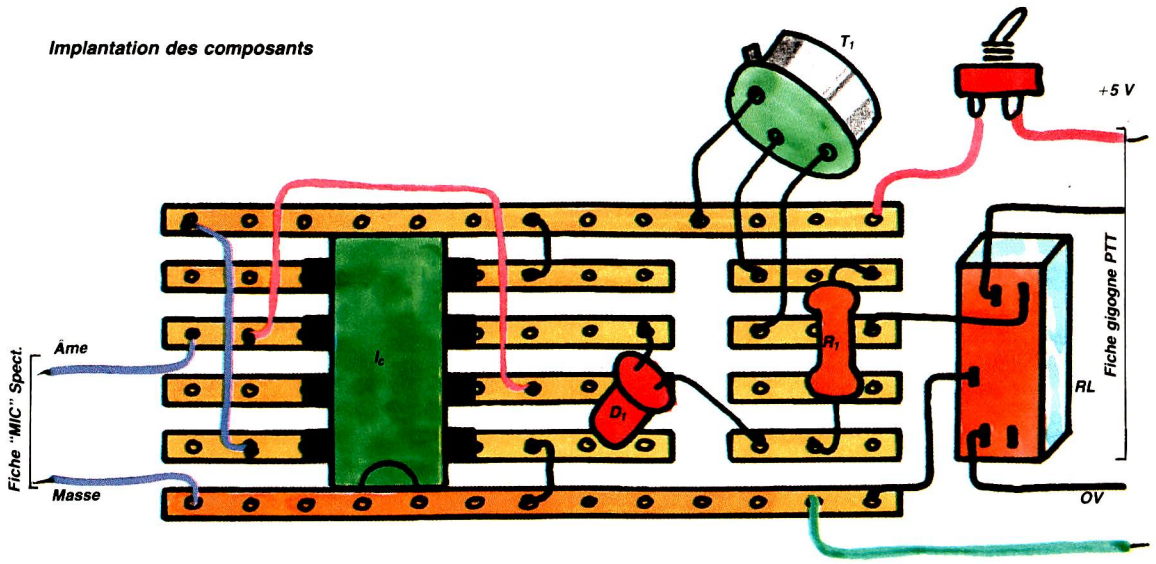
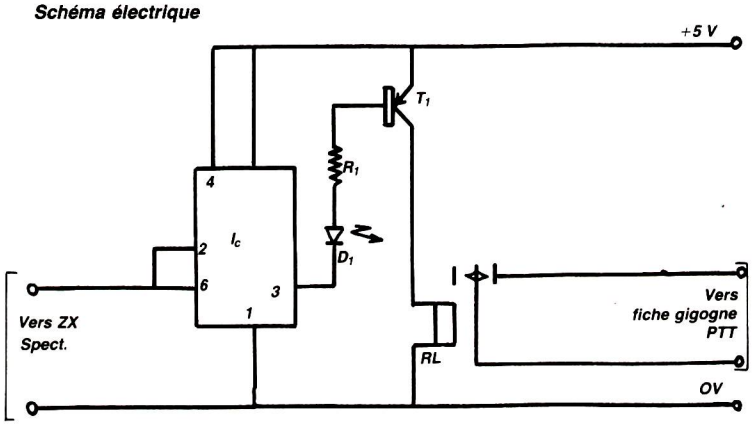


Schéma électrique



Nomenclature

IC = NE 555
D1 = DEL
T1 = 2N 2905
R1 = 470 ohms (jaune, violet, brun, or)
RL = relais 1RT 5 volts (de nombreux modèles disponibles)
Fiche : Fiche gigogne pour téléphone (une partie mâle, une partie femelle).

***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 bd Arago, 75013 Paris, tél. 336 23 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.*

L'utilisation et la mise en place de ce numéroteur restent également extrêmement simples, à condition cependant d'observer les quelques points suivants.

Il est conseillé de ne mettre sous tension que lors de l'utilisation ; un interrupteur arrêt-marche est prévu à cet effet. D'autre part le programme pour ZX Spectrum considère qu'un symbole "espace" indique une fin de numérotation. Lors de la numérotation des numéros de téléphone, les diverses familles de chiffres pourront donc être séparées par des symboles : parenthèse, virgule, point, etc... mais l'usage de l'espace devra être proscrit. Cette particularité offre néanmoins un avantage : en ce qui concerne les fiches portant les coordonnées d'une entreprise il peut être intéressant de mémoriser, à la suite du numéro principal, un numéro de poste (qui ne devra pas être directement composé), ou le nom d'un interlocuteur. Cette opération est donc possible en séparant le numéro de poste — ou le nom de l'interlocuteur — du numéro principal par un espace.

Enfin tous les symboles ne correspondant pas à un chiffre sont ignorés lors de la numérotation ; il est donc possible de placer le nom du correspondant avant le numéro de téléphone à condition de séparer ceux-ci par deux points (:) ou tout autre caractère différent d'espace.

Henri-Pierre PENEL □

CHO-TAKEMIYA : LA CONFRONTATION DES STYLES

Blancs : *Takemiya*

Noirs : *Cho*

Date : *16-17 janvier 1985, Séoul (Corée du Sud). 1re partie du 9e Kisei.*

Résultat : *noir gagne de 7 1/2 points, après 240 coups.*

Blancs : *Cho*

Noirs : *Takemiya*

Date : *30-31 janvier 1985, Nagoya (Japon), 2e partie du 9e Kisei.*

Résultat : *noir gagne par abandon en 109 coups.*

► Comme chaque année, à l'approche du *Kisei*, la tension monte. Depuis quelques mois on se plaisait à imaginer que Takemiya, en grande forme, arriverait à se frayer un chemin jusqu'à la grande finale. Il a franchi le dernier obstacle, en la personne de Kobayashi Koichi, au mois de décembre et a, ainsi, conquis le redoutable honneur d'affronter Cho pour le titre.

La partie initiale se joue à Séoul, hors du Japon donc, et c'est la première fois dans l'histoire du *Go*. Cho-Takemiya, c'est une opposition de style complète. Cho est pragmatique, concret et aime les petits territoires sûrs, alors que Takemiya poursuit depuis plusieurs années un rêve galactique. C'est le plus grand bâtisseur d'espace de l'ère moderne.

Les deux premières parties ont renvoyé les adversaires dos à dos. Dans la première, Takemiya n'a rien pu faire de convaincant, malgré son courage, et dans la deuxième c'est Cho qui a été complètement dominé.

Figure 1, coups 1 à 35. En un rien de temps, Cho s'empare des 4 coins. Stratégiquement, il est difficile de jouer pour l'influence avec les blancs, parce que c'est normalement le noir qui a l'initiative en début de partie.

Malgré la simplicité des séquences, les joueurs ont mis 5 heures pour arriver au coup 35 ; ce ne sont pas les séquences elles-mêmes, mais leur relation à la position globale qui justifie des réflexions si longues. La tâche de Takemiya est encore compliquée par la stabilité des territoires conquis par le noir ; trois des coins sont définitivement acquis, seul le coin nord-est est susceptible de

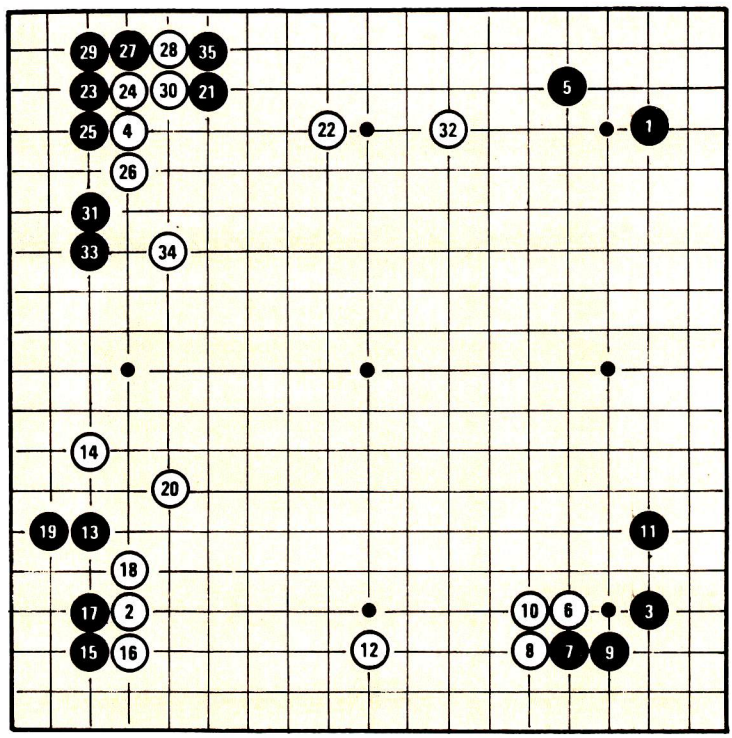


Figure 1 : coups 1-35

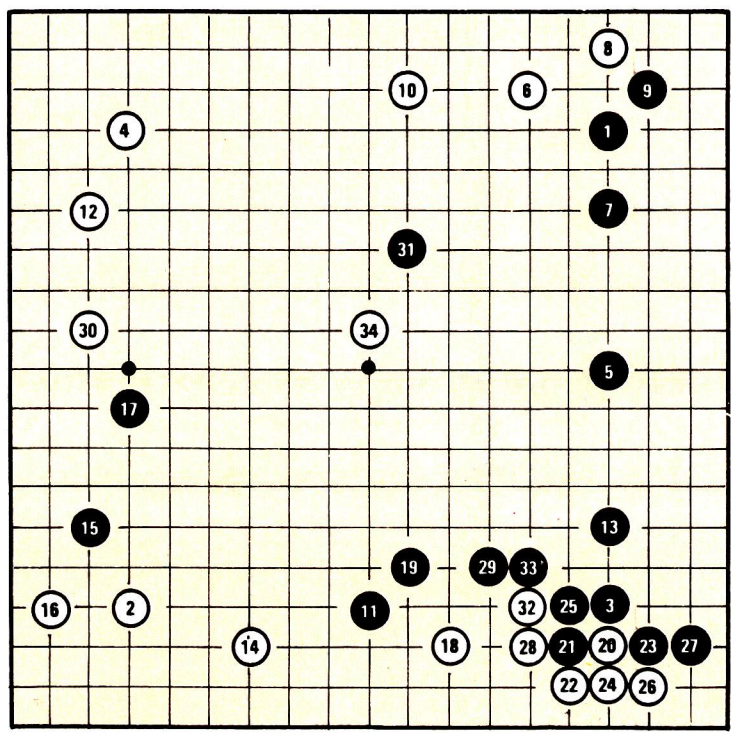


Figure 2 : coups 1-34

CHO-TAKEMIYA : ... SUITE DU 9e "KISEI"

changer de mains, plus tard dans la partie.

Aux quelque 50 points noirs, s'oppose une zone d'influence blanche impressionnante, qui va du nord au sud. Le noir, avec 35, rentre par la petite porte.

Figure 2 : coups 1 à 34. Temps utilisé : noir : 1 h 36 (dont 1 h pour le coup 35, scellé, qui n'apparaît pas sur la figure) ; blanc : 4 h 54 !

Dans la deuxième partie, Takemiya a les noirs, ce qui favorise son style de jeu. De plus, les territoires blancs ne sont pas aussi solides que dans la première partie, parce que les pierres 2 et 4 sont des pierres d'influence. En fait, Cho essaie de contrer la puissance noire en bâtissant, lui aussi, à grande échelle.

Jusqu'au coup 14 c'est un peu le partage du monde, mais les positions blanches sont quand même nettement plus orientées vers le territoire : le blanc a une position basse sur le bord nord et a protégé 2 coins, alors que le noir joue résolument sur la 4e ligne. Avec 15-17, le noir prend une position solide dans la zone blanche et l'invasion en 18 est typique de Cho ; la suite, jusqu'en 29, est une séquence de stabilisation. Avec 30, le blanc prend encore des points et menace les pierres 15-17. 31, c'est le style de Takemiya et 34 est un coup d'érosion prudent.

Par rapport à la première partie, Takemiya possède dorénavant deux grands atouts :

- Un territoire potentiel sur le bord est, d'une quarantaine de points, qui se prolonge par une vaste zone d'influence au centre.
- De beaucoup plus grandes possibilités de manœuvre : le noir peut faire pression sur les pierres 6-8-10 ; il peut aussi, éventuellement, envahir le coin nord-ouest ; il peut, enfin, s'adapter aux circonstances et menacer de déplacer le champ de bataille. C'est, en définitive, cette plus grande flexibilité qui lui donne des chances bien meilleures que dans la première partie.

Etant un supporter inconditionnel de Takemiya, et sans connaître le résultat des parties, j'étais très pessimiste au vu de la figure 1, alors que la figure 2 m'a paru, d'emblée, beaucoup plus jouable.

Pierre AROUTCHEFF □

► Si nous poursuivons les parties entamées dans notre rubrique "initiation", que voyons-nous ?

Figure 3 : suite de la figure 1 (coups 35 à 125).

Avec 35, Cho enfonce un premier coin dans le dispositif blanc ; il supprime d'éventuels points au blanc, sans le renforcer outre mesure, et c'est un premier succès. 44 et 45 sont des coups ambitieux — chacun à sa manière —, mais 46, le coup scellé, est trop lent : la séquence 47-55 donne de nombreux points supplémentaires au noir alors que le blanc n'a toujours rien de sûr. Du point de vue technique, la double séquence 51-55, suivie de 57-59 est admirable : le noir exerce le maximum de pression sur les pierres blanches. Takemiya est contraint de défendre, en 62 et 64, avant de pouvoir attaquer.

Quand Cho joue 65, il est à peu près sûr d'arriver à survivre dans la zone blanche et la victoire semble proche. Un coup de contact, comme 65, est une manœuvre classique quand on se déplace dans un environnement hostile. La pierre 65 est sacrifiée ; elle permet au groupe noir de se développer, en créant des menaces ; mais le blanc ne baisse pas les bras et les coups 78 et 86 sont de violents coups d'attaque. Il faut, avant tout, éviter que le noir vive sur place. Le noir fuit, puis place en 103 un coup assassin. Blanc sacrifie une pierre en 104 pour reconstituer encore un mur : 106-110. Le noir ne peut pas jouer 117 en 118, sinon blanc "a" est imparable.

Quand il capture deux pierres en 121, Cho peut enfin souffler. Le blanc tente encore de créer une grande zone centrale, avec 124, mais 125 est suffisant pour maintenir l'avantage noir.

Figure 4 : suite de la figure 2 (coups 34 à 109).

Le coup 35 est une contre-attaque splendide. Au lieu de répondre directement à l'érosion en 34, le noir utilise ses moyens de pression ; d'abord sur les pierres blanches du bord nord. Après 39, le noir louche en direction du coin nord-ouest. 41 est un coup solide, un point vital : si le blanc peut jouer lui-même en 41, il deviendra

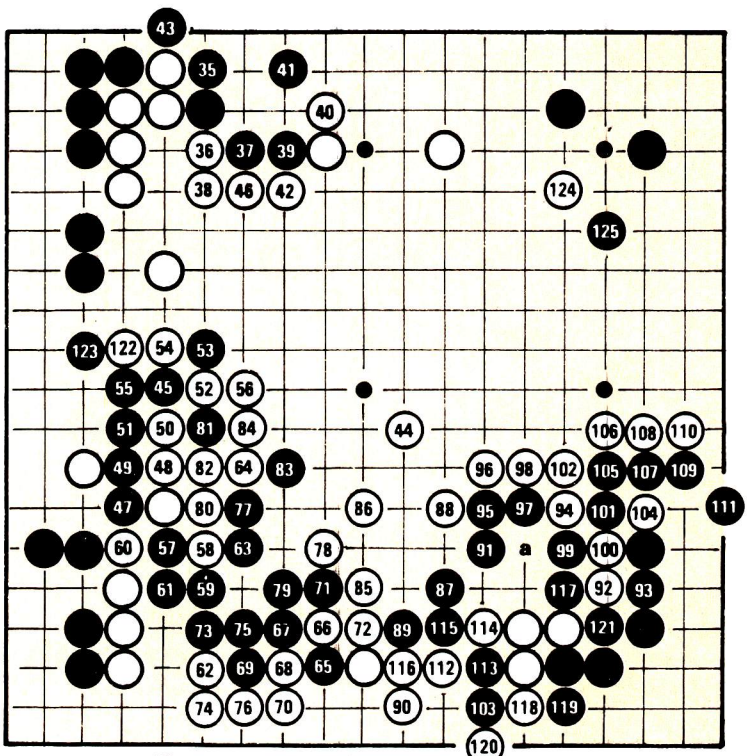


Figure 3 : suite de la 1re du 9e Kisei (coups 35-125)

suffisamment tort pour se permettre des audaces.

42 défend les points, mais laisser le noir se renforcer encore en 43 est imprudent. La partie ne va pas tarder à devenir pénible pour le blanc.

La séquence 45-63, imposée par le noir, est brillante. Le blanc conserve tous ses points, mais au prix d'un renforcement considérable de la position noire qui domine maintenant complètement l'immense zone centrale. 69 est un autre coup superbe : la suite 73-77 force le blanc à vivre et surtout — c'est le but de l'opération — sépare les pierres blanches centrales de toute base. Vous pouvez vérifier que la connexion entre 36 et 64 est rendue impossible, par la présence de la pierre 77.

Avec 80, Cho a épuisé son temps disponible, et n'a plus qu'une minute par coup ; 80 et 82 sont trop optimistes et 84 devrait, au moins, être joué en 101 pour que le blanc ait un semblant de forme d'œil. 96, enfin, est un très mauvais coup de forme, inhabituel pour un joueur de ce niveau. Le coup correct est en "a". Le groupe blanc aurait alors quelque chance de survivre, ce qui ne changerait d'ailleurs rien, le centre étant de toute façon trop grand.

Pierre AROUTCHEFF □

ÉCHECS : *voici l'ultime solution de nos parties d'échecs commentées. Après quelque 10 années passées ensemble, l'homme est toujours le plus fort mais la machine a pris de la bouteille ; elle était autrefois grosse, chère et lente, elle est maintenant petite, d'un prix abordable et bien plus rapide, s'offrant par exemple le luxe de battre un champion de France (notre dernière rubrique). Une fois de plus, le roi est mort et mourra encore... vive le roi !*

Solution de l'exercice n° 137

1. ... Da5!! et si 2. F × a5, e1 = D ; 3. F × e1, T × e1 + ; 4. Tf1, T × f1 mat. La seule manière de retarder le mat est 1. h3, D × e1 +, 3. Rh2 mais après 3. ... Dd1 la fin est proche.

