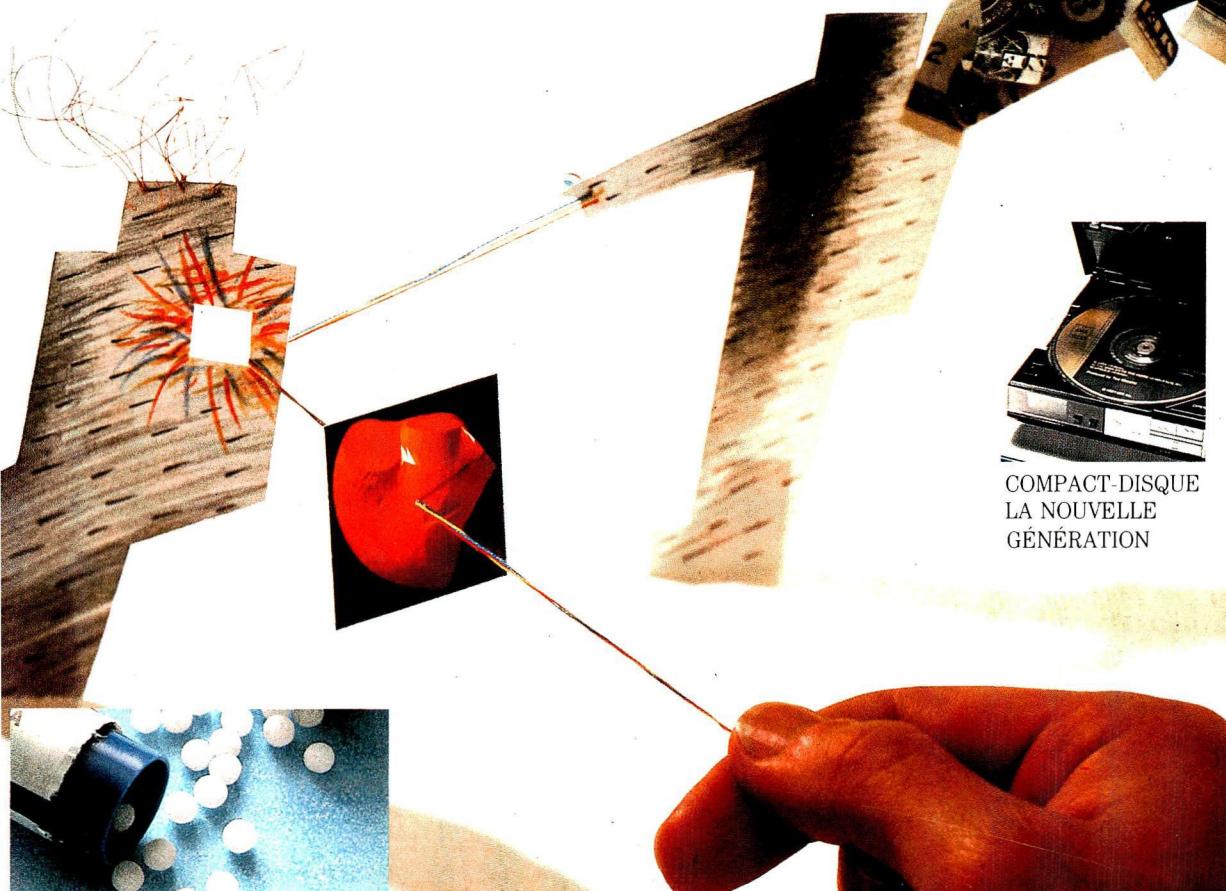


S'INNOVATION & VIE

POUR OU CONTRE L'HEURE D'ÉTÉ
QUESTIONNAIRE PAGE 182

COEUR ARTIFICIEL BEAUCOUP TROP CHER



COMPACT-DISQUE
LA NOUVELLE
GÉNÉRATION

HOMÉOPATHIE :
L'EXPÉRIMENTATION DIT NON

14,50 F
N° 812
SUISSE 4,50 FB
CANADA \$ 2.50
BELGIQUE 105 FB
ESPAGNE 345 Ptas
MAROC 14,5 Dh
TUNISIE 1,45 DT

Il y avait bien
de la dioxine
à Reims

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, 187 km/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.

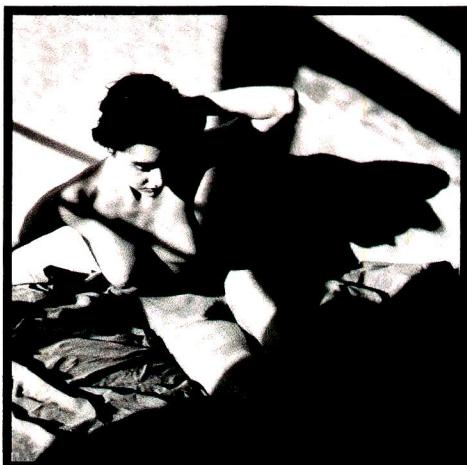


Photo Barbara Ryx

Désolés, nos zooms ont autant de luminosité qu'une focale fixe.

Il n'y a pas de mystère. Plus un zoom est sophistiqué, plus il comporte de lentilles et plus les problèmes de luminosité, d'ouverture et de mise au point se multiplient.

Chez Angénieux, nous ne reculons jamais devant la difficulté. Pour éviter la réflexion de la lumière, nous traitons chaque lentille (15 sur notre zoom 70-210) en y déposant des corps chimiques anti-réfléchissants. Cette opération extrêmement délicate comporte de nombreuses couches, contrôlées à 10 Angströms près. Ainsi traitées, nos lentilles assurent la transmission de la lumière à 99,8%, ce qui donne à nos zooms un piqué et un modélisme dignes d'une focale fixe. Pour nous la passion de l'image n'a pas de limites. Et nous aimons la faire partager.