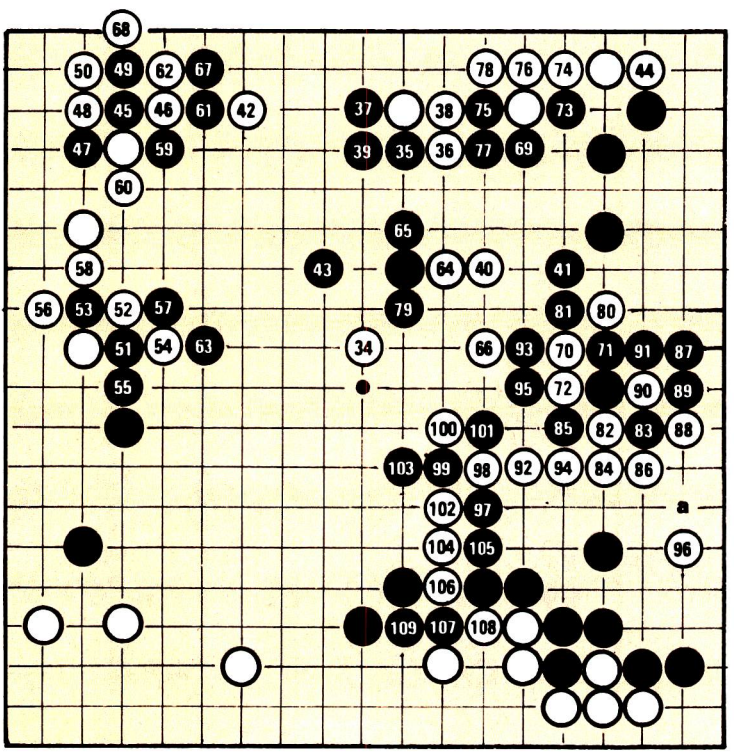


Figure 4 : suite de la 2e du 9e Kisei (coups 34-109)

LES "VIDÉOLYMPIQUES"

► Progressivement, les créateurs de jeux informatiques parviennent à se dégager de la gangue originelle qui paraissait, à l'origine du moins, les condamner aux jeux d'arcade dont, au demeurant, nos chères petites têtes blondes sont, encore aujourd'hui, particulièrement friandes.

De même, les traditionnels wargames semblent, eux aussi, marquer le pas — c'est sans doute regrettable —, au profit d'une véritable diversification. La rubrique "Jeux-vidéo" cesse avec celle que nous vous présentons ce mois-ci. Nous aurons défriché ensemble une bonne partie du "parc" de ces jeux qui, sans nul doute, ira sans cesse croissant.

Aujourd'hui, c'est encore à un genre nouveau que nous nous intéresserons donc, à savoir "Summer Games". Contrairement à ce que pourraient supposer certains esprits frivoles, ce titre affriolant — "Jeux d'Eté" en français — ne dissimule rien que de parfaitement convenable. En vérité, le monde anglo-saxon — car ce jeu nous vient des USA — désigne sous le nom de *Games*, avec un G majuscule, les Jeux Olympiques et, ainsi, nous allons pénétrer, guidés par les programmeurs de "Epdyx Computer Software", dans le monde de la haute compétition, où s'affrontent les meilleurs athlètes des cinq continents.

D'emblée, la richesse du jeu doit être soulignée et, d'ailleurs, les deux faces d'une disquette sont occupées, tandis que la mémoire de votre Apple doit obligatoirement disposer d'un minimum de 64 ko. Cela étant, lançons le programme et savourons notre premier étonnement : tout comme dans la réalité, nous assistons à la cérémonie d'ouverture. Flambeau à bout de bras, un athlète termine sa course au pied du grand escalier, au sommet duquel va brûler la flamme olympique. Le coureur gravit les marches, baisse le bras et la flamme naît, tandis que retentit l'hymne olympique — mais oui... — et que s'envolent les colombes !

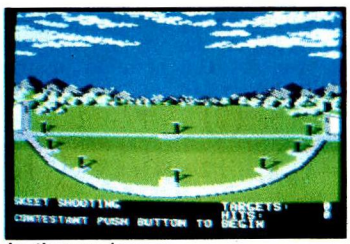
Après ce préambule engageant, plongeons dans les choses sérieuses, par l'intermédiaire d'un menu principal à six options.

En 1, les joueurs concourent dans les huit disciplines proposées, à savoir : saut à la perche, plongeon, relais 4 × 400 mètres et 100 mètres, en course à pied ;

gymnastique, relais 4 × 100 mètres et 100 mètres nage libre et, enfin, tir aux pigeons.

L'option 2 permet aux concurrents de ne concourir que dans une seule discipline, tandis que, réservée en quelque sorte à l'entraînement, l'option 3 autorise la pratique d'une des disciplines inventoriées plus haut, sans qu'aucun score soit enregistré.

Enfin, les trois dernières options



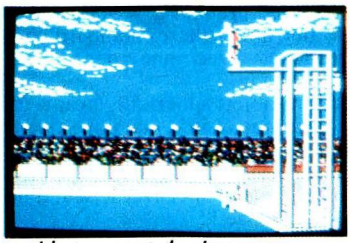
Le tir aux pigeons...

permettent, l'une de consulter le "tableau des records", où sont enregistrées automatiquement les meilleures performances accomplies depuis le premier démarrage du jeu, avec le nom des recordmen. En 5, on revient à la cérémonie d'ouverture et la dernière option commande la mise hors circuit du son, ce qui ne sera pas toujours inutile, en raison de l'abondance de la sonorisation.

Si l'on choisit l'option 1, les préliminaires ne manquent pas et il conviendra en premier lieu d'entrer dans le programme le nom de chaque concurrent, ainsi que sa nationalité. A cet effet, l'écran affichera un panneau donnant le choix entre neuf pavillons, américain, britannique, canadien, australien, français, allemand, japonais, soviétique et mexicain, les premières mesures de chacun des hymnes nationaux étant jouées à l'instant de la sélection.

Après que le programme, décidément très attentionné, vous ait demandé confirmation de la sélection, la première épreuve débute, à savoir le saut à la perche. Mais tout d'abord, une précision intéressante : l'ensemble du jeu peut être commandé à partir du clavier — qui, de toutes façons, demeure indispensable pour certaines manœuvres — mais les joueurs sont également en mesure d'utiliser le joystick, voire la souris, le programme vous demandant dans ce dernier cas de l'avertir de votre intention !

Ensuite, que le meilleur



... et le concours de plongeons

gagne... ! Pour les premiers essais, la barre est disposée à quatre mètres et chaque concurrent a droit à trois essais, le troisième essai entraînant l'élimination. Que ce soit à l'aide du clavier, du joystick ou de la souris, le joueur influe sur les paramètres suivants : départ de la course, perche plantée au bon endroit, appel sur la perche, puis lâcher de celle-ci. En fait, les manœuvres doivent être coordonnées au 1/10 de seconde près et, en cas d'échec, la barre tombe, qu'elle soit heurtée par la perche ou par le corps du concurrent malheureux.

Après chaque série d'essais, la barre est remontée et le gagnant est, comme on s'en doute, le dernier joueur éliminé...

Le plongeon constitue la seconde épreuve et la complexité du jeu va croissant. Chaque concurrent doit exécuter quatre plongeons, le premier s'effectuant de face. Le joueur est en mesure de contrôler aussi bien la position de "son" corps que la rapidité des rotations et, après chaque plongeon, un jury de cinq membres donne une double note ; l'une étant fonction de la difficulté des mouvements choisis et l'autre de la manière dont ils ont été exécutés, en particulier au moment de l'entrée dans l'eau. La note définitive est donnée en multipliant la note d'exécution par le rapport de difficulté, la meilleure et la moins bonne des notes dispensées par les membres du jury — c'est-à-dire par l'ordinateur — étant écartées.

Avec les deux épreuves de course à pied, la difficulté diminue, en ce sens que le joueur influe seulement sur la rapidité de la course en poussant le joystick ou la souris vers la droite ou la gauche, sélectionnant ainsi le sprint éperdu ou la course d'attente. La complexité du procédé est quand même augmentée, du fait de l'existence d'une barre située sous la piste, et dont la disparition progressive correspond à la baisse de l'influx chez le coureur. En poussant vers la gauche, le joueur déclenche la récupération d'une part de l'influx et la victoire réside dans l'équilibre obtenu par chaque joueur, entre ces deux tendances antagonistes. Enfin, le passage des relais est également commandé par le joueur, toute hésitation occasionnant évidemment un retard.

En natation, le principe de l'impulsion commandée par le concurrent intervient à chaque fois que le nageur sort un bras de l'eau, la nage sélectionnée étant le crawl. Les impulsions doivent donc être parfaitement coordonnées ainsi que la commande de retournement en bout de bassin et, avant cela, le départ, au commandement du starter.

La technique utilisée en gymnastique ressemble fort à celle du plongeon. On retrouve là un niveau assez élevé de difficulté, tout comme dans le tir aux pigeons où, après avoir commandé l'envol des plateaux, il est nécessaire de cerner — en vol — chaque plateau, au moyen d'un cercle commandé par le joueur et de commander ensuite le tir. Ce n'est pas facile...

En fait, "Summer Games" n'est guère autre chose qu'un jeu d'arcade mais il est réalisé avec beaucoup d'intelligence, avec un "emballage" séduisant qui en accroît nettement la séduction psychologique. De plus, la diversité des épreuves permet de faire intervenir des réflexes variés et, que l'on soit seul ou que l'on désire concourir en compagnie, on passera un moment agréable. Toutefois, l'entraînement préalable joue ici un rôle prépondérant et il sera tout à fait inutile de prétendre entrer d'emblée en concurrence avec un familier du jeu.

André COSTA □

FICHE TECHNIQUE

"Summer Games" est un jeu que l'on peut trouver à la FNAC-Wagram - 26, avenue de Wagram, 75008 Paris. Il est programmable sur Apple 64 ko (II, II+, IIe, III et c). FNAC-Wagram, avec son amabilité coutumière, a refusé de nous communiquer son prix.

L'ALGORITHME DE RUNGE-KUTTA

► Nous avons déjà eu l'occasion d'insister sur l'importance du concept de simulation dans les applications scientifiques. Il n'est plus un seul projet de quelque envergure qui ne soit étudié à la loupe avec des moyens informatiques conséquents. Actuellement, on sait prévoir le comportement de phénomènes aussi simples que le mouvement d'un système de deux ressorts, ou aussi compliqués que l'impact d'une balle de fusil sur un réservoir cylindrique, la rentrée d'un planeur hypersonique dans l'atmosphère, uniquement par le calcul !

Ce genre d'exploits nécessite :

- une connaissance aussi fine que possible des phénomènes physiques entrant en jeu : résistance des matériaux pour la déformation du réservoir ; aérodynamique et aérothermodynamique pour la rentrée de la navette spatiale. Ces lois physiques font intervenir des centaines de paramètres qui ne sont pas forcément tous bien connus, ce qui accroît la complexité de la tâche. La mise en équations d'une de ces lois aboutit à ce qu'on nomme un "modèle mathématique" du phénomène ;
- des moyens de calcul conséquents, englobant la capacité de calcul des ordinateurs et la méthode mathématique qui permet de résoudre les équations décrivant les phénomènes.

Aujourd'hui nous allons examiner un procédé de simulation couramment utilisé et, pour l'illustrer, nous avons pensé à un phénomène physique apparemment simple : la chute d'une balle dans l'air (à ne pas confondre avec la chute libre, ce terme ne s'appliquant qu'au cas où l'objet qui tombe ne rencontre pas de résistance aérodynamique et ne subit aucune force autre que celle due à la gravitation).

En effet, la chute dans le vide est très bien décrite par la dynamique : ou bien on considère le champ de gravitation comme étant uniforme (dans un volume restreint à la surface terrestre, par exemple) et la trajectoire décrite est une parabole parfaitement connue en chacun de ses points ; ou bien on généralise le problème à la circulation d'un objet autour de la terre. Auquel cas la trajectoire décrite est une "conique" (ellipse, hyperbole ou parabole) dont la détermination n'offre pas de problème majeur, c'est-à-dire qu'à tout instant on connaît la position exacte, ainsi que la vitesse et l'accélération du mobile.

Par contre, la présence de l'air ajoute une force supplémentaire qui complique suffisamment les équations de la dynamique pour ne plus pouvoir déterminer avec exactitude la trajectoire de l'objet. Et pourtant nous partirons d'hypothèses simplificatrices :

- une attraction gravifique constante, en prenant $g = 9{,}81$ m/s² ;
- une atmosphère "standard" homogène, avec une densité de 1,225 kg/m³ ;
- un objet sphérique ayant un coefficient aérodynamique (Cx) constant, indépendant de son orientation au cours de la chute. Rien à voir, donc, avec le saut d'un parachutiste !

Formulation du problème

Dans la **figure 1**, nous avons rassemblé les principales notations, à savoir les systèmes d'axes vers la droite (OX) et vers le bas (OY), l'origine du repère étant le point de départ de la boule.

Le vecteur-vitesse, $\vec{V}$, a pour composantes $\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ en reprenant

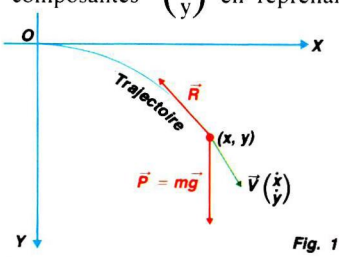


Fig. 1

l'écriture des physiciens.

$\dot{x} = \frac{dx}{dt}$ et $y = \frac{dy}{dt}$ sont les dérivées par rapport au temps de l'abscisse et de l'ordonnée. Le module de ce vecteur, qui est en somme la vitesse du mobile, est donné par $V = \| \vec{V} \| = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}$.

L'action de la pesanteur se résume par $\vec{p} = m\vec{g}$, le vecteur $\vec{g}$ n'ayant qu'une composante verticale et se notant $\begin{pmatrix} 0 \\ g \end{pmatrix}$ (m est la masse).

La résistance de l'air s'oppose au mouvement, suivant la loi :

$$R = 1/2\ \rho\ S\ Cx\ V^2,$$

où ρ désigne la densité de l'air, S la surface frontale de la boule (maître-couple) et V sa vitesse.

S est la surface d'un disque de diamètre D, et vaut $\frac{\pi D^2}{4}$.

Le coefficient de forme Cx, dépend surtout de l'état de surface de la boule (du moins pour le cas qui nous occupe), mais une valeur moyenne de 0,1 est convenable pour la suite des calculs.

Cette force est directement opposée à la vitesse $\vec{V}$, et on peut écrire $\vec{R} = -1/2\ \rho\ SCx\ \| \vec{V} \|\ \vec{V}$. La somme des deux forces est égale, d'après un vieux principe, au produit $m\vec{\gamma}$, où $\vec{\gamma} = \begin{pmatrix} \ddot{x} \\ \ddot{y} \end{pmatrix}$ est l'accélération du mobile, donc la dérivée (par rapport au temps) de sa vitesse. En notation matricielle :

$$m \begin{pmatrix} \ddot{x} \\ \ddot{y} \end{pmatrix} = \vec{P} + \vec{R}$$

$$= \begin{pmatrix} 0 \\ g \end{pmatrix} - 1/2\ \rho\ SCx\ \| \vec{V} \| \begin{pmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \end{pmatrix},$$

En divisant par m, et en notant k le rapport $\frac{-\rho\ SCx}{2\ m}$, on aboutit au système d'équations différentielles

$$\ddot{x} = k\ \dot{x}\ \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}$$

$$\ddot{y} = g + k\ \dot{y}\ \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}$$

La difficulté de sa résolution, outre la présence de la racine carrée, vient du fait que x et y interviennent simultanément dans les deux équations.

L'algorithme de Runge-Kutta permet de calculer x et y, ainsi que leurs dérivées x et y, de proche en proche au moyen de formules relativement simples.

Algorithme

Dans le cas général, si y est un vecteur représentant l'état d'un système, et t la variable de base, l'algorithme permet de résoudre l'équation différentielle $\frac{dY}{dt} = F$ (t, Y), F étant une fonction traduisant la réalité physique du problème. Dans le cas présent, le vecteur Y est $\begin{pmatrix} x \\ y \\ \dot{x} \\ \dot{y} \end{pmatrix}$ car il contient les informations (position et vitesse) nécessaires sur la balle. La variable t est ici le temps, mais elle n'apparaît pas explicitment dans les équations.

Puisque, par dérivation, $\frac{dY}{dt} = \begin{pmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \ddot{x} \\ \ddot{y} \end{pmatrix}$, on s'aperçoit que la fonction F de notre exemple est celle qui, au vecteur $Y = \begin{pmatrix} A \\ B \\ C \\ D \end{pmatrix}$

```
10  REM
20  REM  SIMULATION A L'AIDE DE L'ALGORITHME DE RUNGE-KUTTA
30  REM
40  HOME
50  PRINT : PRINT : PRINT " *** SIMULATION DE LA CHUTE D'UNE BOULE HOMOG
    ENE DANS L'ATMOSPHERE ***"
60  PRINT : INPUT "MASSE DE LA BOULE = ? (KG) ";M
70  PRINT : INPUT "DIAMETRE DE CETTE BOULE = ? (CM) ";DI
80  PRINT : INPUT "VALEUR DU Cx = ? ";CX
90  PRINT : PRINT "INDIQUER LA VITESSE INITIALE DE L'OBJET EN M/S :"
100  PRINT : PRINT : INPUT "VITESSE HORIZONTALE = ? ";VH
110  PRINT : INPUT "VITESSE VERTICALE = ? ";VV
120 K =  - 1.225 * 3.1416 * DI * DI * CX / M / 80:G = 9.81
130 W1 = 10:W2 = 10
140 H = 0.1
160  DIM F(4): DIM K0(4): DIM K1(4): DIM K2(4): DIM K3(4)
170 V(1) = 0:V(2) = 0:V(3) = VH:V(4) = VV
180  HGR
210  GOSUB 2000
220  GOSUB 1100
230  GOTO 210
1000  REM
1010  REM  CALCUL DE LA FONCTION F A 4 COMPOSANTES
1020  REM
1030 SR =  SQR (V(3) ^ 2 + V(4) ^ 2)
1040 F(1) = V(3):F(2) = V(4)
1050 F(3) = K * V(3) * SR
1060 F(4) = G + K * V(4) * SR
1070  RETURN
1100  REM
1110  REM   ALGORITHME DE RUNGE-KUTTA A L'ORDRE 4 (4 COMPOSANTES)
1120  REM
1130  FOR I = 1 TO 4:V1(I) = V(I): NEXT I
1140  GOSUB 1000
1150  FOR I = 1 TO 4
1160 K0(I) = H * F(I)
1180 V(I) = V1(I) + K0(I) / 2
1190  NEXT I
1200  GOSUB 1000
1210  FOR I = 1 TO 4
1220 K1(I) = H * F(I)
1250 V(I) = V1(I) + K1(I) / 2
1260  NEXT I
1270  GOSUB 1000
1280  FOR I = 1 TO 4
1290 K2(I) = H * F(I)
1320 V(I) = V1(I) + K2(I)
1330  NEXT I
1340  GOSUB 1000
1350  FOR I = 1 TO 4
1360 K3(I) = H * F(I)
1370 V(I) = V1(I) + (K0(I) + 2 * (K1(I) + K2(I)) + K3(I)) / 6
1380  NEXT I
1390  RETURN
2000  REM
2010  REM  SOUS-PROGRAMME GRAPHIQUE
2020  REM
2030 X =  INT (2 * V(1)) + 10:Y =  INT (2 * V(2)) + 10
2040 HV = X + V(3):IV = Y + V(4)
2048 T1 = X - V(4) / 5:T2 = Y + V(3) / 5:T3 = X + V(4) / 5:T4 = Y - V(3)
    / 5
2050 P = X + 0.8 * V(3) - V(4) / 15:PP = X + 0.8 * V(3) + V(4) / 15
2060 Q = Y + 0.8 * V(4) + V(3) / 15:QQ = Y + 0.8 * V(4) - V(3) / 15
2070  HCOLOR= 0
2080  GOSUB 2500
2090  HCOLOR= 3: HPLOT W1,W2 TO X,Y
2100 W1 = X:W2 = Y:W3 = HV:W4 = IV:W5 = P:W6 = Q:W7 = PP:W8 = QQ
2105 B1 = T1:B2 = T2:B3 = T3:B4 = T4
2110  GOSUB 2500
2120  PRINT : PRINT "VITESSE = ",SR;" M/S"
2130  RETURN
2500  HPLOT W1,W2 TO B1,B2 TO B3,B4: HPLOT W1,W2 TO W3,W4
2510  HPLOT W3,W4 TO W5,W6
2520  HPLOT W3,W4 TO W7,W8
2530  RETURN
```

Notre programme

associe le vecteur

$$\begin{pmatrix} C \\ D \\ kC\sqrt{C^2 + D^2} \\ g + kD\sqrt{C^2 + D^2} \end{pmatrix}$$

Cette remarque faite, voyons en quoi consiste notre algorithme.