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



angénieux

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



SAVOIR

16

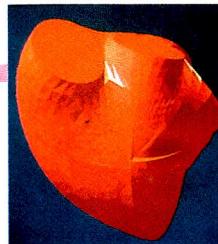
**LA FRANCE
À L'HEURE DE MOSCOU**

PAR OLIVIER POSTEL-VINAY

26

**LE CŒUR ARTIFICIEL :
UNE BONNE AFFAIRE ?**

PAR JEAN-MICHEL BADER



38

**AUTISME :
LES GÈNES
CONTRE LES "PSY"**

PAR ALEXANDRE DOROZYNSKI

42

**IMMUNOLOGIE :
LE VRAI MAÎTRE
DES GLOBULES BLANCS**

PAR ALEXANDRE DOROZYNSKI

44

**HOMÉOPATHIE :
L'EXPÉRIMENTATION
DIT NON**

PAR PIERRE ROSSION

49

**L'HORLOGE
À POISSON**

PAR PIERRE ROSSION

92

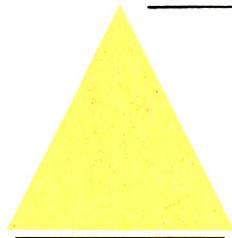
**DIOXINE À REIMS :
150 000
ACCIDENTS
POSSIBLES
AILLEURS**

PAR JACQUELINE
DENIS-LEMPEREUR

96

**VOITURE
PROPRE :
LE HANDICAP
FRANÇAIS**

PAR LUC AUGIËR



UTILISER

118

**TÉLÉVISION :
ENTRE HAUTE-FIDÉLITÉ
ET HAUTE DÉFINITION**

PAR HABIB ELJARI



126

**COMPACT-DISC :
LA NOUVELLE VAGUE**

PAR LAURENT DOUEK



131

**TÉLÉPHONE :
POURQUOI 8 CHIFFRES**

PAR FRANÇOISE HARROIS-MONIN

52**COMMENT SE DÉBARRASSER
DES GOÉLANDS ?**

PAR JACQUES MARSAULT

63**FILMER
DE L'AIR**

PAR RENAUD DE LA TAILLE

**76****MAMANS-POUSSIÈRES
ET BÉBÉS-PLANÈTES**

PAR ANNA ALTER

102**ARMES DE POING :
BERETTA DÉCLASSE COLT**

PAR RENAUD DE LA TAILLE

**134****LES MICRO-ORDINATEURS
DU PRINTEMPS 85**

PAR HENRI-PIERRE PENEL

141**LES JEUX**PAR PIERRE AROUTCHEFF, PIERRE BERLOQUIN
DANIEL FERRO, RENAUD DE LA TAILLE
ET HENRI-PIERRE PENELENCART EXPORTUNITÉS (PP. I À IV)
DIFFUSION ÉTRANGER**56****LES FORêTS
FANTÔMES**

PAR JACQUES BREIZ

68**LA FOUDRE AU BOUT
D'UN LASER**

PAR SVEN ORTOLI

**83****CHRONIQUE
DE LA RECHERCHE**

DIRIGÉE PAR GERALD MESSADIE

109**CHRONIQUE
DE L'INDUSTRIE**

DIRIGÉE PAR GÉRARD MORICE

114**DES MARCHÉS
À SAISIR****138****VIDÉO :
LE 8 mm
EST ARRIVÉ**

PAR ROGER BELLONE

159**SCIENCE & VIE
A LU POUR VOUS****165****CHRONIQUE
DE LA VIE PRATIQUE**

DIRIGÉE PAR ELIAS AWAD

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

REDACTION

RÉDACTEUR EN CHEF :

PHILIPPE COUSIN

RÉDACTEUR EN CHEF ADJOINT :

GERALD MESSADIE

CHRONIQUEURS :

RÉDACTEUR EN CHEF ADJOINT :

JEAN-RENÉ GERMAIN

RÉDACTEUR EN CHEF ADJOINT :

GÉRARD MORICE

SÉCRÉTAIRE GÉNÉRAL DE

RÉDACTION : ELIAS AWAD

SÉCRÉTAIRE DE RÉDACTION :

DOMINIQUE LAURENT

RÉDACTEURS :

MICHEL EBERHARDT

RÉDACTEUR EN CHEF :

ALEXANDRE DOROZYNSKI

PIERRE ROSSON

JACQUES MARSAULT

FRANÇOISE HARROIS-MONIN

SVEN ORTOLI

JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR

MARIE-LAURE MOINET

OLIVIER POSTEL-VINAY

ANNY DE LALEU

ILLUSTRATION :

ANNE LEVY

PHOTOGRAPHE : MILTON TOSCAS

DOCUMENTATION :

CATHERINE MONTARON

CONCEPTION GRAPHIQUE :

bill butt

DENIS RAVIZZA

MAQUETTE :

CHRISTINE VAN DAEL

ASSISTANT : LIONEL CROSON

CORRESPONDANTS :

NEW YORK : SHEILA KRAFT

NEW YORK : NY 10003 - USA

LONDRES : LOUIS BLOND COURT

16, MARLBOROUGH CRESCENT

LONDON W4, 1 HF

TOKYO : MARIE PARRA-ALÉDO

THE DAILY YOMURI 1-7-1 OTEMACHI

CHIYODA-KU - TOKYO 100

SERVICES COMMERCIAUX :

DIRECTEUR COMMERCIAL :

OLIVIER HEUZE

MARKETING - DÉVELOPPEMENT :

PATRICK SPRINGORA

ABONNEMENTS :

ELIZABETH DROUET

ASSISTÉE DE PATRICIA ROSSO

VENTE AU NUMÉRO :

BERNARD HÉRAUD

ASSISTÉ DE MARIE CRIBIER

BELGIQUE : A.M.P. - 1 RUE DE LA

PETITE-ÎLE 10.70 BRUXELLES

EXPORTUNITÉS :

GHISLAINE DICHY - POSTE 212

RELATIONS EXTRÉMIÈRES :

MICHELE HILLING

PUBLICITE :

EXCELSIOR PUBLIQUE - INTER-

DECO - 67 CHAMPS-ÉLYSÉES

75008 PARIS - TÉL. 225 53 00

DIRECTRICE DU

DÉVELOPPEMENT :

MICHELE BRANDENBURG

CHEF DE PUBLICITÉ :

FRANÇOISE CHATEAU

ADRESSE TÉLEGRAPHIQUE :

SIENVIE PARIS

NUMÉRO DE COMMISSION

PARISIENNE : 57284

A NOTRE LECTEURS :

o COURRIER ET RENSEIGNEMENTS DES LECTEURS :

MÉMOGRAPHIE :

o Les relures : destinées chacune à

classer et à conserver 6 numéros de

Science & Vie, elles peuvent être com-

mandées par 2 exemplaires au prix de

50 F (étranger 55 F).

o Les numéros déjà parus : la liste des

numéros disponibles vous sera envoyée

sur simple demande.

o Modalités de paiement : règlement

joint à la commande par ch. bancaire, ch.

poste ou mandat-lettre libellé à l'ordre

de Science & Vie.

A NOS ABONNES :

Pour toute demande d'abonnement relative à votre abonnement annuel, nous l'ob-

tenons 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 com-

muniqués à nos services internes et or-

ganismes liés contractuellement avec

Science & Vie, sauf opposition motivée.

Dans ce cas, la communication sera limi-

tée 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

TIÉ À 430 000 EXEMPLAIRES.

Mon vaisseau était paré po

B 1817 A

PUBLICIS



Je venais d'interroger l'ordinateur de bord. Tout était au beau fixe. Serein, j'entamais mon voyage et très vite, la proue effilée de mon vaisseau fendit l'air avec aisance. Pourtant, je n'avais pas utilisé toute la puissance des 144 ch de mon moteur 6 cylindres. Grâce à la précision de son train avant et à son dispositif anti-plongée, mon vaisseau était aussi stable que l'horizon. Mon vaisseau, à chaque voyage, tu me fais découvrir un trésor nouveau !

RENAULT 25 : 5 motorisations, 2L, 2,2L injection, V6 injection, Diesel, Turbo Diesel. Modèle présenté
RENAULT 25 V6 injection (144 ch DIN, 104 kW ISO). Consommations normes UTAC : 7,0 L à 90 km/h, 8,9 L à 120 km/h, 15,4 L en cycle urbain (peinture métallisée et sellerie cuir en option).

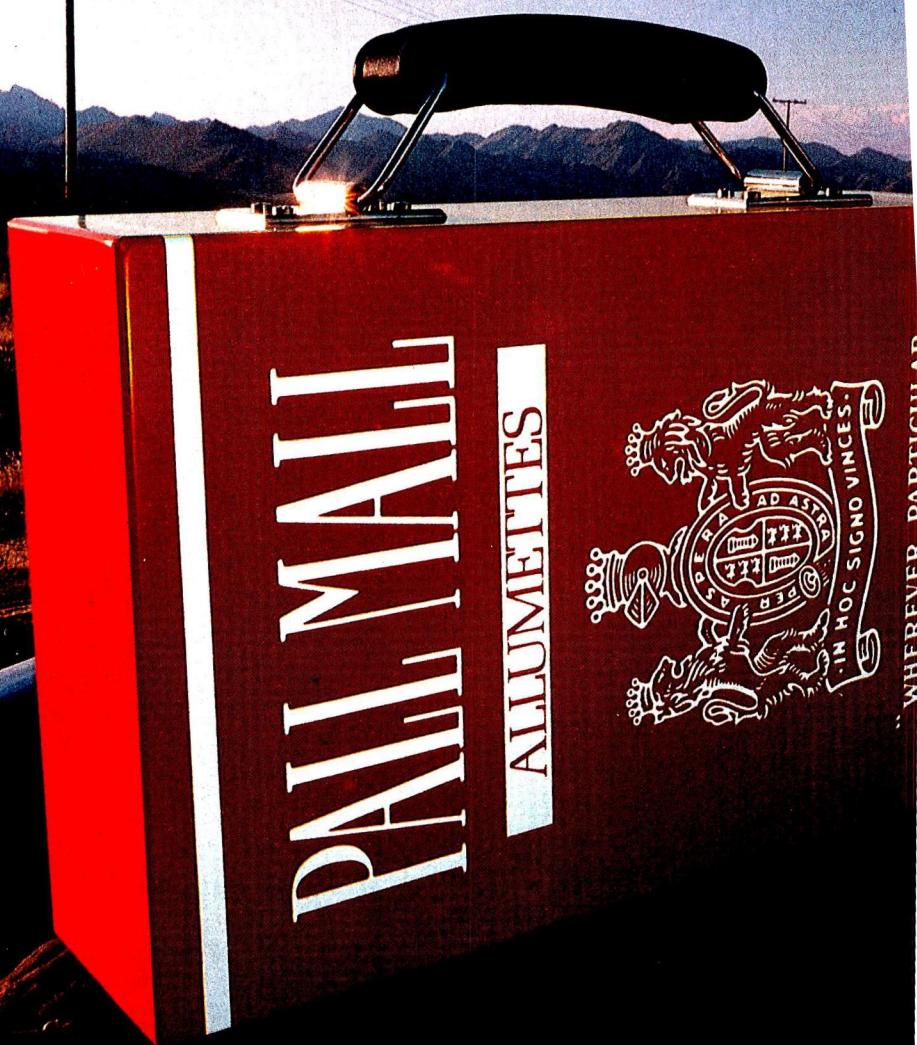
RENAULT préconise **elf**



ur de merveilleux voyages.



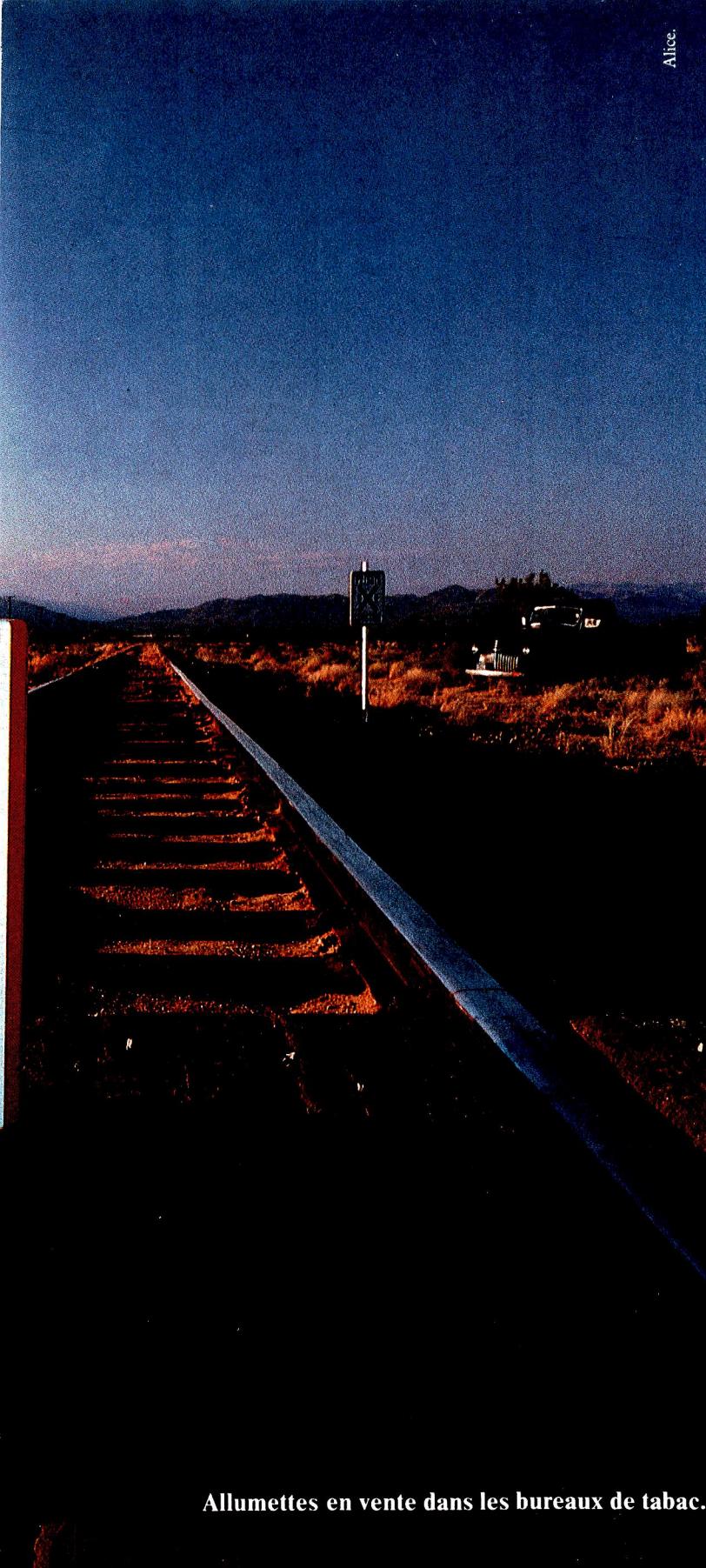
*RENAULT 25:
le fabuleux vaisseau.*



"WHEREVER PARTICU"

"IN HOC SIGNO VINCES."