Tout d'abord, il s'agit de choisir un "pas" de calcul, c'est-à-dire ici, un intervalle de temps Δt au bout duquel s'effectue chaque nouvelle itération. Plus Δt sera faible, plus la simulation sera précise (aux erreurs de calcul près), mais, malheureusement, plus aussi, elle sera longue.

Ensuite on effectue les opérations vectorielles suivantes :

$K_0 = \Delta t\ F\ (t,\ Y_0)\ )Y_0$ vecteur de départ)

$K_1 = \Delta T\ F\ (t + \frac{\Delta t}{2},\ Y_0 + K_0/2)$

$K_2 = \Delta t\ F\ (t + \Delta t/2,\ Y_0 + K_1/2)$

$K_3 = \Delta t\ F\ (t + \Delta t,\ Y_0 + K_2)$

Ensuite, le vecteur donnant le nouvel état du système est $Y_1 = Y_0 + (K_0 + 2\ K_1 + 2\ K_2 + K_3)/6$.

De fait, il existe plusieurs algorithmes de Runge-Kutta qui partent du même principe. Celui-ci est très utilisé car il est simple et efficace.

Description du programme pour APPLE IIc

Après l'introduction des données et l'initialisation des diverses variables (lignes 10 à 180), le programme est constitué d'une boucle de deux sous-programmes :

- celui débutant à la ligne 1100 établit l'ordre dans lequel les vecteurs K_0, K_1, K_2, K_3 doivent être calculés. L'expression de la fonction F se trouve dans le sous-programme de la ligne 1000.
- celui débutant à la ligne 2000 se charge de tracer la trajectoire de la balle, ainsi que le vecteur $\vec{V}$ à chaque instant. Les lignes 2048, 2050 et 2060 calculent les coordonnées des quatre points délimitant l'origine et la tête de la flèche (**figure 2**).

Pour ne conserver qu'un seul vecteur-vitesse à un instant donné, une petite astuce a été nécessaire, consistant à redessiner au préalable le vecteur précédent avec

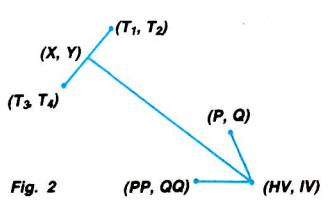


Fig. 2

(suite)

une couleur noire (HCOLOR = 0), effaçant ainsi l'ancienne flèche, avant de tracer la nouvelle en blanc (HCOLOR = 3). La relative rapidité du tracé donne ainsi une impression de déplacement de la flèche, autrement dit un embryon d'animation.

Le vecteur utilisé par ce sous-programme pour tracer la position et la vitesse de la balle est le tableau V, à 4 composantes, calculé à la ligne 1370 en fin d'algorithme, et initialisé à la ligne 170 avec les valeurs initiales.

Remarques

● Les instructions graphiques de l'APPLE II_C détectent des erreurs lorsque les coordonnées des points à tracer dépassent les valeurs limites. C'est pourquoi nous avons dû ménager une marge de 10, en x et en y, pour le tracé (ligne 2030 du programme). C'est aussi la raison pour laquelle le programme s'arrête automatiquement lorsque la balle atteint le bas de l'écran.

● Nous avons choisi un pas, Δt, (noté H à la ligne 140) de 0,1 seconde qui nous paraît correct. Mais il peut être facilement modifié et il est alors instructif de découvrir comment le fait de le multiplier par 10 accroît la rapidité de calcul, mais au prix d'une baisse de la qualité de la trajectoire.

● Les quatre lignes de texte laissées au bas de l'écran laissent peu de place aux messages. Nous avons choisi d'indiquer le module de la vitesse, mais d'autres renseignements (la position par exemple) peuvent être sélectionnés.

● Le coefficient 80 de la ligne 120 regroupe les divers coefficients provenant des formules donnant R et S ainsi que celui dû au changement d'unité, cm → m.

● Donner aux vitesses horizontale ou verticale des valeurs négatives risque de faire bondir la balle hors de l'écran et donc de provoquer une erreur au cours de l'exécution. Pour tester le programme, nous conseillons l'exemple suivant :

m = 0,1 kg (100 g)
DI = 2 cm
Cx = 0,1
VH = 20 m/s
VV = 0 m/s

Le programme s'arrêtera alors avec une vitesse de 41,7 m/s, et une trajectoire qui aura rempli les deux tiers de l'écran environ.

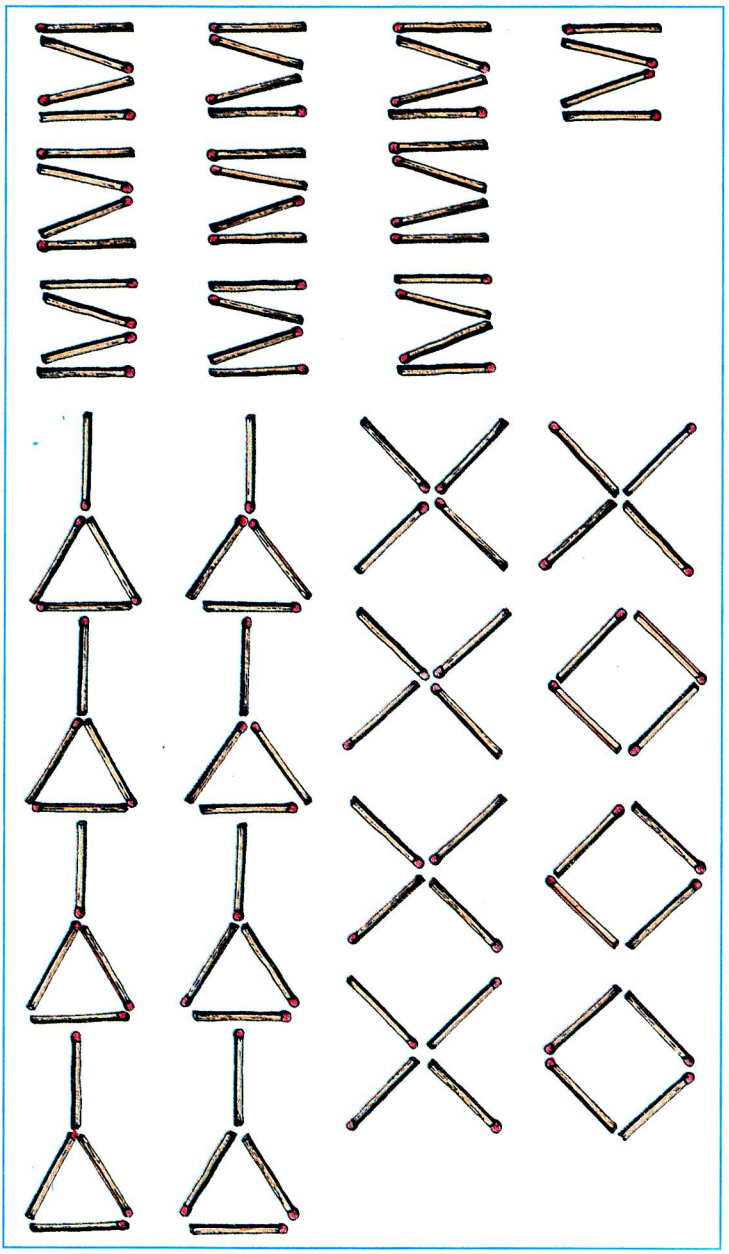
Daniel FERRO □

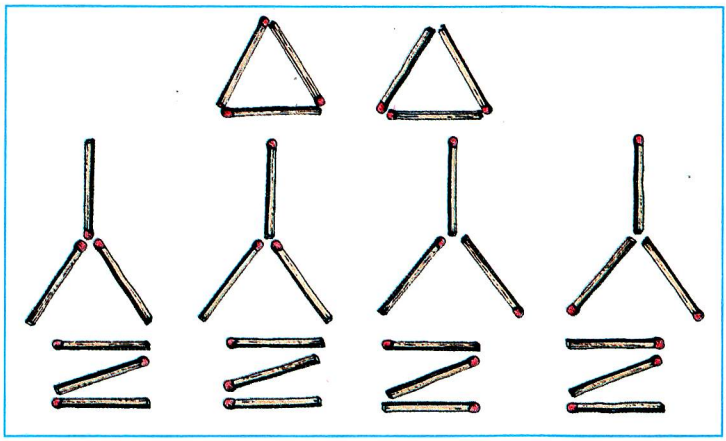
LA THÉORIE DES ALLUMETTES

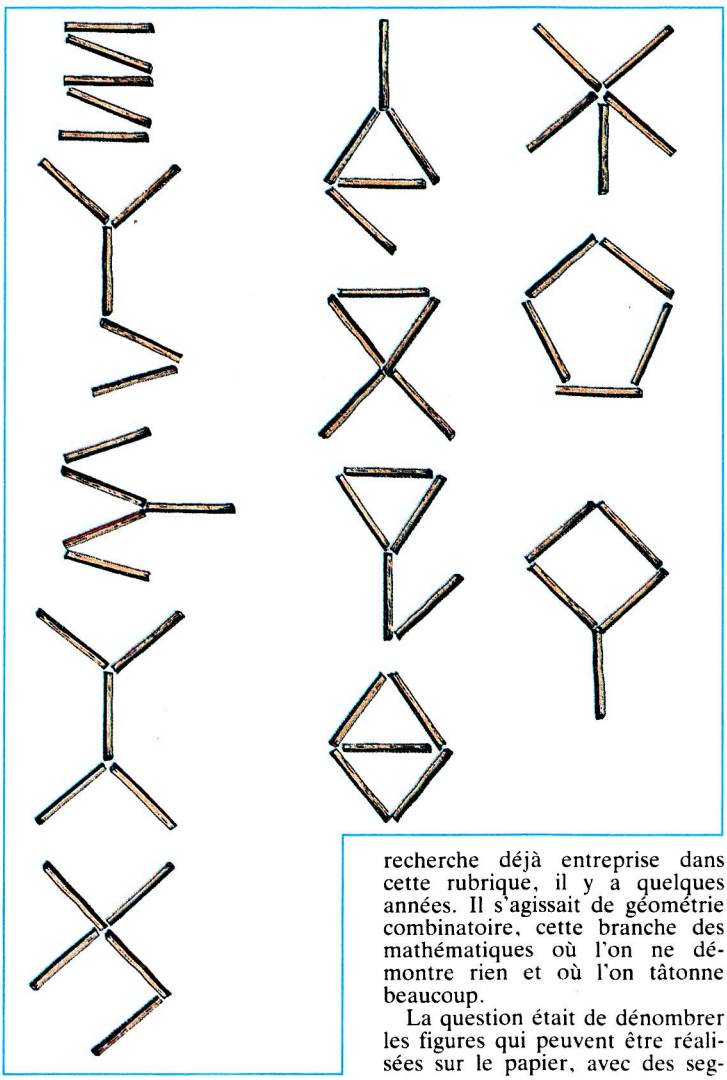


► Que faire avec des allumettes ? Enrichir l'univers des objets mathématiques. Les allumettes se trouvent être les modèles de vecteurs les plus pratiques et les plus répandus qui soient. Mieux que des traits de crayon sur le papier, elles représentent à souhait le segment de droite orienté, avec sa flèche et son idéale liberté.

Grâce à ces allumettes, je propose d'aller plus loin dans une







recherche déjà entreprise dans cette rubrique, il y a quelques années. Il s'agissait de géométrie combinatoire, cette branche des mathématiques où l'on ne démontre rien et où l'on tâtonne beaucoup.

La question était de dénombrer les figures qui peuvent être réalisées sur le papier, avec des segments égaux. La règle est que chaque segment doit en toucher au moins un autre par une extrémité sans distinguer les figures qui peuvent se ramener l'une à l'autre par simple déformation ou symétrie. Ainsi trois segments réalisent trois figures : une ligne brisée, s'il y a 2 points doubles ; un triangle, s'il y a 3 points doubles, et un Y, s'il y a 1 point triple.

Quatre segments engendrent quatre figures. A partir de 5 segments, un saut surprenant intervient : ils peuvent engendrer 12 figures différentes (**figure 4**).

On voit sur ces exemples qu'une "déformation simple" consiste à faire jouer les points de contact comme des articulations, mais évite de détruire des points de contact ou d'en créer de nouveaux.

Un point délicat, qui n'est pas encore résolu autrement que par tâtonnements, consiste à évaluer le nombre de figures réalisables avec de plus grands nombres de segments. Les univers de cinq, six ou sept segments peuvent à la rigueur s'explorer à la main. Mais que faire au-delà ?

Faute de progresser dans ce sens, l'univers reprend une vie nouvelle si les segments deviennent des vecteurs, c'est-à-dire, pratiquement, si les allumettes pointent leurs bouts rouges. Combien de figures peut-on réaliser avec les règles précédentes, mais en décidant de distinguer les formes où les allumettes sont orientées différemment ?

Les **figures 1, 2 et 3** montrent que les populations montent à 3, 10 et 26 pour les dimensions 2, 3 et 4.

Qu'en est-il à la dimension 5 ? Ici encore doit-on tâtonner, ou peut-on raisonner et calculer en délaissant les allumettes pour des objets mathématiques plus abstraits ?

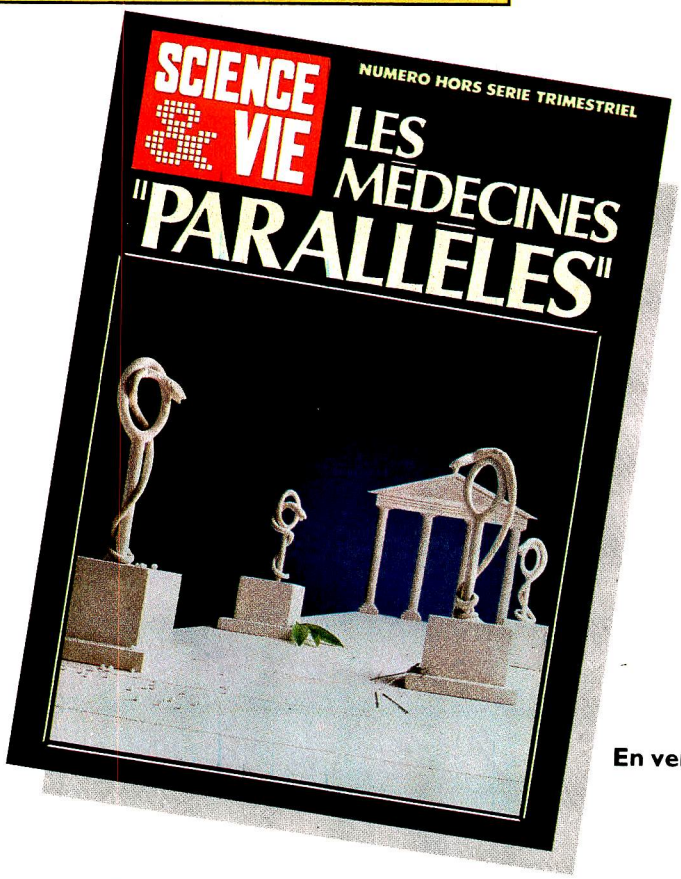
Un autre sens de progression serait d'aller vers l'espace. Pour les segments d'abord, puis pour les allumettes, quelles figures peut-on construire à trois dimensions. Décidons, pour faire place nette, que seules les figures non réductibles à 2 dimensions sont intéressantes, et partons donc de cinq allumettes, qui permettent le tétraèdre.

Qu'advient-il à 6, 7, 8 et au-delà ?

Pierre BERLOQUIN ■

LES MEDECINES «PARALLELES»

Faut-il y croire ?



En vente partout. 17 F.

"Naturelles", "douces", "alternatives", "globales", les médecines "parallèles" connaissent un réel engouement. Mais ces médecines auxquelles près d'un Français sur deux aurait déjà eu recours, quelles sont-elles ?

Ce numéro hors série de SCIENCE & VIE fait le point complet sur ce sujet trop sérieux pour rester dans l'ombre puisqu'il y va de notre santé.

Ces médecines apportent-elles la preuve de leur efficacité ? Agissent-elles sur les animaux ? Sont-elles enseignées en faculté ?

Homéopathie, acupuncture, phytothérapie, iridologie, auriculothérapie... SCIENCE & VIE apporte les éléments d'une réflexion rigoureuse en ouvrant le très controversé dossier des médecines parallèles.

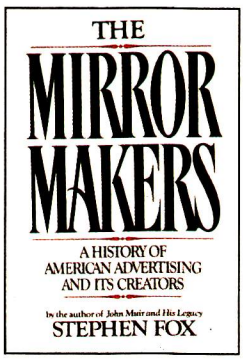
UN HORS SERIE

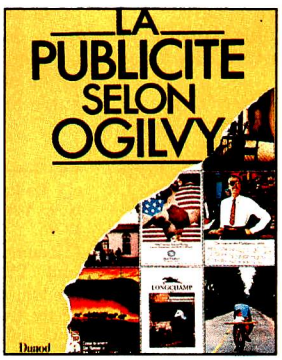
SCIENCE & VIE

LIVRES

DE LA RÉCLAME À LA PUBLICITÉ

L'intérêt sociologique de la publicité est né avec elle et les sociétés d'abondance. Pas plus au XVIII[e] siècle qu'à l'époque romaine, les réserves de produits manufacturés n'étaient assez abondantes et, surtout, les échanges n'étaient suffisamment vastes pour justifier l'encouragement à la consommation. Les enseignes de métiers, que certains ont voulu assimiler à des précurseurs de nos affiches modernes, ne servaient qu'aux gens du voisinage. Autant dire aussi que la publicité est née avec la grande presse, fille de la société d'abondance et petite-fille de la révolution industrielle. La vapeur stimula les échanges, et la publicité, la consommation.