Alice.



Allumettes en vente dans les bureaux de tabac.

PALL MALL FILTRE.
AMERICAN
TOBACCO COMPANY.



ABONNEZ- VOUS A

SCIENCE & VIE

1 AN
12 Numéros
166 F
2 ans: 320 F

1 AN / 12 Numéros
+ 4 Hors Série
230 F
2 ans: 445 F

ÉTRANGER

BENELUX 1 an simple 1100 FB
1 an couplé 1550 FB
EXCELSIOR PUBLICATIONS B.P. N° 20 IXELLES 6
1060 BRUXELLES

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

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

SUISSE 1 an simple 54 FS - 1 an couplé 78 FS
NAVILLE ET CIE, 5-7, rue Levrier
1211 GENEVE 1.

AUTRES PAYS 1 an simple 240 F

1 an couplé 320 F
Commande à adresser directement à
SCIENCE & VIE.
Recommandé et par avion nous consulter.

BULLETIN D'ABONNEMENT

À découper ou recopier et adresser
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.

Étranger: mandat international ou
chèque compensable à Paris.

SV812

ANGLAIS/ALLEMAND/ESPAGNOL
ITALIEN/RUSSE/GREC

a fresh START?

- Aprendre ou revenir autrement à l'étude d'une langue ...
- Préparer un examen complémentaire à sa formation, vraiment utile dans la vie professionnelle, tels ceux des Chambres de Commerce Etrangères, de l'Université de Cambridge ...
- Changer de cap, en préparant le B.T.S. Traducteur commercial/interprète d'entreprise ...

... Des projets accessibles à tous grâce aux enseignements à distance de LANGUES & AFFAIRES. Tranquillement, chez vous, à votre rythme et selon votre disponibilité.

L. & A. met à votre service une solide expérience de la formation (plus de 35 ans), des contacts de qualité (directs et rapides), des méthodes élaborées spécialement pour simplifier l'étude (progressives et agréables), la préparation complète aux examens de langues.

Et pour l'oral, des stages complémentaires, des sessions intensives à Paris, des séjours à l'étranger, etc.

Cours tous niveaux : débutants, fx-débutants, langue usuelle et langue des affaires). Durée d'étude à votre choix. Inscriptions toute l'année (même pendant les vacances). Services Orientation et Formation professionnelle.

Documentation et renseignements gratuits à :
Langues & Affaires, service 4297, 35 rue Collange 92303 Paris-Levallois.

Téléphone : (1) 270.81.88 (établissement privé).



BON DE DOCUMENTATION GRATUITE

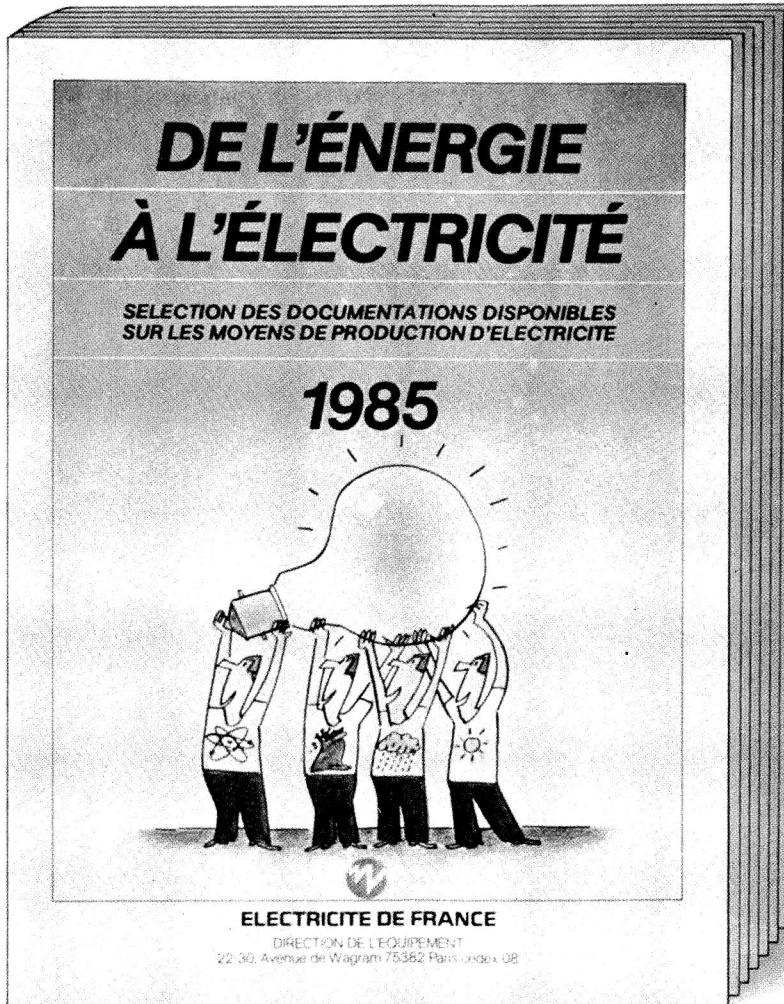
(à compléter et retourner à L. & A)

Veuillez m'adresser sans engagement votre documentation complète 4297

NOM :

Adresse :

.....



Le guide.

Modèle conseillé

Ce livret classe et répertorie près de 200 documents d'origines diverses sur les énergies et les moyens de production d'électricité.

Mise à votre disposition gratuitement sur simple demande écrite, cette édition 1985 est enrichie d'éléments nouveaux et réactualisés comme tous les ans depuis 1978. Les textes ou brochures proposés sont décrits en quelques lignes; ces résumés vous permettront une sélection précise des sujets qui vous intéressent selon le niveau de lecture souhaité.

Chaque source énergétique : fossile, nucléaire, hydraulique, renouvelable, offre la

possibilité d'une documentation variée quant à ses aspects techniques, économiques, de sécurité ou d'environnement.

Dès réception du répertoire, vous pourrez vous procurer facilement et à **titre gratuit** le ou les documents voulus grâce au bon de commande situé à l'intérieur.

Ce guide est à conseiller aux chercheurs, enseignants, étudiants, et à tous ceux qui se sentent concernés par les multiples données du problème énergétique.

GRATUIT

Veuillez m'envoyer rapidement votre livret "De l'énergie à l'électricité". Offre valable jusqu'au 30 janvier 1986. (A remplir au stylo à bille en majuscules.)

Nom _____

Adresse complète _____

Ville _____ Code postal _____

A retourner à : AFID. BP 8209. 75421 Paris Cedex 09.



«Oui, c'est bien lui, ici. Chez nous. George Killian lui-même, le gentleman-brasseur à la casquette.»

Et sa bière rousse coulera pour tous !



“VAS-Y KILLIAN! Vas-y Bernard! Allez vas-y!”
scandent les supporters, et les paris vont
un train d'enfer! Et la bière rousse de George
Killian coule à flots!

Et la mousse déborde! Et les rires cascadent!
C'est bon la vie en rousse, Monsieur...



GEORGE KILLIAN'S
La bière rousse

DÉPROGRAMMEZ...



PILOTEZ SUR CIBLE.

OM-2 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 TTL, 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.

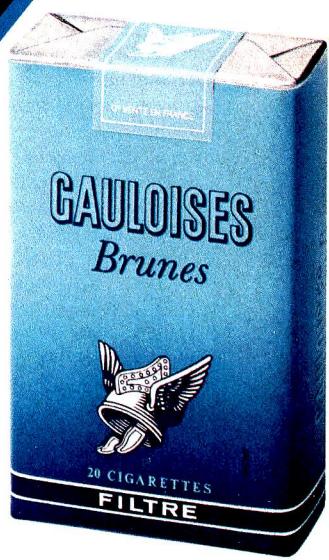
OLYMPUS



Gauloises allumettes. En vente dans les bureaux de tabac.

NOUVEAU

GAULOISES
BRUNES FILTRE



LA FRANCE À L'HEURE DE MOSCOU

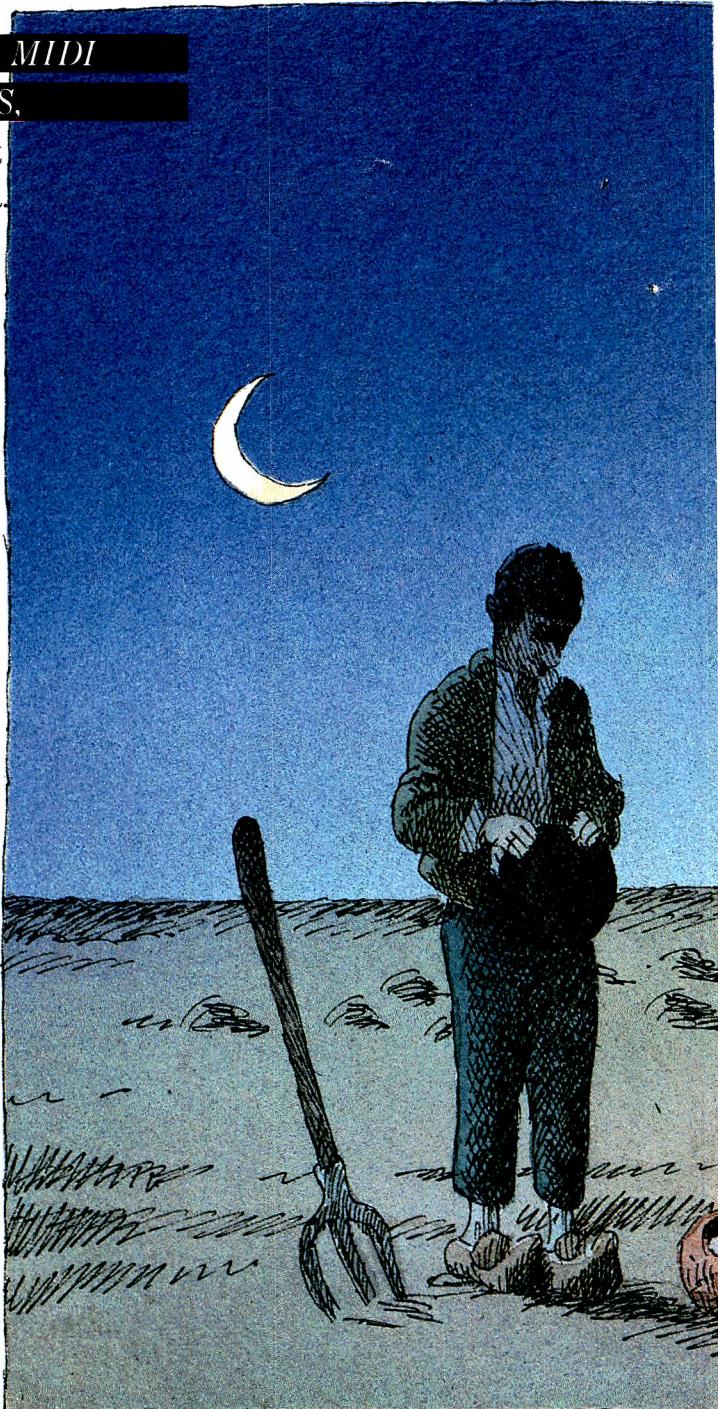
LORSQUE LES 12 COUPS DE MIDI

SONNENT A NOS CLOCHERS,

depuis le 31 mars, il est vraiment midi à Léningrad, Kiev et Odessa. Chez nous, cependant, il n'est que dix heures si l'on se réfère à l'heure vraie, c'est-à-dire à l'heure solaire. Cette situation étrange est dénoncée haut et fort par un lobby dont le fer de lance est l'"Association contre l'heure d'été".

Soumise à la loi d'airain d'un technocratisme aveugle, la France profonde serait perturbée jusque dans ses entrailles par ce décalage imposé à notre corps et à notre esprit, au mépris des rythmes naturels enregistrés par les cadrans solaires de nos ancêtres.

C'est une vieille histoire. Elle prend sa source à la veille de la Révolution française. L'Américain Benjamin Franklin, alors ambassadeur à Paris, membre de notre Académie des sciences, avait remarqué que trop de Parisiens aimaient faire la grasse matinée, souvent jusque vers onze heures ou midi. A l'époque, on dormait à la lueur des bougies ou des chandelles. Dans une lettre humoristique que le *Journal de Paris* publia en 1784, le physicien-politicien fit observer que, si les Parisiens acceptaient d'éteindre leurs bougies au lever du jour et d'ouvrir leurs volets, ils réaliseraient sur les six mois d'été une économie de 96 075 000 livres tournois (les francs lourds de l'époque) rien qu'en cire et en suif.