La grande publicité naquit, évidemment, aux Etats-Unis, et la première histoire complète de ce domaine économique considérable vient de paraître sous le titre *The Mirror Makers*, de Stephen Fox, c'est-à-dire « Les faiseurs de miroirs », c'est-à-dire les publicitaires, la publicité étant le reflet de la société qui la produit.

Cette histoire commence dans les années 1880, quand la publicité n'était encore que de la "réclame". Réclame aussi discutable que les produits qu'elle vantait, tels les "composés végétaux", évidemment concoctés domestiquement, de M[me] Lydia Pinkham, qui guérissaient de façon garantie toutes les faiblesses féminines, y compris la leucorrhée, le prolapsus d'utérus, les inflammations et ulcérations diverses. Grâce à la publicité de presse, la firme Pinkham, comme une foule d'autres, augmenta ses ventes dans des proportions astronomiques. Il y avait certes des gens qui se méfiaient de ces assertions de mauvais aloi, et les journaux américains d'un certain niveau se défendirent longtemps d'ouvrir leurs colonnes à la réclame.

Tant bien que mal, la publicité devint une industrie, son chiffre d'affaires se développa, son pouvoir grandit et sa moralité se faisanda. Fox, l'auteur, rappelle que c'est à cause des abus de la publicité que les mouvements de consommateurs prirent naissance, d'abord aux Etats-Unis. Les publicités attribuaient trop souvent aux produits vantés des vertus imaginaires. Le savon Chose vous faisait une peau de jeune fille et la crème Machin vous débarrassait de vos furoncles. Fadaises, mais fadaises dangereuses, parce que le pouvoir persuasif de la publicité, multiplié par la diffusion de la presse, avec comme exposant la crédulité publique, aboutissait bien souvent à l'escroquerie pure et simple.

Des publications telles que *Your Money's Worth* (« Pour votre argent ») et *Ballyhoo* (« Coquecigrues ») se spécialisèrent dans la satire et la dénonciation systématiques des mensonges publicitaires. Les pouvoirs publics se déclarant incompétents en la matière, et la presse étant trop souvent inféodée aux grandes agences publicitaires, ce fut le public qui se chargea, avec l'aide de quelques auteurs de talent, de remettre en cage une publicité dévorante. En pleine dépression, Schlink, par exemple, auteur d'un livre intitulé *Cent millions de cobayes*, osa démontrer que la publicité mensongère nuisait aux intérêts du peuple américain. Les grandes agences s'inquiétèrent, puis commencèrent à contrôler leurs vantardises, mais, enfin, il fallut attendre les années soixante pour que le gouvernement se mêlât aussi d'empêcher les publicitaires et leurs clients de publier n'importe quoi.

Ainsi, la Federal Trade Commission, organisme sans équivalent exact en France, contraignit la firme Listerine à dépenser 10 millions de dollars pour se démentir elle-même : « Listerine ne peut prévenir les refroidissements ni les atténuer. » Amère pilule ! Mais pendant trois quarts de siècle, la publicité avait eu champ libre, trop libre.

Au moins avait-elle, pense-t-on, stimulé le commerce. C'est une vieille idée que, sans publicité, il n'y aurait pas de commerce ou, du moins, qu'il ne serait pas aussi florissant qu'il l'est. Idée à réviser.

Photos M. Toscas/Galerie 27

Dans les années 50, l'American Advertisement Agencies Association (AAAA) fit une enquête pour établir les taux de publicité que le public voit réellement. Réponse : 85 % de toutes les publicités sont ignorées des consommateurs, de tous les consommateurs. William Bernbach, le grand patron de la célèbre firme Rubicam, géant de la publicité, admit publiquement : « Il n'est pas question de se demander si le public nous aime, dit-il. Il ne nous déteste même pas. Il en a marre de nous. Les affaires consistent à dépenser de l'argent pour la publicité et à fabriquer de l'ennui avec la typique efficacité américaine. »

L'étude de Fox n'est pas tendre pour la publicité, et son objet n'était d'ailleurs pas d'être tendre ou dure, mais simplement d'exposer les faits, et c'est ce qu'elle fait avec maîtrise. David Ogilvy, un des grands patrons mondiaux de la publicité, le fondateur de la firme Ogilvy & Mathers, a déclaré que toute personne qui étudie et pratique la publicité doit impérativement lire ce livre, parce que c'est « l'histoire la plus fiable de la publicité jamais écrite ». Il y a des gens honnêtes.

Ogilvy vient de publier lui-même un livre, *La publicité selon Ogilvy* (2). L'espace nous manque pour rendre hommage à la parfaite honnêteté de l'auteur, signe supplémentaire de son intelligence si besoin en était. Il n'est pas très content, lui non plus, de la publicité. A la fin de son ouvrage, prié par son éditeur de prévoir les changements, il prévoit, outre une renaissance de la publicité imprimée, le fait que « la publicité contiendra plus d'informations et moins de vent », ce qui est parler net, que « les panneaux d'affichage seront interdits », que « le désordre publicitaire à la télévision et à la radio sera domestiqué » (il s'agit surtout des États-Unis), que « les gouvernements utiliseront beaucoup plus la publicité dans un but éducatif, en particulier l'éducation pour la santé »...

Citons pour finir un ouvrage pittoresque, *La publicité au Japon*, de Tching Kanehisa, assistante à l'université Paris VII, publié avec le concours de cette université et de la Fondation de France. Il faut y chercher un document et non une synthèse, mais le document est de poids. On ignore tout ou presque de la publicité au Japon.

On ignore ainsi que son essor, à la fin de l'ère féodale et au début de la restauration meiji, fut directement lié au désir d'occidentalisation de la population. Il fallait à l'époque savoir lire l'heure sur une montre, mécanique jusqu'alors inconnue au Japon, et assortir son chapeau à ses chaussures. Dès le début, comme les Occidentaux vendent des machines à laver et des autos en les associant à de jolies filles, les Japonais, eux, associaient des "bons" produits à Bismarck, Mussolini, et ils les associent toujours à... Alain Delon. Mais il s'agit d'une publicité fortement colorée par la pédagogie. Les banques axent leurs publicités, par exemple, sur l'éducation des enfants, l'industrie du bâtiment, sur la vie en famille, l'industrie pétrolière, encore sur l'avenir des enfants, l'industrie des petits gâteaux, sur le sentiment esthétique national. Il est dommage que l'on ne lise pas le japonais en France et qu'entre autres produits, nos amis d'Extrême-Orient n'aient pas imposé leurs méthodes en Occident (Ogilvy semble penser que cela ne tardera pas).

L'influence japonaise inaugurerait peut-être en Occident l'avènement de la publicité en tant que service public et non en tant qu'instauratrice de modes de mœurs et de langage, c'est-à-dire d'obsolescence organisée. Mais ceci est une autre affaire.

Gerald MESSADIÉ

---

(1) William Morrow & Company INC., New York, 383 p. cartonné, ill. noir, $ 17,95.

(2) Dunod, 224 p., cartonné, ill. n. & coul., 160 F.

(3) Maisonneuve & Larose, 15 rue Victor-Cousin, Paris, 166 p., Ill. n. & coul. 130 F.

RICHARD MORRIS

COMMENT L'UNIVERS FINIRA ET POURQUOI

Robert Laffont, 225 p. 75 F

Pour être juste, l'éditeur aurait plutôt dû titrer "Comment finiront les univers", parce que l'image que l'on peut se faire du ciel étoilé n'est pas unique, tant s'en faut. Richard Morris, un Américain spécialisé dans la physique théorique, les énumère d'ailleurs consciencieusement, sans pour autant entraîner le lecteur dans des développements trop ardus. Il lui a fallu pour cela un mérite certain car les modèles d'Univers sont toujours des modèles mathématiques, et cela pour une raison simple : l'Univers, c'est beaucoup trop vaste, et beaucoup trop loin, pour que l'expérience directe permette de le connaître un peu.

Alors, les astronomes font ce qu'ils peuvent avec les moyens dont ils disposent en essayant de garder les pieds sur terre, ce qui n'est pas toujours commode quand on a la tête dans le firmament. Pour commencer, il faut savoir si l'Univers est ouvert ou fermé, infini ou fini. Déjà là il n'y a pas encore d'accord. Et comme cette question constitue la pierre angulaire de l'édifice, il ne peut y avoir d'unanimité sur le destin de l'Univers. Selon les cas, il est en expansion indéfinie, en expansion cyclique ou en expansion-contraction limitée.

A chaque fois, une fin différente, si tant est que le temps ait une fin (autre problème...) : si l'Univers est ouvert, l'expansion se poursuivra pour toujours ; en mourant, les galaxies continueront à s'éloigner les unes des autres dans une nuit sans cesse plus profonde. Mais il y aura des trous noirs, et de toute manière il y en aura aussi avec un Univers fermé, en oscillation ou en contraction. Cela parce qu'à l'heure actuelle, on ne saurait concevoir un espace dépourvu de ces singularités mathématiques, sorties des équations de la relativité générale. Bien sûr, on n'est pas obligé d'y croire puisqu'il n'existe aucune preuve de leur existence.

En vérité, le titre de l'ouvrage est trompeur : personne ne sait comment finira l'Univers, ni quand, et l'auteur le reconnaît bien volontiers. L'intérêt du livre, c'est beaucoup plus de savoir quelle vision ont aujourd'hui les astronomes sur la taille de l'Univers, sa formation, son évolution probable selon les hypothèses de départ. Celles-là pouvant varier beaucoup, l'image du monde étoilé offre nombre de facettes. Et il y a beaucoup plus de questions que de réponses, mais des questions prenantes et qui touchent quasiment au domaine métaphysique. Là, il faut le dire, quand on commence à suivre l'auteur dans son exposé, on ne le quitte plus qu'à la fin.

Renaud de LA TAILLE

DR JACQUELINE RENAUD

COMMENT RÉUSSIR DANS LA VIE ET EN AMOUR ?

Solar 163 p., 50 F

Sous ce titre très "presse du cœur", mais qui ne trompe certes pas sur la marchandise, notre collaboratrice, neurologue de formation, offre au lecteur un petit thesaurus des mécanismes et structures des échanges sociaux.

Si l'on veut être "sympathique", il faut d'abord apprendre à utiliser l'espace imparti aux interlocu-

teurs, ne pas se ruer sur le vis-à-vis qui entend garder ses distances, mais ne pas non plus maintenir une distance excessive avec qui souhaiterait plus de contact, utiliser le regard et la voix, savoir être attentif, positif et même gratifiant, c'est-à-dire valoriser l'autre.
Si l'on veut se faire une réputation d'efficacité, il faut surmonter ses automatismes et se concentrer sur l'objet de son effort. Si l'on veut "naviguer" en société, il convient de juger les autres à leur juste valeur et, pour cela, de ne pas leur appliquer des grilles de préjugés.
L'auteur offre pour cela des modes de décodage du comportement d'autrui, qui sont simples et nuancés. On n'aura guère fait qu'indiquer ici la teneur de la première partie : c'est de la bonne éthologie pratique pour les gens qui n'ont pas le loisir ou le désir de lire dans le texte Irenæus Eibl-Eibesfeldt, par exemple.
Dans la deuxième partie, consacrée à l'amour, le Dr Renaud excelle surtout dans les rapports scientifiques. Elle nous apprend ainsi que, statistiquement, les femmes préfèrent les hommes grands, minces et... avec de petites fesses ! Mais que, dans l'ensemble, elles se soucient moins du physique que du psychique, intelligence, gentillesse et position sociale.
Les hommes, eux, feraient une distinction entre les femmes que l'on épouse et les autres. Les autres sont évidemment plus séduisantes... Suivent quelques pages de typologie obsessionnelle assez distrayante.
Nos lecteurs, qui ont apprécié dans ses articles l'art que le Dr Renaud met à exposer les complexités de la neurochimie, trouveront certes la lecture plus aisée, mais non sans profit. Le savoir, heureusement, ne s'habille pas forcément de jargon et de hauteur. **G.M.**

DAVID PREMACK, ANN JAMES PREMACK

L'ESPRIT DE SARAH
Fayard 225 p., 79 F

SARAH BLAFFER HARDY

DES GUENONS ET DES FEMMES
Tierce Science 308 p., 98 F

Ces deux livres récents sur les primates viennent nous poser la même question : l'étude des animaux enrichit-elle la connaissance de l'être humain ? *L'esprit de Sarah*, c'est le récit, accessible à tous, de la découverte extraordinaire, en son temps, de la possibilité de l'acquisition d'un langage par les chimpanzés.
On se souvient du système utilisé, qui consiste à fournir à l'animal des symboles de formes et de couleurs variées, pouvant être fixés sur un tableau magnétique. En voyant les résultats acquis... on ne peut s'empêcher de penser qu'on a vu ainsi disparaître une série de différences considérées comme fondamentales entre l'homme et l'animal.
En particulier, il est maintenant évident que le chimpanzé est parfaitement capable d'accéder à l'abstraction et qu'on a sans doute, dans le passé, accordé une trop grande importance au langage.
Les auteurs ont sans doute raison de dire qu'un anthropoïde doté d'un langage humain ne deviendrait pas un homme, de même qu'en privant un homme de langage on ne fait pas de lui un anthropoïde !
L'autre ouvrage est nettement engagé dans le clan des sociobiologistes et aussi dans le sens de la libération de la femme. Cela peut surprendre un Français, qui range volontiers ces deux attitudes aux côtés de deux tendances politiques tout à fait opposées. La constatation que ce clivage n'est pas universel justifie d'ailleurs, peut-être, la lecture du livre.
Pour le reste, malgré la compétence et la documentation de Sarah Blaffer Hardy, on reste un peu surpris par une argumentation qui ne recule devant aucune schématisation pour rendre toute observation conforme à la théorie. Bernardin de Saint-Pierre faisait de même à partir de prémisses et en un style plus choisis.
Même si une très bonne postface remet les choses en place, on peut être un peu inquiet quant à l'effet de telles lectures sur un lecteur peu averti. Il serait dommage que celui-ci en tire la conclusion que l'étude du comportement animal aboutit à un ramassis d'affirmations gratuites. **Jacques MARSAULT**

LES LINE, FRANKLIN RUSSEL

LE MONDE DES OISEAUX
Audubon Larousse 1984, album n. coul., 291 p., 345 F

Les photographes et les auteurs sont américains, le livre est imprimé par les Japonais, la traduction est française. Hélas, elle n'est pas sans reproches ! Il existe en effet des noms français pour désigner les oiseaux, même ceux des Amériques, qui ne sont souvent ni la traduction littérale du nom latin, ni celle du nom anglais. Le Français ne connaît pas le "limnodrome gris" — il s'agit du bécasseau roux — et le macareux moine n'est pas un puffin commun. Dans ce dernier cas, le contresens est énorme, car le puffin en français est le nom d'un autre oiseau.
Ces remarques faites, la qualité du livre peut faire oublier le manque de courage des éditeurs français qui pourtant, s'ils le voulaient, pourraient trouver en France la matière première désirable. Les images sont en effet absolument superbes et originales, dans un domaine où nous avons déjà vu tant de choses. De plus, ce sont des images intelligentes qui montrent ce qu'il faut regarder. Le texte est lui aussi intéressant. On y sent souffler la passion des oiseaux et de la nature qui les abrite. Il est documenté et peut captiver aussi bien le naturaliste chevronné que le simple curieux. Quel dommage que les oiseaux des autres, et non les nôtres, aient la vedette ! **J.M.**



Photo M. Toscas / Galerie 27

PIERRE BOURDIEU

HOMO ACADEMICUS

Editions de Minuit, 1984, 302 p., 85 F

Dans une remarquable dissection du monde académique, Pierre Bourdieu, professeur au Collège de France, essaie de cerner les contours, parfois flous pour les gens qui n'appartiennent pas au sérail, *d'"Homo académicus"*, petit-neveu des *Femmes savantes* de Molière.. Bourdieu décrit l'oscillation, entre l'ange et l'âne, de cette espèce culturelle et scientifique relativement nouvelle.

L'auteur n'épargne guère la plupart des tabous et des totems de la tribu académique. Ainsi, la sélection universitaire, tant vantée par certains mandarins de droite ou de gauche, se trouve démythifiée : « Ce qui se révèle à travers la logique sociale du recrutement du corps, c'est aussi le droit d'entrée le mieux caché, et peut-être le plus catégoriquement exigé : le népotisme n'est plus seulement une stratégie de reproduction destinée à conserver à la lignée la possession d'une position rare ; c'est une manière de conserver quelque chose de plus essentiel, qui fonde l'existence même du groupe, l'illusion primordiale sans laquelle il n'y aurait plus de jeu ni d'enjeu. » Dans la reproduction du corps de ce que Pierre Bourdieu appelle "les professeurs ordinaires" — c'est-à-dire la moyenne, pour ne pas dire la médiocrité, universitaire habituelle, — le monopole de position compte plus que la valeur scientifique : « Ce pouvoir sur les instances de reproduction du corps universitaire assure à ses détenteurs une autorité statutaire, sorte d'attribut de fonction qui est beaucoup plus lié à la position hiérarchique qu'à des propriétés extraordinaires de l'œuvre ou de la personne... » Ces assertions de Pierre Bourdieu se trouvent confortées par nos propres recherches concernant, par exemple, la résistance d'un *establishment* universitaire rouillé au développement de la nouvelle science de l'hérédité. Nous l'avions déjà indiqué dans notre histoire de la génétique et de l'évolutionnisme en France.

Le conformisme universitaire est présenté dans toute sa nudité quand Bourdieu parle, non sans ironie, de « cette saine lenteur dont on aime à penser qu'elle constitue en soi une garantie de sérieux (dans la rédaction de la thèse par exemple) et qui est bien l'attestation la plus authentique de l'obsequium, respect indiscuté des principes fondamentaux de l'ordre institué ». La reproduction de la moyenne universitaire tient également au choix d'un patron de thèse, comme jadis les serfs cherchaient un protecteur, car « la réussite d'une carrière universitaire passe par "le choix" d'un patron puissant, qui n'est pas nécessairement le plus fameux, ni même le plus compétent techniquement... ».

Tout le système de reproduction universitaire est entaché d'un péché orginel d'arbitraire, car il encourage « des docilités conscientes ou inconscientes que suscite le pouvoir sur des positions convoitées ». Ainsi les universitaires ne risquent guère, c'est le moins que l'on puisse dire, « la rupture hérétique avec les savoirs et les pouvoirs savamment entremêlés de l'orthodoxie académique ».