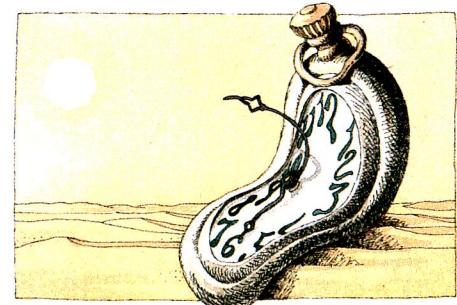


La question fut reprise sans aucun humour en 1907 par un négociant de Londres, William Willett, qui écrivit un pamphlet intitulé "Le gaspillage de la lumière du jour" et finança une campagne destinée à avancer les pendules de

80 minutes chaque été en Angleterre. Il préconisait quatre avancées de 20 minutes réparties sur plusieurs semaines, pour que la mesure ne paraisse pas trop désagréable. Son pamphlet était très argumenté. Il s'agissait d'abord de

donner à la classe ouvrière une heure et demie de lumière naturelle supplémentaire le soir, afin qu'elle profite du plein air, se refasse une santé et contribue plus efficacement à la domination britannique sur le monde. Willett pensait aussi que la lumière du jour exerce un effet dissuasif sur l'alcoolisme et la délinquance. Il avait enfin calculé que le gain d'éclairage réalisé le soir (on s'éclairait au gaz et au pétrole) équivaudrait au montant total de la dette nationale.

La question fut débattue au Parlement, mais les opposants l'emportèrent. Il s'agissait essentiellement des agriculteurs, qui assureraient que les vaches donneraient moins de lait si elles étaient traitées plus tôt, et que la rosée du matin gênerait la moisson et la récolte du foin.



C'est la Première Guerre mondiale qui eut raison de l'opposition paysanne. L'Allemagne en 1915, la Grande-Bretagne et la France en 1916, puis les États-Unis en 1917, instituèrent "l'heure d'été" pour économiser le charbon (source de gaz) et le pétrole. Une fois la mesure adoptée, il était tentant de la maintenir. Ce que firent la France et la Grande-Bretagne, à des moments de l'année d'ailleurs différents : à partir du dernier samedi de mars pour la France, du troisième dimanche d'avril pour la Grande-Bretagne.

Le re-passage à l'heure d'hiver était fixé à la même date dans les deux pays : le premier samedi d'octobre. *Science & Vie*, qui s'appelait alors *La Science et la Vie*, nota rétrospectivement dans son numéro de mai 1940 : « Il faut bien avouer que l'économie n'a pas été la seule considération qui ait

Dessin R. Sabatier

milité en faveur de l'heure d'été. Le grand agrément des longues soirées estivales, grâce à l'avance de l'heure, a contribué pour beaucoup au maintien en vigueur de la loi».

Aux États-Unis, cependant, les paysans eurent raison de ce genre d'argument. Malgré le veto du président Wilson, le Congrès annula la mesure en 1919, laissant toutefois à chaque État la liberté de la conserver.



5 mai 1941 :
les Allemands
changent l'heure
place de
l'Opéra

Le choc de la Seconde Guerre mondiale fut encore plus rude. L'électricité avait largement remplacé le gaz et le kérozène, mais les sources d'énergie étaient les mêmes : charbon et pétrole. En 1939, l'heure d'été fut prolongée en France jusqu'au 18 novembre. En 1940, elle fut avancée en France et en Grande-Bretagne au 25 février. A l'automne 1940, elle

ne fut pas supprimée : l'heure d'été fut aussi appliquée en hiver ! Le 5 mai 1941, l'occupant allemand instaura l'heure d'été allemande, afin que Berlin et Brest restent à la même heure : ce fut la "super-heure d'été", qui resta en vigueur jusqu'à la fin des hostilités.

Pour des raisons tant économiques que stratégiques, la même super-heure d'été fut appliquée en Grande-Bretagne de 1941 à 1944. Pour les Anglais comme pour les Français, elle instaurait un décalage moyen de deux heures par rapport à l'heure solaire : c'était déjà, en fait, l'alignement sur l'heure solaire de Léningrad et de Kiev. Outre-Manche, cette mesure souleva des protestations ouvertes : on entendit à nouveau l'argument du lait des vaches et celui de la rosée sur le foin. Un troisième argument fit son apparition : les petits enfants perdaient, disait-on, une heure de sommeil le matin et ne voulaient pas aller se coucher le soir, avant la tombée de la nuit.

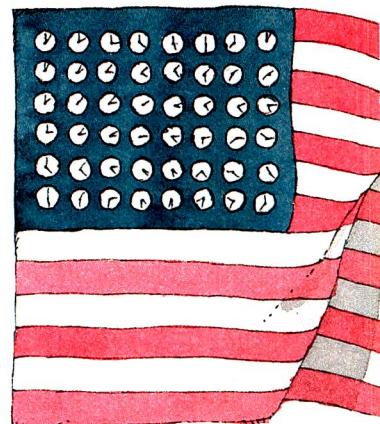
Les États-Unis, de leur côté, appliquèrent l'heure d'été toute l'année à partir de février 1942 et jusqu'à septembre 1945 : ce fut "l'heure de guerre". A la fin des hostilités, le régime antérieur fut rétabli, avec cependant un ordre de préférence inversé : avancement d'une heure le dernier dimanche d'avril, sauf dans les États qui le refusaient. Cette réglementation reste en vigueur aujourd'hui. Compte tenu des quatre fuseaux horaires, donc des quatre heures qui divisent le territoire américain (sans compter les trois fuseaux de l'Alaska), cela ne simplifie pas les transports !

En Europe, les choses se passèrent autrement. Tous les pays situés à l'est du fuseau horaire où se trouve la France retrouvèrent l'heure de leur fuseau (**voir carte page 20**). De la Scandinavie à l'Italie en passant par l'Allemagne et la Suisse, ces pays reprirent l'heure qui leur avait été affectée en 1884, lors du découpage de la Terre en 24 fuseaux horaires : autrement dit ils ont réglé leurs montres sur l'heure du méridien de Greenwich +1. A l'exception de l'Italie, tous ces pays abandonnèrent

le principe de l'heure d'été. Le Royaume-Uni adopta la même attitude que l'Italie : il revint dans son fuseau, c'est-à-dire à l'heure du méridien de Greenwich, mais conserva le principe du changement d'horaire en été.

Au contraire, les pays du continent ouest-européen, comme le Benelux, l'Espagne et la France, au lieu de revenir tranquillement dans leur fuseau, qui est celui du méridien de Greenwich, s'alignèrent sur l'heure allemande. Certes, ce bel élan d'harmonisation européenne créait un décalage d'une heure par rapport au Soleil, mais les communications et les transports s'en trouvaient facilités. Et les changements d'heure au printemps et à l'automne furent supprimés.

En 1968, le Royaume-Uni, qui se sentait à l'écart, décida d'abandonner son cher méridien et de rejoindre le continent européen. En contrepartie, le système de l'heure d'été fut abandonné : l'introduction d'une super-heure



d'été aurait à n'en pas douter ravivé le débat soulevé après 1907 et pendant la Seconde Guerre mondiale.

Tout semblait aller pour le mieux dans le meilleur des mondes, quand se produisit le double choc pétrolier. En 1973 et 1974, le prix du pétrole quadrupla. En France fut créée une Agence pour les économies d'énergie. Et celle-ci, tout naturellement, retrouva la vieille idée d'économiser du pétrole grâce à l'heure d'été. Quoi de plus simple ? De savants

calculs évalueraient à 300 000 tonnes d'équivalent-pétrole (tep) les économies qui pourraient être réalisées par cette simple mesure administrative, qui n'exigeait aucun investissement. 300 000 tep, le chiffre avait de quoi impressionner. L'Agence fit valoir que cela représenterait l'énergie nécessaire pour «chauffer pendant tout un hiver une agglomération de 500 000 habitants» (elle ne précisait cependant pas s'il s'agissait de Strasbourg ou de Nice).

L'autre argument avancé était que l'heure d'été permettrait de « recentrer la moyenne des activités humaines sur le rythme solaire, et de récupérer en quelque sorte une heure de lumière qui était perdue le matin». «Loin de nous éloigner du cycle solaire, cet artifice nous en rapproche», écrivait l'Agence.

«L'heure Giscard», comme on l'appelle aussi, fut donc instituée par un décret du 16 septembre 1975. Pour la première fois depuis la guerre, toutes les pendules furent avancées d'une heure le dernier samedi de mars 1976, puis retardées d'une heure le dernier samedi de septembre. Les dates n'ont pas changé depuis.

Mais voilà que la France faisait à son tour cavalier seul dans le concert européen! Ce n'était pas une bonne affaire pour tout le monde. Les travailleurs frontaliers français qui se rendent journalièrement en Allemagne ou en Suisse durent se livrer à une gymnastique invraisemblable.

La SNCF, pour sa part, dut engager des négociations compliquées avec des partenaires européens pour tenter de coordonner les horaires. Elle dut créer 710 000 "kilomètres-train" (1) en plus, imprimer une édition supplémentaire de l'annuaire, elle perdit des voyageurs au profit des compagnies aériennes... et présenta ses comptes aux pouvoirs publics: plus de 25 millions de francs de pertes en 1976.

Comme le gouvernement français répétait chaque année qu'il économisait 300 000 tep et n'entendait pas lâcher le morceau, nos voisins se sont peu à peu décidés à en faire autant. Il ne fallut

cependant pas moins de cinq ans pour parvenir à un accord. L'Allemagne de l'Ouest ne voulait pas se trouver, ne serait-ce que la moitié de l'année, en décalage horaire par rapport à l'Allemagne de l'Est. L'Autriche et le Danemark attendaient le bon vouloir de l'Allemagne. La Suisse, de son côté, était aux prises avec ses agriculteurs. Le 28 mars 1978, une «votation populaire» (référendum) avait même apporté une majorité de voix contre l'heure d'été. L'initiative de ce référendum avait été appuyée par l'Union suisse des paysans et l'Union suisse des arts et métiers: ces syndicats faisaient à nouveau valoir l'argument des vaches laitières, celui de la rosée, et aussi celui de l'heure trop matinale à laquelle devraient se lever certaines professions.

Les Anglais, eux, qui voulaient éviter à tout prix un débat sur la «super-heure d'été», réalisèrent l'opération en deux temps. Ils revinrent d'abord, en 1980, à leur méridien de Greenwich (retardant donc leurs montres d'une heure). Puis, en 1981, ils réinstituèrent l'heure d'été, réavancant donc leurs montres d'une heure en été. Mais ils choisirent un moment différent pour le retour à l'heure d'hiver: le troisième samedi d'octobre au lieu du dernier samedi de septembre! Nous en sommes là.

Reste à savoir si le débat engagé en France par les détracteurs de l'heure d'été a un sens ou bien repose sur l'imagination délirante de gens qui se sentent mal dans leur peau et ont trouvé ce moyen de faire parler d'eux... Sans préjuger des réponses aux questions que nous posons à nos lecteurs (*voir p. 182*), voici des éléments pour juger.

En été, midi est à quatorze heures. Rappelons quelques données élémentaires. Jusqu'à l'ère des chemins de fer, midi a toujours été donné par les cadrans solaires. «Midi» signifie la mi-journée, c'est-à-dire l'heure à laquelle le Soleil passe au méridien d'un lieu donné. Le méridien, c'est simplement un demi-cercle imaginaire passant par

les deux pôles et perpendiculaire à l'équateur. Du point de vue solaire, il est midi en même temps tout au long d'un même méridien, c'est-à-dire à la même longitude. Par exemple, il est midi en même temps à Greenwich (observatoire situé près de Londres), au Havre, à Angoulême et à Tarbes. A ce moment, dans ces quatre lieux, le Soleil atteint son apogée (il est au plus haut dans le ciel). Au contraire, il n'est pas midi en même temps à Brest et à Strasbourg. L'Alsace voit le Soleil à son apogée 50 minutes avant le Finistère.