L'analyse, fort riche en enseignements et renseignements précieux sur le système académique français, dont parle avec compétence et même une certaine véhémence feutrée, Pierre Bourdieu, montre combien l'on est loin de l'académie de Platon... En effet, Aristote ne disait-il pas que si Platon était son ami, encore plus amie lui restait la vérité ? En trahissant la doctrine de Platon, son maître, Aristote en était le vrai fils spirituel, s'engageant ainsi dans la création originale, tandis que, de notre temps, la servilité intellectuelle envers un "patron" petit ou grand, mimé jusque dans ses défauts ou tics de parole ou d'écriture, n'est qu'une ornière ombragée de lauriers artificiels. De la terne réalité du monde universitaire actuel, le livre de Pierre Bourdieu brosse un tableau éclatant. **Denis BUICAN**

ÉDOUARD BONNEFOUS

AVANT L'OUBLI

Laffont-Nathan, 564 p., 140 F.

Qui, au moment où le siècle s'achève, n'est pris de vertige en songeant aux métamorphoses de la France et de sa propre vie, du moins s'il a atteint l'âge du souvenir ? Bien des historiens se sont penchés sur tel ou tel aspect des changements nationaux, sociaux et politiques qui ont affecté nos vies.

Édouard Bonnefous est de ceux-là, puisqu'on lui doit de nombreux ouvrages de politique, d'économie et d'histoire, dont une histoire politique de la III[e] République, réalisée avec son père.

Sans doute a-t-il ressenti la difficulté qu'éprouvent beaucoup de lecteurs à pénétrer dans l'analyse historique des périodes récentes ; celle-ci exige, en effet, un bien plus grand effort que celle de périodes anciennes. Il est, en effet, plus facile de se laisser aller à une évocation de la Rome antique, par exemple, sur laquelle, finalement, on n'a guère beaucoup d'idées préconçues, que sur celle d'une époque dont les péripéties et les tragédies ont épargné peu de familles.

Aussi a-t-il réalisé, non une analyse, mais une synthèse de ce que fut ce siècle. Peu d'auteurs étaient aussi bien placés que lui : il en a connu plusieurs des grands acteurs, politiques comme Pétain, mondains comme Boni de Castellane, et la majeure partie des écrivains, patrons de presse et artistes. Sa plume est légère autant que précise. Elle mène d'un trait de 1900, l'année de l'Exposition, à 1940, où tout un monde meurt dans la défaite. Héros et grotesques, génies et escrocs, patriotes et soldats perdus défilent sur la toile de fond de la France impériale.

Les anecdotes fusent. Qui se souvient encore que le premier gagnant de la Loterie nationale, fondée pour éponger le déficit budgétaire, fut un coiffeur de Tarascon, Paul Bonhoure ? Que Georges Claude comprit la méthode de liquéfaction du gaz d'acétylène en regardant un siphon d'eau de Selz à la terrasse d'un café ? Et qu'en 1925 encore, c'étaient les infirmières qui instituaient les traitements des malades ?

Les cinq-cent quarante pages de ce premier tome semblent légères. Mais il ne suffit pas d'assurer que l'on ne s'ennuie pas à lire M. Bonnefous. L'éloge serait mince, après tout, pour le chancelier de l'Institut de France ; l'on est aussi instruit, mais avec cette discrétion qui fut l'un des grands charmes de l'époque révolue et que ce jeune auteur a eu soin de conserver, en dépit d'un souci tout "moderne" du dépouillement. **G.M.**

MAURICE TAÏB

SUR LA TERRE DES PREMIERS HOMMES

Laffont, 330 p., 92 F

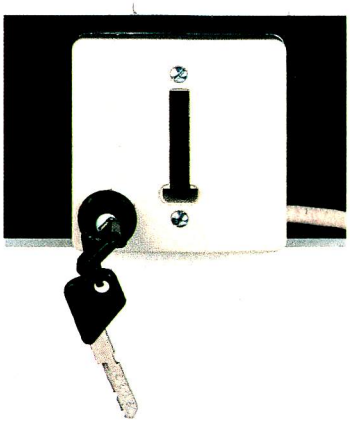
Taïb est l'un des grands géologues contemporains, c'est aussi l'un de ceux dont le nom est associé aux grandes découvertes paléontologiques en Ethiopie et au Kenya, dont celle des vestiges de "Lucy". Il raconte ici ce qu'est la vie d'un chercheur "sur le terrain", et livre en vrac les réflexions, les dialogues et les observations qui font la vie quotidienne d'une mission. **G.M.** ■

VIE PRATIQUE

TÉLÉPHONE

UNE CLÉ POUR RÉGLER LA DISTANCE DE VOS APPELS

► L'"Anti-16-19" est un sélecteur de zones téléphoniques de la société Rolco Electronics qui permet de contrôler l'usage et donc le coût de vos communications téléphoniques.
Cette solution permet de freiner votre propre boulimie téléphonique et de parer aux abus de toute personne susceptible d'utiliser votre ligne en votre absence.
La position de la clé sur le sélecteur détermine les zones permises. Ainsi la position rouge indique la restriction maximale (numéros à 2 chiffres) : seuls les numéros d'appel d'urgence ou de postes intérieurs (dans une entreprise, par exemple) restent accessibles. La position orange permet de limiter l'accès uniquement aux zones limitrophes (numéros jusqu'à 7 chiffres), c'est-à-dire aux zones faiblement taxées. La position verte, pour le 16 et le 19.



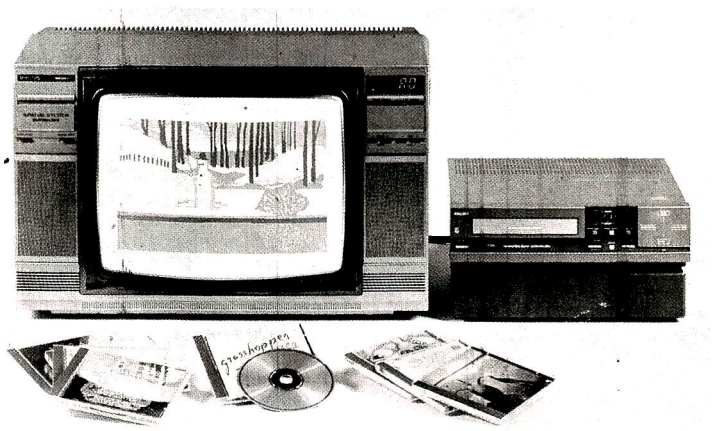
Ce sélecteur est totalement compatible avec le nouveau plan de numérotation PTT prévu pour cette année 85 (ainsi, pour téléphoner de Paris à Paris, par exemple, il faudra faire le 4 avant le numéro demandé ; pour tous les détails, voir les nouveaux annuaires).

L'"Anti-16-19" ne nécessite aucune installation particulière. Prix : 300 F environ. Pour tous renseignements : DAT, 26 rue Vauvenargues, 75018 Paris, tél. 229 19 39.

HAUTE FIDÉLITÉ

COUPLAGE DU COMPACT DISC AU TÉLÉVISEUR

► Le compact disc à lecture par laser se doublera bientôt d'un support visuel avec le "Compact Disc Graphics" de Philips. Dès la conception du disque numérique, il avait en effet été prévu d'incorporer aux enregistrements, des textes et des dessins concernant un morceau de musique ou ses exécutants. Les données peuvent être mémorisées sur des canaux spéciaux existant déjà sur tous les compact discs. Ces informations complémentaires ne diminuent pas la capacité musicale disponible. Durant la reproduction, elles s'affichent sur un écran de télévision, relié au lecteur via un décodeur. On peut même prévoir des lecteurs de disque à écran intégré. Ainsi il sera possible de suivre sur un écran les textes ou images correspondants au morceau joué. Par exemple, les paroles des opéras, difficiles à comprendre, s'afficheront simultanément sur l'écran. De même les chansons étrangères pourront comporter leurs traductions dans plusieurs langues. Les voix pourront avoir un visage, les photos des interprètes ou des compositeurs diffusés sur l'écran. Des illustrations correspondant aux thèmes des airs écoutés viendront compléter les impressions musicales. Les partitions pourront s'afficher et permettre de chanter ou de jouer d'un instrument sur fond sonore. Enfin, toute information concernant l'histoire, l'auteur et les interprètes d'une œuvre pourront être lues tout en écoutant cette œuvre.



UNE PLAQUETTE DE BRIQUE QUI SUPPRIME TOUT JOINTOIEMENT

► Cette nouvelle plaquette de brique destinée à la décoration, intérieure comme extérieure, des maisons, magasins ou bureaux, pour la réhabilitation de la maison à



ossature bois ou la construction neuve, la Klimex, se distingue des produits similaires déjà connus par sa simplicité de pose.

Alors que les plaquettes de brique traditionnelles, d'une épaisseur de 15 à 30 mm, rendent nécessaire un travail de jointoiement, la Klimex ne présente une épaisseur que de 6 à 7 mm qui permet de supprimer totalement ce travail.

En outre, du fait de ses dimensions de 50 × 210 mm, il ne faut que 72 plaquettes au m², la colle faisant elle-même office de joint.

Cette colle spéciale joint-ciment (qui ne craint pas l'humidité) présente une grande élasticité et suit les mouvements, creux et reliefs, du support. L'adhésion étant forte dès le départ, les plaquettes ne peuvent pas redescendre.

Résistante au gel et aux intempéries, proposée en plusieurs coloris grand teint adaptés à tous les styles, la plaquette se pose sur toute surface plane, lisse ou rugueuse : sur le bois comme sur le contreplaqué, sur le plâtre comme sur le ciment, le crépi et même sur le polystyrène expansé.

Enfin, elle est économique, car, même sur un mur ancien ou lézardé, elle peut être fixée en supprimant les divers couches ou enduits de préparation.

Prix : de 135 à 160 TTC le m². Pour tous renseignements : 7 rue Pichemine-Camelin, 02300 Chauny.

UN CASQUE POUR COMPACT DISC



► L'arrivée du compact disc à lecteur laser avec sa dynamique de 98 dB contre 50 dB pour le microsillon a obligé la plupart des constructeurs de matériel haute fidélité à reconsidérer les performances des casques d'écoute haute fidélité. Ainsi, si la technique demeure classique, la conception et la qualité du matériel utilisé pour ces nouveaux casques hifi améliorent nettement leur capacité de restitution du son.

Le "Laser 50", de la firme japonaise BST, en fait partie. Il utilise une membrane "Mylar" ultra-fine de 9 microns et un circuit magnétique au samarium cobalt, ce qui allège nettement l'équipage mobile et contribue à l'amélioration de la qualité d'écoute.

Poids : 130 g, diamètre du haut-parleur : 37 mm, rendement : 106 dB, aux dires du fabricant.

Prix : 470 F environ. Distribué par la société Bisset, 32 quai de la Loire, 75019 Paris, tél. 607 06 03.

FERS À REPASSER SANS FIL...

► Inconvénient majeur des fers à repasser : le fil. Souvent trop court, toujours encombrant, il laisse peu de liberté de mouvement. Chromex vient d'y remédier avec ce fer "libérateur" conçu par des hommes, qui, paraît-il, ne repassent jamais...

Le Sans-Fil, qui pèse 930 g, se compose de deux éléments : un fer vapeur 1 300 watts pourvu d'une prise mâle située dans son talon ; un socle d'alimentation triangulaire en polypropilène à brancher. Le socle se pose ou se fixe sur la table de repassage ; il est muni d'une prise femelle avec terre dans laquelle vient s'encastrer avec facilité le talon du fer et d'un cordon de 2 mètres de long.

Une fois chaud, le fer se sépare du socle et permet un repassage en toute liberté, sans fil qui s'emmêle ou abîme la partie déjà repassée.

La mise sous pression du Sans-Fil s'effectue en 90 secondes pour le départ, en 5 à 25 secondes en "recharge" suivant la nature du repassage. Il a ensuite une autonomie d'une minute à une minute et demie, temps qui couvre largement la séquence active de repassage.

Il fonctionne à sec (mais avec surpression ou spray, car la commande est indépendante du réglage sec/vapeur) ou à vapeur et possède les mêmes caractéristiques que les fers les plus performants (16 trous semelle, voyant lumineux, thermostat, niveau d'eau visible, fer vapeur autonettoyant). Son débit vapeur est de 10 g/minute environ et 20 g/minute environ en surpression.

Nettoyage à l'eau du robinet, mais aussi grâce à un système d'autonettoyage indépendant de la survapeur qui permet d'évacuer totalement l'eau du fer après repassage (ce système diminue considérablement les risques d'entartrage, à condition, bien entendu, de vider le fer).

La sécurité a fait l'objet d'études poussées : le profil de la prise socle est arrondie afin qu'une goutte d'eau ne puisse y séjourner, le socle est lui-même très protégé, les orifices de la prise femelle particulièrement étroits, les zones de protection sont en bakélite noire anti-chaleur, etc. Prix : 400 F environ. En vente à partir de fin avril dans les grands magasins.

...NI PILE

► Il fonctionne tout simplement avec une cartouche de gaz butane, comme un briquet. Seul le bouton d'allumage est actionné par une petite pile de 9 volts. Comme dans tous les fers à repasser électriques, il est doté d'un cadran de réglage permettant d'adapter la chaleur au tissu.

Autonomie : cinq heures. Poids : 1,5 kg. Il sera disponible en France courant 1985. Prix : 300 F environ.

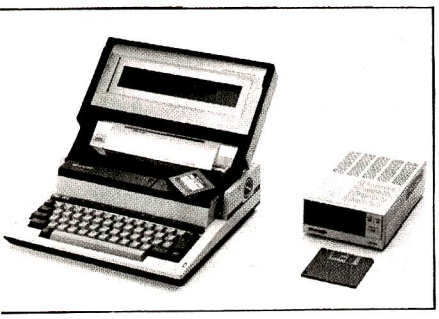
Pour tous renseignements : Lyon and Branfield Ltd, 4 Inverness Mews, Londres, tél. 19 (44) 1 229 91 25.

BUREAU

UN GROS ORDINATEUR EN MALLETTE

► Un puissant ordinateur de bureau réduit aux dimensions d'un micro-ordinateur portable : c'est ce que représente le modèle Sharp PC-5000 F. C'est, en même temps, le seul ordinateur portable 16 bits intégrant dans un même boîtier une dizaine de fonctions souvent proposées jusqu'ici sous forme de périphériques :

- un grand écran à cristaux liquides à la fois en mode caractères (8 lignes de 80) et en graphique ;
- un clavier de type machine à écrire "AZERTY" de 72 touches ;
- une mémoire de masse, interchangeable, de 128 kilooctets ; elle est du type mémoire à bulles, le seul qui soit vraiment insensible aux



chocs et utilisable dans un environnement difficile (mer, sable...) ;

- une mémoire centrale de 128 ko de base extensible par modules de 64 ou 128 ko à 320 ko ;
- une mémoire morte contenant le système d'exploitation en 192 ko ;
- une imprimante thermique et graphique avec 1197 points par ligne et quatre types de caractères ;
- un modem "intelligent" intégrant : un pavé numérique, un téléphone de conférence, la mémorisation de numéros d'un correspondant de 16 chiffres, le "décrochage" automatique à la 4e sonnerie suivi du réveil du SPC 5000 et du signal de mise en œuvre du logiciel de communication. Enfin mise "en repos" automatique au bout d'une minute d'inutilisation ;
- un modem RS-232C à prise normalisée programmable de 100 à 9600 bauds ;
- un contrôleur de magnétophone à cassette extérieur ;
- une sortie pour périphérique (disque souple, imprimante externe...)

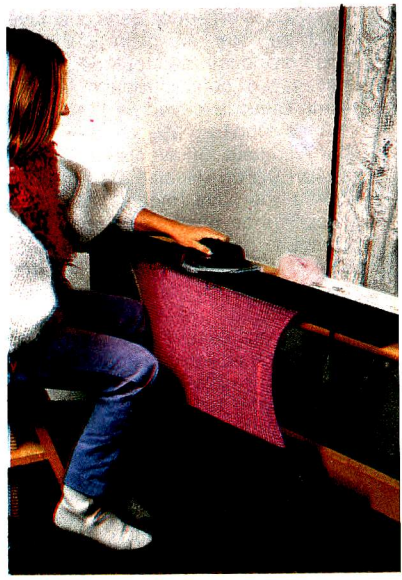
ARTS MÉNAGERS

UN PULL, UNE HEURE, QUELLE QUE SOIT LA LAINE

► Dernière née des machines à tricoter, la "Bond" présente bien des avantages : légère (4 kilos), elle se fixe directement sur une table avec 2 brides. D'une grande simplicité d'emploi, le travail se fait directement à la pelote, en utilisant des plaques de numéros différents selon les fils utilisés. Elle ne nécessite aucun réglage : pour changer de brosseur de fil (même en cours de tricot), il suffit de poser une autre plaquette de calibrage ; celle-ci, transparente, permet de voir à tout moment les aiguilles en cours de travail.

La grande particularité de la "Bond" réside dans sa capacité d'avaler n'importe quel fil, quelle que soit sa grosseur (mohair, angora, chenille, coton, lacet, grosse laine sport, etc...), alors que les machines à tricoter classiques ne passent pas les laines poilues (type angora et mohair).

Autre avantage, non négligeable pour le consommateur, la "Bond" ne coûte que 1 250 F, alors que la majorité des machines à tricoter classiques qui ne présentent pas ces avantages originaux valent nettement plus cher (de 3 000 à 6 000 F). Enfin, ses performances permettent à la "Bond" de tricoter en une heure un pull à manches dont l'aspect ressemble à du tricot fait main.

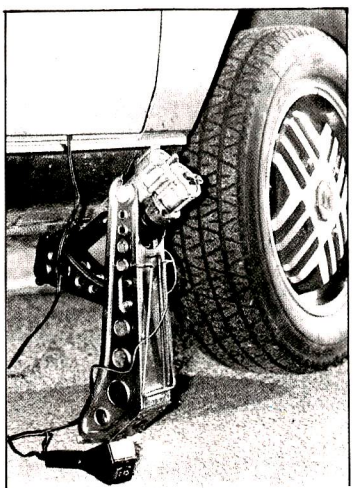


Equipée de 100 aiguilles de tricotage, la "Bond" a une largeur de 100 cm (largeur utile 80 cm) avec la possibilité, en option, de rallonges comportant chacune 30 aiguilles qui lui permettent de tricoter des couvertures allant jusqu'à 2,50 m (contre 1 m maximum pour les machines à tricoter classique).
Pour tous renseignements : Société llama, 3 rue Lecuyer, 75018 Paris, tél : 255 12 25.

AUTOMOBILE

LE CRIC ÉLECTRIQUE

► Le cric a enfin fini par suivre l'exemple du rasoir et du chauffe-biberon : devenu électrique, il se branche lui aussi sur l'allume-cigares de votre voiture (12 volts). Voilà qui permet de considérer plus sereinement une crevaison sous la pluie ou la pose de pneus cloutés par – 10° à l'ombre...



Ce cric électrique s'adapte sur n'importe quelle automobile de tourisme. Il peut également être actionné avec une manivelle et à la force du poignet... en cas de panne de batterie, pour comble de déveine !
Dernier détail : l'appareil est pourvu d'une lampe baladeuse qui peut se révéler utile pour la suite des opérations si elles ont lieu de nuit. Car il vous reste tout de même à desserrer les boulons, chercher la roue de secours, etc.
Prix 800 F environ. Pour tous renseignements : Auto-Accessoires : 66 avenue de la Grande-Armée, 75017 Paris, tél. 574 74 74.

PHOTO

CUVE DE DÉVELOPPEMENT SANS CHAMBRE NOIRE

► Si le traitement des films photographiques enfermés dans une cuve peut se faire en plein jour, une chambre noire est tout de même nécessaire pour introduire la pellicule dans la cuve. La firme allemande Jobo (représentée en France par Wild-Leitz, 86 avenue du 18-Juin 1940, 92506 Rueil-Malmaison) a conçu une cuve (modèle 2400) qui supprime ce passage préalable en chambre noire : elle reçoit directement la cartouche 35 mm, l'extraction du film se faisant après fermeture de la cuve.
Nous avons essayé cette cuve dont l'idée est intéressante pour les amateurs qui ne disposent pas d'un local parfaitement noir. Le système proposé par Jobo est simple : il suffit d'introduire la cartouche dans le logement ménagé dans la spirale inférieure de la cuve et d'accrocher l'extrémité du film à un ergot placé au début de la spire qui recevra la pellicule. Cette opération demande tout de même un peu d'attention, aussi est-il préférable de faire quelques essais d'accrochage avec un film sacrifié. Une mauvaise mise en place du film peut être cause de l'arrachage de ses perforations, bloquant de ce fait sa progression dans la spirale. Il est également indispensable que l'amorce du film reste sortie de la cartouche lors de son rembobinage dans l'appareil photographique.
Une fois le film accroché, et la spirale supérieure assemblée à la spirale inférieure, il ne reste plus qu'à placer l'ensemble dans la cuve et à faire avancer le film par un mouvement de va-et-vient de l'axe central. Comme deux mouvements de cet axe correspondent à la longueur d'une image, on peut couper le film à la longueur voulue s'il n'a été que partiellement impressionné. La coupe s'effectue en vissant l'axe jusqu'à la butée. A partir de ce moment, la lumière ne peut plus pénétrer dans la cuve et il suffit alors de retirer le bouchon qui obturait l'axe pour récupérer la cartouche.
Après introduction d'un bain de traitement, le développement se fait par basculement de la cuve. Pour un développement par rotation, il faut utiliser une cuve spéciale n° 4324. Dans le premier cas, on emploie 450 ml de bain, dans le second cas, de 250 à 300 ml, ce qui s'avère être plus économique lorsqu'il s'agit de traiter des films couleurs.
La cuve, quel qu'en soit le modèle, est prévue pour recevoir la "Cascade Jobo", qui, grâce à une buse spéciale provoquant la turbulence de l'eau par injection, écourte considérablement la durée du lavage. Un film noir et blanc est suffisamment lavé en 5 minutes pour pouvoir être archivé.
Prix moyen : 360 F la cuve modèle 2400.

PHOTO

UN REFLEX 6 × 6 À DEUX OBTURATEURS



► La firme Victor Hasselbad a lancé un boîtier hautement perfectionné, le "2000 FCW", dérivé du modèle 2000 FCM dont il garde les caractéristiques essentielles. En particulier il offre la possibilité de travailler avec l'obturateur central monté dans les objectifs et un obturateur à rideaux incorporé au boîtier. L'obturateur central (vitesse de 1-1/500 s) convient aux prises de vue courantes et au flash électronique. Dans ce dernier cas, il est possible d'obtenir la synchronisation à toutes les vitesses jusqu'au 1/500 s.
L'obturateur à rideaux permet des vitesses jusqu'au 1/2000 s. L'Hasselblad 2000 FCW peut recevoir un moteur pour l'entraînement du film et l'armement de l'obturateur. Il est alimenté par 5 batteries au nickel-cadmium (un millier de déclenchements par charge). L'appareil reçoit la plupart des accessoires Hasselblad, notamment les objectifs Carl Zeiss et les viseurs.

Erratum. *Par suite d'une erreur dont nous vous demandons de nous excuser, la photo ci-dessus s'est trouvée illustrer un texte sur l'Olympus OM-2 Spot-program, en page 154 de notre dernier numéro.*

VIDÉO

SONY ATTAQUE LE MARCHÉ DU MAGNÉTOSCOPE 8 mm

► Sony vient de commercialiser sur le marché japonais son premier camescope 8 mm. L'appareil, appelé Vidéo CCD-V8, pèse moins de 2 kg et a les dimensions d'une grosse caméra super 8 (32 × 12 × 19 cm). Il reçoit les cassettes vidéo au standard international 8 mm adopté voilà un an.
Sony a aussi commencé à commercialiser ses cassettes le 21 janvier dernier. La caméra coûte un peu plus de 10 000 F au Japon. Aucune exportation n'est envisageable pour l'instant.
Le magnétoscope intégré à la caméra fait appel à un système classique : deux têtes vidéo tournantes assurant un balayage hélicoïdal. L'analyse de l'image derrière l'objectif est réalisée par un écran DTC (dispositif à transfert de charge). Une lumière de 19 lux suffit pour enregistrer une image. La caméra est équipée d'un viseur électronique et d'un zoom 11,5-70 mm.
Pour l'instant les cassettes vidéo 8 mm permettent l'enregistrement de 90 minutes de programme. Dès la fin de l'année, des cassettes de 2 heures seront proposées.
Si Sony est ainsi la première grande firme du secteur vidéo à lancer un camescope 8 mm, elle avait cependant été précédée par Kodak, entreprise photochimique, qui a commercialisé un appareil similaire aux Etats-Unis l'an dernier.
Avant cet été, deux autres fabricants, Polaroid et Fuji, doivent aussi proposer un camescope 8 mm. En ce qui concerne Fuji, il faut observer que les appareils seront produits par Sony. Le camescope Fuji avait été annoncé en octobre dernier à la Photokina et il semblait à l'époque que Sony se contenterait de fabriquer pour Fuji, du moins durant un certain temps.
Le tassement des ventes de magnétoscopes dans la plupart des pays du monde n'est peut-être pas étranger au changement de stratégie de Sony. Actuellement, la firme fabrique 20 000 camescopes 8 mm par mois et cette production passera à 30 000 cet été.



PREMIER REFLEX 24 × 36 À MÉMOIRES MORTES DANS LES OBJECTIFS

► Existera-t-il demain un appareil photo intelligent donnant non seulement automatiquement une image nette aux couleurs pures (ce qui est possible depuis longtemps) mais capable aussi de réaliser automatiquement les effets artistiques demandés par le photographe ? Par exemple, de régler le diaphragme et la vitesse pour un portrait net sur fond flou ou pour créer le flou d'un bolide de course afin de traduire sa vitesse, de régler le diaphragme pour assurer un plan rapproché net sur un paysage également net, d'exposer le film pour créer un clair-obscur ou pour délaver les couleurs ?

A cette question, nous répondions affirmativement dans notre numéro 804 de septembre 1984 à propos des essais d'un Nikon FA et d'un Canon T70, deux appareils à micro-ordinateur incorporé, très sophistiqués, mais qui exigent encore beaucoup de savoir en technique photographique pour que leurs possibilités soient exploitées.

Fin février, la firme japonaise Minolta a lancé un reflex, le Minolta 7000, qui, pour la première fois, ouvre un peu plus la voie à l'automatisme des effets esthétiques, sans pour autant assurer encore leur réalisation. Le Minolta 7000 est le premier reflex 24 × 36 dont tous les objectifs interchangeables sont équipés d'une mémoire morte stockant sous forme numérique tous les paramètres (une trentaine) propres à chaque focale et nécessaires à la mise au point et à l'exposition automatiques (par exemple : focale de l'objectif, ouverture maximale, déplacement des lentilles lors d'une mise au point). Un circuit électronique permet, lorsqu'un objectif est monté sur le boîtier, de transférer ces données à deux micro-ordinateurs 8 bits qui assurent, l'un la mise au point automatique, l'autre l'exposition automatique. Actuellement, 12 objectifs dont 5 zooms peuvent ainsi être automatiquement mis au point. 12 autres objectifs suivront dans les prochains mois.

En ce qui concerne l'exposition, comme le Canon T70, le Minolta 7000 possède plusieurs programmes, un favorisant les vitesses rapides en longues focales de plus de 105 mm pour réduire le risque de flou, de bougé, un autre favorisant les petits diaphragmes avec les courtes focales (de moins de 35 mm) pour assurer une grande profondeur de champ, un troisième



assurant un réglage standard entre 35 et 105 mm.

Mais tandis qu'il appartient au photographe de choisir un programme sur un Canon T70, le Minolta 7000 assure lui-même ce choix grâce aux données de la mémoire morte. Du coup, avec les zooms, le changement de programme se fait automatiquement lorsqu'on fait varier la focale.

Si l'on ajoute que le Minolta 7000 règle automatiquement la sensibilité du film employé sur le posemètre et qu'il assure l'entraînement de la pellicule par moteur, on peut dire que ce reflex est un véritable appareil robot. Mais cela n'est vrai qu'en prise de vue ordinaire. Dès qu'il s'agit d'obtenir des effets spéciaux, des corrections doivent être programmées ou les réglages doivent être faits manuellement.

Il faudra donc attendre un autre boîtier de la génération 7000 pour que des programmes axés sur la réalisation de certains types d'images soient proposés. La capacité du micro-ordinateur du Minolta 7000 est très loin d'être exploitée et la présence de mémoires mortes dans les objectifs permet de résoudre ce type de problème. Leurs solutions dépendent en effet de seulement 4 paramètres : le diaphragme, la vitesse, la focale et la mise au point.

Outre l'automatisme de la mise au point et de l'exposition, le Minolta comporte de nombreuses caractéristiques. Un écran à cristaux liquides assure l'affichage de toutes les données programmées. L'obturateur procure des vitesses de 30 s à 1/2000 s. Les objectifs ne sont pas compatibles avec ceux des autres systèmes Minolta.

L'automatisme de l'exposition et la mise au point sont assurés au flash avec le modèle spécial 2 800 AF. Le boîtier reçoit de très nombreux accessoires et, en particulier, un dos à cristaux liquides contrôlé par micro-ordinateur, pour l'impression de données sur le film.

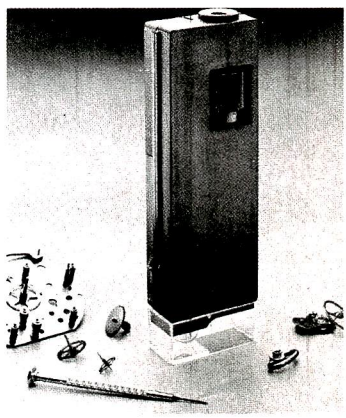
Prix : moins de 4 000 F.

Indiquons enfin qu'une autre firme japonaise, Canon, a annoncé le lancement du Canon T80, reflex 24 × 36 dérivé du T70 mais équipé de la mise au point automatique. Des informations dont nous disposons au moment d'écrire ces lignes, il apparaît toutefois que le système Canon reste classique. En effet l'unité de mise au point intégrée au boîtier se contente de commander le réglage à faire à un micro-moteur disposé dans l'objectif. En particulier, il n'y aurait aucune mémoire morte dans les objectifs.

OPTIQUE

UN MICROSCOPE DE POCHE

► Les Frères Lissac proposent un microscope miniaturisé, gros comme deux briquets mis bout à bout. Il est ainsi possible d'avoir constamment sur soi cet instrument d'optique. Son pouvoir grossissant est variable, de 30 à 50 fois, grâce à un objectif zoom. Il est d'une bonne luminosité. Une lampe incorporée permet cependant d'éclairer les sujets se trouvant en lumière faible. Deux molettes encastrées dans le corps du microscope commandent respectivement le grossissement et la mise au point. Ce microscope Lissac peut être utile dans bien des circonstances pour l'examen de détails de cristaux, de bijoux, de plantes, d'insectes ou bien en philatélie, en horlogerie ou encore pour le contrôle de l'usure d'une aiguille d'électrophone. Prix : 195 F (dans tous les magasins Lissac).



L'ALU ET L'INOX AU CHALUMEAU

► Depuis quelques années, avec l'adoption des systèmes de soudage électrique, le chalumeau oxyacétylénique se trouvait relégué au second plan. Cette désaffection s'expliquait par la généralisation de l'emploi de l'aluminium et de l'inox, la brasure et le décapage de pièces restant les seules applications encore ouvertes aux chalumeaux traditionnels.

Grâce à ses performances techniques et économiques, le Dillon MK 111 part à la reconquête des applications perdues par ces derniers. Pratiquement tous les métaux sont à sa portée, avec ou sans métal d'apport, et il se satisfait d'un nettoyage minimum des pièces. L'oxycoupage (le coupage par fusion) des tôles minces, même galvanisées, s'effectue sans déformation ni brûlage, il en va de même du coupage par fusion du laiton, du cuivre, etc... Dans tous les cas, les coupes sont franches, sans coulure ni oxydation.

Le nouveau chalumeau ne se contente pas de cette prouesse technique que constitue la soudure oxyacétylénique de l'aluminium et de l'inox. Il fait plus, réalisant des soudures d'une qualité supérieure à celles obtenues par la plupart des procédés électriques. En outre, ces résultats sont obtenus avec des pressions de service étonnamment basses : 0,280 bar sur l'oxygène et l'acétylène. Ce qui entraîne une diminution de la consommation des gaz, qui dépasse couramment les 50 % et peut atteindre 80 % dans certains cas.

La flamme de l'appareil est concentrée et effilée, avec un dard de faible section, entraînant une forte économie de gaz (46,5 % d'acétylène et 39,2 % d'oxygène par rapport à la consommation d'un chalumeau traditionnel).

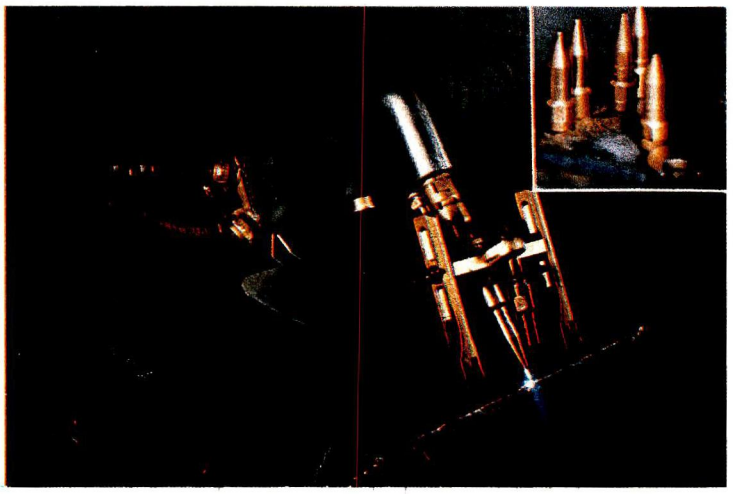
La chaleur concentrée ainsi uniquement sur l'endroit du soudage (grâce à l'absence de turbulence) permet une nette réduction des déformations. La faible vitesse des gaz (elle peut aller de 25 à 200 m/s.) évite à la flamme de souffler en dehors du bain le métal en fusion, et elle diminue fortement l'effet de refroidissement qui se produit dans les chalumeaux traditionnels.

Autres atouts de la nouvelle technologie : les travaux de préparation et de finition sont simplifiés, la mise en œuvre est plus rapide et l'opération de soudage facilitée, l'usage de décapants est restreint, voire superflu dans de nombreux cas.

Pour l'oxycoupage, on obtient une coupe franche et très étroite et une surface non oxydée, directement propre au soudage. La fonte se travaille sans préchauffage et sans précautions particulières. Il en va de même pour les blocs d'aluminium. Enfin le chalumeau Dillon MK III permet le brasage de métaux différents (cuivre, acier, laiton, fonte, laiton acier galvanisé...).

Le chalumeau est livré avec : 4 buses interchangeables de 0,3 l/mn à 25,5 l/mn ; 2 équipements pour oxycoupage ; 1 chariot de guidage ; 1 bouclier anti-chaleur ; 1 buse additionnelle de chauffe (acétylène/air) ; 1 outil nettoie-buses ; 1 manuel d'instructions.

Prix, avec ses accessoires : 3 558 FF TTC. Importateur en France : Aluweld, 12 rue de l'Ancienne-Ferme, 38120 Saint-Egrève, tél : (76) 75 55 99.



TÉLÉVISEURS À ÉCRAN PLAN

► Au Festival international son et image vidéo, qui vient de s'achever à Paris, Radiola a présenté de petits téléviseurs couleurs (modèle RP 29904) à écran de 22 cm, à face antérieure plane et à coins carrés. Ces récepteurs utilisent des tubes cathodiques (type FST) qui ne sont plus bombés comme sur les téléviseurs habituels.

Ils fonctionnent sur batterie et sur le secteur en 12 V et sont multistandard. Un jeu de touches permet la présélection de 60 programmes.

La commercialisation interviendra cette année à un prix d'environ 4 300 F.

Les mêmes appareils seront proposés dans les autres marques du groupe Philips dont fait partie Radiola.

D'autres firmes se sont aussi engagées dans la même voie. Il est donc probable que la prochaine génération de téléviseurs couleurs abandonnera l'écran bombé.

►► ***Pour aspirer aussi les liquides.*** *L'"Aspirotach", s'adapte à tous les aspirateurs, grâce à des embouts universels livrés avec l'appareil. Sa cuve, d'une contenance de 4,5 litres, est surmontée d'une cloche transparente avec soupape de protection commandée par un flotteur. Utilisant la puissance de l'aspirateur, il agit comme une pompe aspirante pour absorber les liquides (verre renversé, lave-linge qui déborde), déboucher les conduits obturés (évier, baignoire), éliminer les poussières et les gravats (cendres, ciment, plâtre) et extraire les taches. Un petit guide du détachage accompagne l'appareil. Prix : 390 F environ. Liste des points de vente auprès de la société Express SA, 98 route des Fusillés, 92000 Nanterre.*

►► ***Un disque optique effaçable pour le son*** *a été mis au point par la firme japonaise TDK, productrice de bandes magnétiques pour le son et la vidéo. Destiné à l'enregistrement haute fidélité, ce disque possède la plupart des caractéristiques du disque compact à lecture par laser (même codage, même lecteur "Compact Disc"). Mais son support comporte un substrat de verre à la place du plastique. L'effacement est obtenu par exposition à 130 °C durant 30 secondes. L'opération, indique TDK, peut être répétée 40 à 50 fois.*

JARDINAGE

ARROSAGE : LE TUYAU QUI TRANSPIRE

► L'irrigation en kit est née : elle a la forme d'un simple tuyau de 7,50 m de long, dont le seul signe distinctif est d'être fabriqué dans une matière micro-poreuse de 2 mm d'épaisseur. Raccordé à un tuyau d'arrosage ordinaire et noué à son autre extrémité, puis posé à même le sol, "Lifecell" suinte des milliers de goutellettes qui humidifient progressivement la terre, tout en épargnant aux parties superficielles des plantes des projections d'eau parfois fatales. Une formule adaptée aux jardins et potagers de petite et moyenne surfaces, et pouvant avantageusement prendre le relais des corvées d'arrosage.
Délicatesse supplémentaire : "Lifecell" est livré avec un filtre anti-calcaire. Pour tous renseignements : Sodimar, 6 place des Terreaux, 69001 Lyon, tél. (7) 827 73 79.

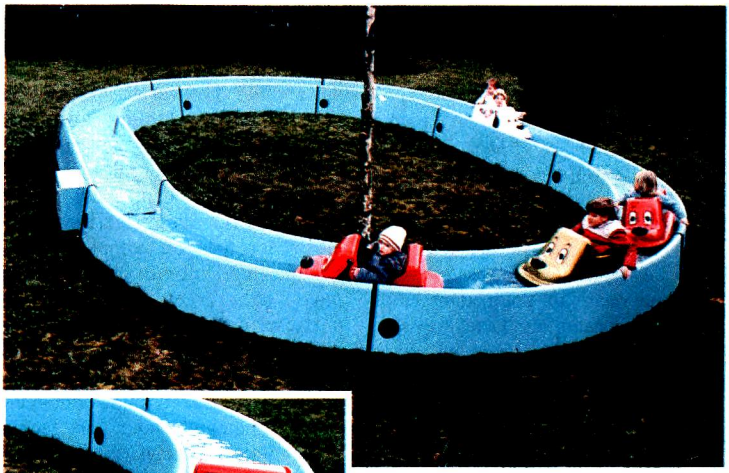
JARDINAGE

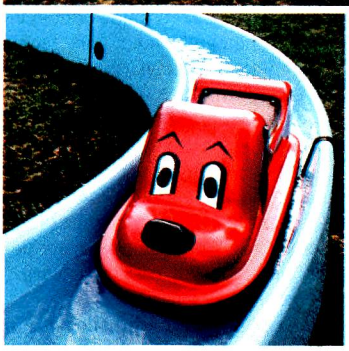
PLANTES D'APPARTEMENT : L'AUTOSUFFISANCE

► Un nouveau pas dans la conquête de l'indépendance des plantes d'appartement vient d'être franchi. Tous les végétaux en verdissent d'aise. Déjà avec les "grains d'eau", ces granulés en polymère hydrophile qui, mélangés au terreau retiennent jusqu'à 700 fois leur volume d'eau et la libèrent "à la demande", le pépinièriste Beck donnait aux plantes le moyen de boire à leur soif... tout en réclamant 2 à 3 fois moins d'arrosage (voir *Science & Vie* n° 797, p. 149). Or maintenant, il leur propose une formule de "grain d'eau" enrichie d'azote, de phosphore et de potasse. Ces éléments nutritifs, dosés afin de ne pas brûler les racines, sont stockés dans le "grain" même et diffusés selon les besoins en eau. Bref, un moyen de résister facilement... une semaine.
En contrepartie de cette autonomie du végétal, ces nouveaux "grains d'eau" dégagent un "parfum d'ambiance" agréable au vertébré : rose-thé et chèvrefeuille (anti-tabac) pour les plantes d'intérieur, citronnelle (anti-moustique) pour les plantes de balcons.
Prix moyen : 35 F le flacon de 540 ml. Renseignements : Léon Beck SA, B.P. 2, 67037 Strasbourg Cedex, tél. (88) 28 90 50.

JOUETS

UN MANÈGE NAUTIQUE





► Spécialement conçu pour les enfants de 3 à 6 ans, ce manège est un jeu original, simple et économique. Il s'agit d'un ensemble de "voitures", qui flottent dans des gouttières et qui sont entraînées par un courant d'eau créé par une motopompe (220 V) placée dans un caisson indépendant.
Le circuit du manège nautique est constitué d'éléments modulaires, ou gouttières, droites ou courbes, permettant toute modification de tracé ou de longueur.
A noter que la motopompe, unique élément de propulsion est très compacte et très puissante pour éviter toute fatigue. Elle est en plus dotée d'un système de sécurité qui bloque l'alimentation électrique en cas de nécessité.

Le manège est entièrement fabriqué en polyester stratifié armé de fibre de verre ce qui offre une assurance de robustesse et de longévité d'autant plus qu'en l'absence de pièce mécanique en mouvement dans le circuit, toute maintenance est ainsi supprimée.

Aucune fondation ni infrastructure n'est nécessaire.

Le coût d'exploitation du manège nautique est particulièrement faible. Sa consommation électrique moyenne est de 0,50 F/heure pour un circuit de 8 voitures. Le volume d'eau nécessaire est peu important (2 m^3 pour 21 m de circuit). Prix : 39 000 F environ. Pour tous renseignements : Dickson-Constant, Saint-Clair de la Tour, 38110 La Tour du Pin, tél : (74) 97 07 11.

JEUX

LES 7 FAMILLES SOLIDAIRES

► La règle du jeu des 7 familles est bien connue. Le gagnant est celui des joueurs qui a posé devant lui le plus grand nombre de familles complètes.
Mais ce jeu-ci est original car il met en scène sept familles solidaires dans leur contribution à la santé dans le monde. Les famille Nourritou, Boibien, Lavetou, Bougeotte, Equilibro, Saitou et Medico. Chaque carte montre une image, sous-titrée par une petite information relative au domaine dans lequel s'exerce chaque famille, dans chacun des cinq continents : la nourriture, l'eau, l'hygiène, le sport, les cycles vitaux, la connaissance, les soins.
Ce jeu éducatif, pas cher (10 F), est une modeste façon d'encourager l'action d'une organisation non gouvernementale, le Comité catholique contre le faim et pour le développement (CCFD), qui soutient plus de 500 projets de développement à travers 87 pays du monde. Pour tous renseignements : CCFD, 4 rue Jean-Lanthier, 75001 Paris.

BLÉ

(suite de la page 100)

la société De Kalb, déjà obtentrice de plusieurs hybrides de blé par la voie génétique. L'autre est franco-française : entre Claeys-Luck, l'un des dix premiers producteurs mondiaux de semences, et Orsan (filiale de Lafarge-Coppée et du Crédit Agricole), premier producteur européen d'acides aminés par fermentation. Cette dernière association, baptisée Hybrinova, possède "sa" molécule mise au point dans une filiale américaine de Claeys-Luck, IPRI. Certaines firmes sont déjà associées plus étroitement : sélection, chimie, et par conséquent royalties sont dans la même main. C'est le cas de Shell et de sa filiale en sélection végétale, Nickerson, dont deux hybrides sont actuellement en première année d'inscription.

Les blés hybrides n'en sont qu'à leurs débuts. Nous ne conseillerions pas aux agriculteurs de se jeter dessus ces années-ci. Mais les sélectionneurs classiques auraient tort de ne pas voir venir la menace. Les alliances entre les géants de la chimie et les grands sélectionneurs produiront sûrement quelque chose de tangible. Les variétés de blé, en leur diversité, étaient autrefois entre les mains des agriculteurs, alors fort nombreux. Elles sont passées en un siècle dans celles, moins nombreuses, des sélectionneurs, parmi lesquels on compte encore quelques agriculteurs (**voir encadré page 96**). Avec les hybrides, la partie risque de se jouer entre quelques "grands" de la chimie. Déjà certains sélectionneurs se sont regroupés en GIE (Groupement d'intérêt économique) pour faire face à la compétition internationale. C'est le cas du "Club des Cinq" (10).

Les hybrides de blé seront certainement beaucoup moins bien accueillis que les hybrides de maïs il y a quarante ans. Car s'ils "marchent" vraiment, avec des résultats de quelque 25 % supérieurs à ceux des blés classiques, il restera encore à les vendre !

Cela risque d'être difficile pour un pays et une Europe qui n'arrivent déjà pas à écouler leur lait, leur vin, leurs diverses céréales et où le blé devra être transformé en alcool-carburant (**voir encadré page 98**). L'abondance de la dernière récolte pèse déjà sur les cours et, si la tendance se poursuit, seuls les "gros" producteurs pourront tenir. Et puis, avec les blés hybrides, l'autonomie de l'agriculteur descend encore d'un degré. L'industrie a déjà récupéré maintes productions qu'il effectuait lui-même autrefois : le lait de consommation, le beurre, les aliments du bétail, les volailles, les œufs, les veaux, les semences, les plants...

Marie-Laure MOINET ▲

(10) Le "Club des Cinq", créé en octobre 1980, regroupe les sociétés Benoist, Desprez, UNCAC-Ringot, Sica Vilmorin, Elf-Biorecherches. Ses membres sont obtenteurs ou délégataires exclusifs de plus de 70 % des variétés de céréales à paille cultivées en France.

C'EST NOTRE CERVEAU QUI VOIT

(suite de la page 28)

conservions une vision cohérente du monde qui nous entoure, quelles que soient les perturbations qui surviennent en amont. Exemple de cette relativisation : si nous chaussons des lunettes de soleil vertes, jaunes ou marron, les modifications de couleurs, qu'elles provoquent dans un premier temps, ne tardent pas à disparaître, et les objets que nous regardons reprennent des teintes normales.

De récentes expériences (5) ont apporté la preuve qu'il en était de même chez les animaux — du moins chez certains animaux. Prenons, par exemple, un poisson rouge ordinaire (*Carassius auratus*) et conditionnons-le à se diriger vers un carré de couleur déterminée disposé parmi un assortiment de surfaces de couleurs diverses (dispositif désigné sous le terme de "panneau de Mondrian"). Ce conditionnement peut être obtenu par l'attribution d'une récompense (de la nourriture) chaque fois que l'animal effleure la couleur choisie. Au bout d'un certain temps, le pli est pris : il "reconnaît" la couleur et nage vers elle pour obtenir sa récompense. Or, même si nous modifions radicalement l'aspect de l'ensemble des couleurs par une illumination artificielle, le poisson rouge retrouve la teinte qui l'intéresse et se dirige sans hésiter vers elle. Conclusion : la théorie du "retinex" semble appropriée aussi bien aux vertébrés primitifs, comme le poisson rouge, qu'aux vertébrés évolués, comme l'homme. En d'autres termes, le rôle du cerveau dans la vision est aussi important chez l'animal que chez l'homme.

D'autres approches confirment cette implication du cerveau tout entier dans la perception visuelle. Ainsi, dès 1933, Schifferli avait montré, par l'enregistrement des mouvements oculaires, que ceux-ci étaient identiques lorsque le sujet suivait mentalement le contour d'un objet et lorsqu'il le percevait réellement. Depuis, d'autres chercheurs se sont intéressés aux personnes (le plus souvent des enfants) capables de susciter dans leur esprit des images "objectivées", c'est-à-dire des représentations mentales qu'elles projettent à l'extérieur d'elles-mêmes, et parviennent même à localiser spatialement devant elles. Si l'on demande à de tels sujets de décrire telle ou telle partie d'une image objectivée, ils portent automatiquement les yeux vers la partie correspondante de l'espace ou du mur blanc sur lequel ils la projettent. Ce comportement, qui n'est pas sans rappeler la capacité qu'ont certains compositeurs d'entendre "dans leur tête" les notes et les accords qu'il écrivent, traduit encore une fois la part primordiale que prend le cerveau dans le processus de la vision. C'est le cerveau qui "voit". L'œil, lui, ne fait que convertir en impulsions électriques les informations reçues de l'environnement. A la limite, on peut se passer des yeux, et voir avec son esprit.

Alexandre DOROZINSKI ▲

(5) Rapportées par David J. Ingle dans la revue américaine *Science* (8 février 1985).

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

«Depuis 20 ans je crie dans le désert» : tout le monde peut apprendre à Parler. Repondez-moi et vous saurez comment.»
Maurice Ogier



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

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

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

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

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

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

C'est plus facile que vous ne le pensez

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

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

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

Un représentant : tout le monde a les mêmes difficultés

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

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

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

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

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

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

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

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

«Votre cours m'a aidée à sortir de ma coquille, je suis maintenant une autre personne, j'ai beaucoup appris, je parle maintenant en public avec un micro, j'en suis fière et contente.» *Mme G.L. Fort-de-France*

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

«J'ai fait des progrès : pensées plus claires et plus précises ; je me fais comprende ; caractère plus combattif ; j'ai appris à me battre ; plus calme ; plus réfléchi. Quand je décide une bonne prise de parole sur tel point précis, très nette amélioration.» *Mr. G.M.T. Braine*

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

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

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

C'est absolument gratuit

Si vous aussi vous désirez parler avec aisance, découpez votre bon de réservation ci-dessous et adressez-le **dès aujourd'hui** à l'Institut Français de la Communication. Vous recevrez par retour votre petit livre «Comment apprendre à Parler avec aisance». Il ne vous coûtera rien d'autre qu'un timbre.
Chaque minute passée à le lire vous remplira d'enthousiasme et de joie de vivre.
Vous découvrirez en vous des atouts que vous ne vous connaissez pas, des moyens pratiques pour réussir vos études, votre profession, votre vie sentimentale et avoir beaucoup d'amis.

Pourquoi cette offre gratuite ?

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

Maurice Ogier
Institut Français de la Communication, service 971
6, rue de la Plaine, 75020 Paris.

parler avec aisance

LIVRE GRATUIT
Edition limitée

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

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

_____

Code postal _____

Ville _____

P 318/185

Institut Français de la Communication, service 971
6, rue de la Plaine, 75020 Paris.

ANTICORPS MONOCLONAUX

(suite de la page 33)

Les anticorps monoclonaux sont déjà utilisés en médecine, notamment pour des épreuves diagnostiques et pour certains essais thérapeutiques, mais leur énorme potentiel est loin d'être exploité. Les travaux de la médecine clinique et toutes les spécialités médicales pourront en bénéficier. Voici quelques exemples.

● Des anti corps monoclonaux spécifiques à des lymphocytes T (globules blancs qui modulent les activités des lymphocytes B producteurs d'anticorps) ont été fabriqués et des essais en cours visent à étudier leur potentiel dans le traitement du syndrome de rejet de greffe, ou pour la suppression du rejet de greffe de cellules de la moelle osseuse. Des recherches fondamentales utilisant ces anticorps permettront sans doute de mieux comprendre le rôle des anomalies associées aux lymphocytes T que l'on trouve chez des patients atteints de maladies aussi diverses que le cancer du poumon avec métastases, le cancer du sein, des infections virales (hépatite B, cytomégalovirus). On a également constaté des taux anormaux de lymphocytes T chez des patients atteints de maladies auto-immunes (arthrite rhumatoïde, sclérose en plaques).

● Les cellules cancéreuses ont, comme les cellules normales, des sites antigéniques sur leur surface. Toutefois, certains de ces sites sont identiques à des sites se trouvant sur des cellules normales. De nombreux chercheurs tentent d'identifier des sites antigéniques qui seraient spécifiques aux cellules cancéreuses. Des anticorps monoclonaux permettraient alors un diagnostic de la maladie, et peut-être son traitement par des anticorps spécifiques aux cellules cancéreuses mais n'atteignant pas les cellules normales voisines.

Le Pr Robert Weinberg, du Massachusetts Institute of Technology à Cambridge, près de Boston, qui fut l'un des premiers à identifier des gènes du cancer, vient de trouver un tel site antigénique sur des cellules du neuroblastome (tumeur du système nerveux) du rat. Des anticorps monoclonaux spécifiques s'attaquent à ces cellules nerveuses cancérisées, mais non pas aux cellules normales.

Les anticorps monoclonaux sont déjà utilisés pour le diagnostic de certains cancers, et pour identifier les différents types de leucémies avec plus de précision qu'on ne pouvait le faire auparavant. De tels anticorps permettent aussi de suivre la réaction du patient au traitement.

● A Cambridge, en Angleterre, où les premiers anticorps monoclonaux furent fabriqués il y a 10 ans, on tente une autre approche au traitement du cancer. Une équipe a fusionné les lymphocytes d'un patient cancéreux, globules blancs qui sont théoriquement "informés" de la présence de cellules cancéreuses, avec des cellules de myelome. Les hybridomes qui en résultent devraient produire des anticorps spécifiques à la tumeur, et au patient lui-même. En France, on étudie la possibilité d'"accrocher" des anticorps monoclonaux à des liposomes, petites organelles capables de traverser une membrane cellulaire en transportant une substance (une toxine, par exemple) qui, autrement, ne peut passer.

● Les anticorps monoclonaux sont déjà utilisés pour des épreuves de diagnostic — le plus récent en date étant le diagnostic rapide de la grossesse par détection dans l'urine d'une hormone, l'hormone chorio-gonadotropique.

● On emploie également des anticorps monoclonaux pour la purification de substances biologiques ou pharmaceutiques. Ainsi, la production d'interféron (substance antivirale naturelle) des laboratoires Hoffmann-La Roche aux États-Unis repose d'une part sur le génie génétique, et de l'autre sur les anticorps monoclonaux. L'interféron est synthétisé par des bactéries greffées du gène de l'interféron, mais ces cultures bactériennes sécrètent également d'autres substances. Afin d'en extraire l'interféron pur, les sécrétions bactériennes sont passées par une colonne contenant des anticorps monoclonaux spécifiques à l'interféron. L'interféron, et lui seul, est retenu par les anticorps, dont il est ensuite séparé par une solution acide.

De nombreuses questions concernant les anticorps et les anticorps monoclonaux restent encore sans réponse, et le Pr Köhler lui-même souligne que l'on a parfois tendance à aller trop vite, avant même de comprendre ce qui se passe. Il étudie, de son côté, des aspects fondamentaux de l'immunologie, tel que le mécanisme de mutation génétique des cellules productrices d'anticorps et des enzymes pouvant intervenir dans ces mutations, ou l'interaction et le réarrangement de gènes qui pourraient favoriser les mutations somatiques génératrices d'une énorme variété d'anticorps et qui nous permet, pour reprendre les termes du Pr Jerne, « d'avoir en puissance, dans notre organisme, de quoi reconnaître tous les antigènes de l'Univers ».

Une fois ces connaissances maîtrisées, le potentiel des anticorps monoclonaux sera sans doute énorme. On imagine, par exemple, la possibilité d'utiliser de tels anticorps pour le traitement de toutes sortes de maladies infectieuses (bactéries et virus servant eux-mêmes à la production des anticorps), pour le traitement de certains cancers, le diagnostic, grâce à des anticorps marqués radioactivement, d'infections ou des lésions actuellement difficiles à reconnaître, ainsi que pour l'étude et sans doute le traitement de maladies dont on soupçonne qu'elles ont au moins une composante auto-immunitaire, comme le diabète, l'athérosclérose, l'hypertension, ou les maladies rhumatismales.

Il y a quelque temps un virologiste britannique bien connu, Philip Gardner, faisait le commentaire suivant : « Le don des anticorps monoclonaux au virologiste clinique est peut-être comparable à la présentation d'un ordinateur à un indigène primitif qui vient à peine d'apprendre à compter sur ses doigts. Ni l'un ni l'autre ne peuvent utiliser le cadeau dans l'immédiat, mais les deux devraient en pressentir le potentiel. »

Alexandre DOROZYNSKI ■

ERIBA, C'EST LA FORME !!!

La forme, celle qui fait reconnaître une ERIBA entre toutes les caravanes. De la plus petite à la plus spacieuse, c'est toujours la grande forme, celle qui vous permet de bien profiter des vacances.

Et pour avoir la forme, il suffit de nous renvoyer le bon à découper ci-dessous.



Bon à découper à retourner à **SOCANOR**,
"Le Prieuré" 76220 NEUFMARCHÉ (par Gournay-en-Bray). Tél. (35) 90.10.30 (fermé le lundi)

je désire recevoir, sans engagement, votre documentation complète sur les modèles ERIBA.

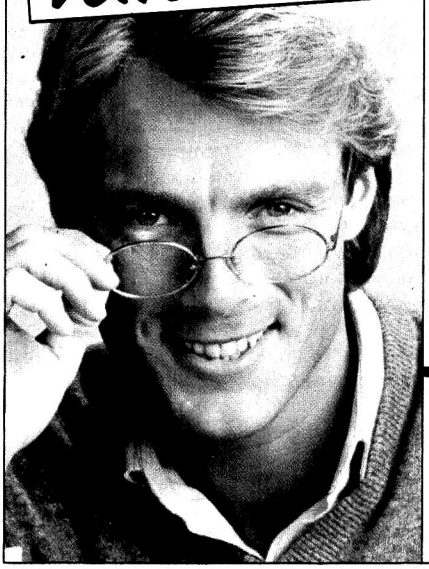
NOM _____ PRÉNOM _____

ADRESSE _____

CODE POSTAL _____ VILLE _____ PROFESSION _____

CARAVANES ERIBA

Développez votre mémoire



Vous le pouvez ! Et c'est facile, grâce à la surprenante méthode CHEST qui vous permet d'acquérir très vite une mémoire souple, fidèle, infaillible...

Cette méthode est si simple qu'un enfant de quatorze ans peut l'étudier entièrement en un mois (un quart d'heure par jour suffit).

Bientôt, vous retiendrez sans difficulté les noms propres, les visages, les langues étrangères et même les choses les plus compliquées (par exemple une liste de 100 nombres de 5 ou 6 chiffres).

Comment cela est-il possible ?

Vous le saurez en lisant la passionnante brochure en couleurs offerte gratuitement par l'I.P.M.

Pour la recevoir, il vous suffit de découper et de remplir le bon ci-dessous, et de le renvoyer à l'I.P.M. (Service L. 4) - 40, rue Jules-Ferry - 59430 Saint-Pol-sur-Mer - Tél. (28) 60.96.47 (établissement privé).

I.G. Lille

Je désire recevoir, moi aussi, la brochure qui me révélera comment multiplier par 10 la puissance de ma mémoire. Voici :

Mon nom _____ Mon prénom _____

Mon âge _____ Mon adresse _____

Il est entendu qu'aucun démarcheur ne me rendra visite.

GRATUIT ET SANS ENGAGEMENT

CHAMPIGNON MYSTÉRIEUX

(suite de la page 60)

blement de terre. Intenses et de courtes durées, elles sont plutôt caractéristiques d'une éruption volcanique **(voir dessin p. 60)**. En outre, la liste des secousses sismiques enregistrées dans cette région du Pacifique par le NEIS (National Earthquake Information Service) n'en indique aucune se rapprochant des ondes enregistrées à Wake.

De proche en proche, l'équipe de Hawaï a identifié les ondes enregistrées comme provenant d'un volcan sous-marin situé à 1 470 km au sud-ouest du lieu d'apparition du nuage. Le 7 mars, à 12 h 30, un avion de la JMSA (Japan Maritime Safety Agency) avait repéré, à 130 km au nord de l'île d'Iwo Jima, une étendue d'eau rougeâtre large de 9 km et longue de 30 km. Le matin suivant, les gens de la JMSA confirmèrent l'existence d'une activité sous-marine d'origine volcanique : une eau, cette fois plutôt jaunâtre, était éjectée à la surface de la mer toutes les 10 minutes environ. Le 12 mars, un avion des forces aériennes japonaises observa un nuage à 100 mètres d'altitude par 26 °N et 140, 77 °E, soit exactement à l'aplomb du volcan Kaïtoku. La courbe d'activité des phases T commençait le lendemain.

Aucune autre activité volcanique substantielle n'ayant été enregistrée dans un rayon inférieur à 1 500 km autour du point d'apparition du nuage-champignon, la question se posait de savoir si un nuage formé par le volcan Kaïtoku pouvait avoir migré jusque-là. Effectivement, le Kaïtoku semble avoir redoublé d'activité vers le 8 avril, donc la veille de l'événement. Malheureusement, les vents n'étaient pas favorables. La carte des vents à 700 millibars (3 000 mètres d'altitude) et à 500 millibars (5 500 mètres), est formelle : ils soufflaient vers le sud-est, et non vers le nord-est.

De surcroît, ni les habitants de Iwo Jima, l'île la plus proche du volcan sous-marin, ni les hélicoptères de la JMSA n'ont observé de nuage volcanique les 8 et 9 avril au-dessus du Kaïtoku. Il est d'ailleurs improbable qu'un nuage volcanique puisse prendre la forme d'un champignon à 1 500 km de distance. Enfin, comment expliquer que les pilotes des trois avions de ligne aient vu soudain ce nuage s'élever en deux minutes de 4 300 à 18 000 mètres d'altitude ? Une telle accélération n'est envisageable qu'à la verticale d'un volcan.

L'hypothèse du Kaïtoku a donc dû être abandonnée après les autres. Les géophysiciens de Hawaï concluent bravement qu'ils donnent leur langue au chat. Il resterait bien la solution d'une super soucoupe volante, mais nos chercheurs sont formels : comment trois équipages expérimentés auraient-ils pu se laisser abuser par l'apparence trompeuse d'un vulgaire cumulo-nimbus ? Avant de passer dans le civil, MacDade pilotait un bombardier B-52 de l'US Air force. Ce n'est pas rien...

Sven ORTOLI ■

LE BOEING SUFFOQUÉ

(suite de la page 63)

d'eau et d'éléments comme le soufre, le chlore, le fluor, le carbone, l'azote et une centaine d'éléments mineurs dont des hallogènes, des éléments alcalins (sodium, potassium...), des métaux (cuivre, plomb, zinc) et des éléments radioactifs (radon).

Passant de la température du magma (1 000 à 1 200°) à la température ambiante, ces gaz se condensent en gouttelettes d'acides chlorhydrique, fluorhydrique et surtout sulfurique, le plus corrosif. Il se forme aussi des agrégats de particules et d'acides, à la fois abrasifs et corrosifs (et responsables de la double attaque des vitres du cockpit). La période active de ces acides est de 4 jours environ après l'éruption.

Ce sont ces gouttelettes d'acide ingérées par les réacteurs qui en ont provoqué la surchauffe. Ces aérosols, en passant de la haute température des chambres de combustion aux conduites de refroidissement des ailettes de turbine, se sont cristallisés, et ont partiellement colmaté ces conduites. L'analyse d'un échantillon de cendres a confirmé ce processus chimique. Lors du démontage et de la réparation des moteurs, Pratt & Whitney ont constaté une accumulation de cendres et des phénomènes d'abrasion à l'intérieur des réacteurs. On a trouvé un dépôt important (de quartz essentiellement) sur les filtres à huile ; des tests d'acidité ont montré que le liquide hydraulique avait un taux normal alors que l'huile moteur et le kérosène révélaient un taux nettement supérieur à la normale (la pollution provenant de fines particules, de cendres et de composés solubles — plomb, zinc, cuivre — qui ont pénétré par les mises à l'air libre des réservoirs). L'effet de pompage (expliqué plus haut) observé sur un des réacteurs provenait de poussières abrasives (silice essentiellement) accumulées sur les pales du compresseur.

La conclusion de Pratt & Whitney est que l'arrêt des réacteurs a résulté principalement d'un mauvais fonctionnement des compresseurs, dû à l'accumulation des cendres cristallines sur les ailettes de turbine de premier étage, et surtout à la diminution du flux d'air dans le compresseur causée par une absorption considérable de cendres, cette dernière cause leur paraissant déterminante. Ces résultats ont été confirmés lors d'une simulation par ordinateur sur un réacteur de type JT9D, et par une analyse de la boîte noire des appareils.

En coopération avec Airbus Industrie et les compagnies Boeing et McDonnell-Douglas (qui utilisent des réacteurs de ce type), Pratt & Whitney ont pu recommander des procédures à suivre si un équipage s'est malencontreusement engagé dans un panache volcanique : débloquer la manette de puissance automatique, réduire le régime du moteur pour éviter la surchauffe, ouvrir au maximum les entrées d'air supplémentaires et... sortir du nuage le plus rapidement possible !

Claudine MULARD ■

FAITES LE POINT AVEC LES HORS SERIE DE SCIENCE & VIE

N° 136 - LA MEDECINE

N° 137 - AUX CONFINS DE L'UNIVERS

N° 139 - L'AUTO

N° 140 - LA POLICE SCIENTIFIQUE

N° 141 - LA T.V. DEMAIN

N° 143 - L'AVIATION

N° 144 - LES CATASTROPHES NATURELLES

N° 145 - LES PREMIERES ANNEES DE LA VIE

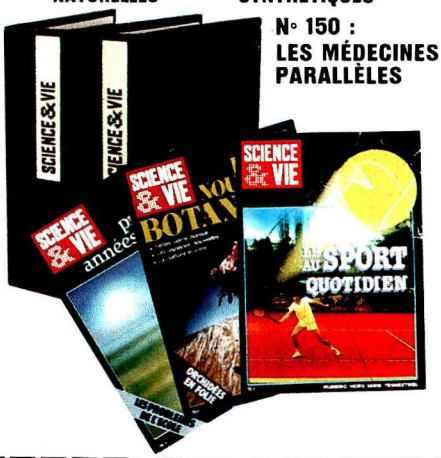
N° 146 - LA NOUVELLE BOTANIQUE

N° 147 - LE SPORT AU QUOTIDIEN

N° 148. L'ESPACE : LE NOUVEAU MONDE

N° 149. LA PHOTO IMAGES SYNTHETIQUES

N° 150 : LES MÉDECINES PARALLÈLES



BULLETIN DE COMMANDE

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

Nom .....

Prénom .....

Adresse .....

.....

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

• NUMEROS HORS SERIE :

.....

.....

soit .... numéros à 17 F l'un franco (étranger 22 F)

• RELIURES

Qté ..... lots de 2 reliures au prix de 55 F franco (étranger 60 F)

CI-JOINT MON REGLEMENT TOTAL DE ..... F

par chèque à l'ordre de Science & Vie.

Etranger : mandat international ou chèque compensable à Paris.

SV 809

Encore plus complète ÉDITION 84/85

Nombreuses maquettes avions, bateaux, accessoires, etc.



LA DOCUMENTATION DU MODÉLISTE SV 22

* Le catalogue ..... 28 F

Expédition PTT en timbres-poste ou par chèque ..... : 10 F

A LA SOURCE DES INVENTIONS

60, boulevard de Strasbourg 75010 PARIS Tél. 607 26 45

* Pour vos règlements : La Source SARL CCP 33139-91 La Source

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 4295, 35, rue Collange 92303 Paris-Levallois. Tél. : 270. 81. 88.

---------- BON D'INFORMATION ----------

à découper ou recopier et renvoyer à

L. & A., service 4295, 35, rue Collange 92303 Paris-Levallois.

Veuillez m'adresser gratuitement et sans engagement votre documentation complète.

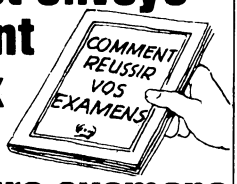
NOM : .....

Prénom : .....

Adresse : .....

.....

Ce guide est envoyé gratuitement à tous ceux qui veulent REUSSIR leurs examens



A travail égal certains décrochent leurs examens...et d'autres pas. Des surdoués ? Des chanceux ? NON. Il existe une "Méthode du Succès". Grâce à elle : vous apprenez plus en moins de temps. Vous lisez trois fois plus vite. Vous mémorisez facilement dates, chiffres. formules. Vous savez quoi faire en cas de trou de mémoire en plein examen et aussi comment éliminer le trac, etc... Toutes les possibilités de cette méthode vous sont expliquées dans le nouveau guide 85. Pour le recevoir gratuitement, recopiez ou renvoyez le bon ci-dessous au CEREP, 10/H5 rue Deltéral, 93310 Le Pré-st-Gervais.

Envoyez-moi gratuitement et par courrier, le guide 85.
☐M ☐Melle .....
Prénom.....
Adresse.....
..... Code postal.....
Ville.....
Bon à remplir (ou à recopier) et à envoyer au CEREP 10/H5 rue Deltéral, 93310 Le Pré-st-Gervais.

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 3672 35, rue Collange
92303 Paris Levallois (Etabl. privé)
Tél. 270.73.63

Ecrivez donc sans aucune faute grâce à l'Orthographex



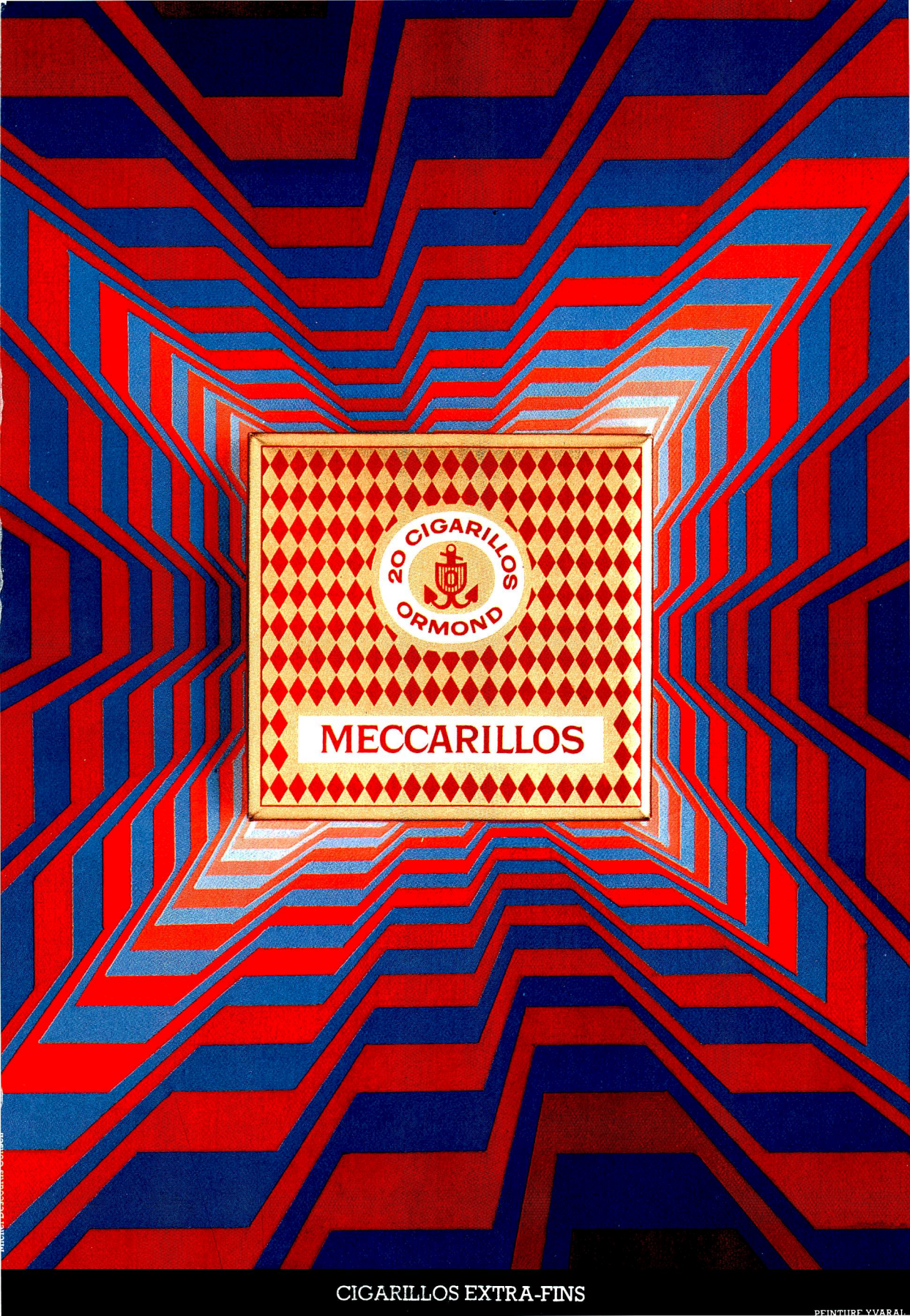
Présenté sous la forme d'un triptyque en couleurs, sur carton plastifié, l'ORTHOGRAPHEX vous permet de trouver, instantanément et sans rien feuilleter, le mot sur lequel vous hésitez et de vérifier s'il est masculin, invariable, etc. L'ORTHOGRAPHEX comporte 7 250 mots ! Indispensable à tous ceux qui écrivent (écrivains, journalistes, secrétaires, etc.), il est également l'aide fidèle du collégien, de l'étudiant... Il sert même pour les loisirs : mots croisés, scrabble, jeux télévisés, etc.

Distribué GRATUITEMENT par l'I.P.M. Joindre 20 F (en timbres, même étrangers) pour frais. Vous recevrez en plus un passionnant petit livre qui vous montrera comment améliorer rapidement votre orthographe. I.P.M. (Bureau L4) - 40, rue Jules-Ferry - 59430 SAINT-POL-SUR-MER

Avec ou sans Bac
devenez Informaticien en préparant le
B.P. INFORMATIQUE

Un cours par correspondance pour préparer tranquillement chez soi ce nouveau diplôme d'Etat. Il vous permettra d'obtenir rapidement un poste de cadre dans ce secteur créateur d'emplois. Langages étudiés BASIC et COBOL. Avec ou sans BAC, ce diplôme se prépare en 15 mois environ et ne demande pas de connaissances informatiques au départ. Nos élèves bénéficient de notre garantie Etudes et peuvent, en option suivre un stage pratique sur ordinateur. Inscription toute l'année. Brochure gratuite n° N 3956 à IPIG, Organisme Privé, 92270 Bois-Colombes.

Le directeur de la publication : Jacques DUPUY — Dépôt légal : n° 84007 — N° de Commission paritaire : 57284 du 15 décembre 1975
Photocomposition : Imp. Ponsing A. F/67300 Schiltigheim — Photogravure et impression : Imp. Alsacienne Jean Didier F/67200 Strasbourg — Printed in France



CIGARILLOS EXTRA-FINS

PEINTURE YVARAL



GITANES

Allumettes Seita en vente dans les bureaux de tabac.