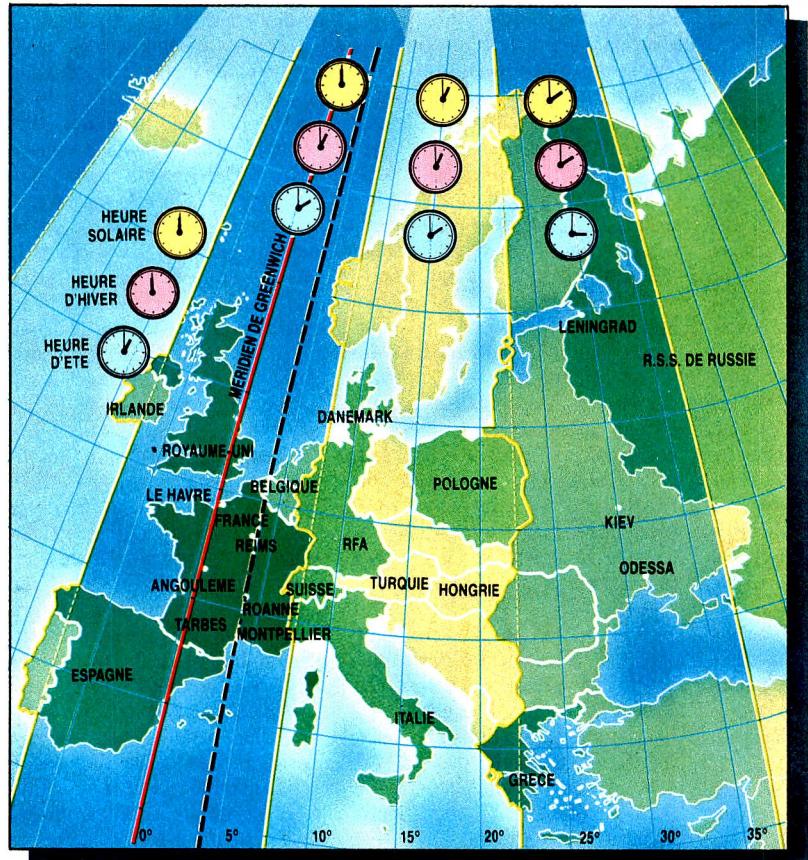
Comme la Terre tourne autour de son axe en 24 heures, on juge pratique, depuis un siècle, de la diviser comme une citrouille en 24 tranches: ce sont les fuseaux horaires. Chaque fuseau est défini par le méridien qui passe en son centre: pour nous, il s'agit du méridien de Greenwich. Les 50 minutes qui séparent Brest de Strasbourg ne constituent pas un écart suffisant pour qu'on ait jugé intéressant de diviser la France en deux zones marquées par une demi-heure de différence. Mais un décalage supérieur à une heure est généralement considéré comme peu naturel.

C'est pourquoi les États-Unis sont divisés en sept tranches horaires (si l'on inclut l'Alaska); et l'URSS en dix. Ces pays très étendus considèrent que le confort de leurs habitants, au moins en temps de paix, prime une froide logique économique-administrative, qui aurait pu conduire à diviser par exemple par deux le nombre des tranches horaires. Non: les habitants de ces pays vivent à l'heure solaire, avec un maximum de + ou - 30 minutes par rapport au méridien de leur fuseau. Dans le Transsibérien, le contrôleur passe dans les compartiments annoncer le changement d'heure chaque fois que le train franchit un fuseau.

En France, nous sommes au contraire décalés (en hiver) d'une heure par rapport à l'heure solaire. Cela signifie que l'heure solaire de Strasbourg, en avance de 30 minutes sur l'heure du méridien de Greenwich, se retrouve en retard de 30 minutes sur l'heure légale.



(1) Le "kilomètre-train" représente chaque kilomètre parcouru par un train.



Les fuseaux horaires en Europe. Le méridien de Greenwich passe par Le Havre, Angoulême, Tarbes. En été, la France, comme l'Espagne et le Benelux, est décalée de deux heures par rapport à son fuseau, qui représente l'heure solaire. Pour simplifier notre réponse à notre sondage page 182, nous avons tracé une ligne méridiane (pointillés) entre le méridien de Greenwich et l'est du fuseau de la France.

L'heure solaire de Brest, elle, en retard de 18 minutes sur l'heure du méridien de Greenwich, se retrouve en retard de $18 + 60 = 78$ minutes. Quand on passe à l'heure d'été — qui est donc une superheure d'été, comme dans les années noires de la Seconde Guerre mondiale — l'heure solaire de Strasbourg se retrouve avec $30 + 60 = 90$ minutes de retard sur l'heure légale, tandis que l'heure solaire de Brest compte 78 + 60 = 138 minutes de retard sur l'heure légale. Quand midi sonne aux clochers du Finistère, il est en réalité 9 h 42 du matin. Cela signifie que les Bretons dont le réveil sonne à 7 h, se réveillent en réalité à 4 h 42. Ceux dont le réveil sonne à 6 h se réveillent à 3 h 42.

Pour ceux qui habitent sur le passage du méridien de Greenwich, la différence est exactement de deux heures. Si l'on fait la moyenne arithmétique pour l'ensemble de la France, la différence se situe sans doute aux alen-

tours d'1 heure 50 minutes.

Vous avez dit : « Economies d'énergie » ? Le fait d'avancer les pendules d'une heure sur l'heure solaire moyenne permet de retarder l'heure à laquelle on allume les lumières, le soir, quand on est rentré chez soi. Toutes les activités sont en effet avancées d'une heure. On rentre donc chez soi une heure plus tôt par rapport au Soleil, et on allume les lumières plus tard.

Chaque année, depuis 1976, le gouvernement fait savoir à qui veut l'entendre que nous économisons 300 000 tonnes d'équivalent-pétrole, soit 1 350 gigawattheures⁽²⁾. Ce chiffre semble inamovible : il a encore été rappelé par Laurent Fabius en juin dernier, lorsqu'il était encore ministre de l'Industrie, et tout récemment, le 4 mars 1985, par M. Malvy, secrétaire d'État à l'Energie, dans une réponse à une question écrite à l'Assemblée. Le plus extraordinaire est que l'éva-

luation en francs courants de l'économie ainsi réalisée n'a pas non plus changé depuis 1976 : 150 millions ! Si ce chiffre est exact, il faudrait en conclure que l'économie réalisée n'a pas cessé de baisser depuis neuf ans, en fonction directe du taux d'inflation.

Que signifient d'ailleurs 150 millions de francs aujourd'hui, en termes d'économies "nationales" ? Par rapport au PNB ou même au budget de l'Etat, c'est une goutte d'eau. Le déficit de la SNCF s'est élevé en 1984 à 5,5 milliards : le manque à gagner de nos chemins de fer nationaux est donc égal, de l'aveu de notre gouvernement, à 36 fois les économies d'énergie obtenues grâce à l'heure d'été ! Autre comparaison qu'on nous pardonnera d'avancer : nos importations de pétrole et de gaz ont coûté, pour le seul mois de février 1985, 19,5 milliards de francs. Soit 130 fois les économies d'énergie dues à l'heure d'été...

A l'évidence, nos gouvernements successifs sont de gros parasseux. Une fois les calculs effectués en 1974-1975, c'est-à-dire avant que la mesure soit prise, ils n'ont tout simplement pas été refaits. Devant la montée de l'opposition à l'heure d'été, les services du secrétaire d'Etat à l'Energie ont cependant senti qu'il fallait faire un geste. Ils ont resserré les vieux chiffres, mais ont fait savoir, en même temps, qu'ils avaient demandé à EDF « de procéder à une nouvelle étude dont les résultats devraient être connus prochainement ». Trois semaines plus tard, EDF n'avait apparemment toujours pas été saisi...

Oublions cependant ces malheureux 150 millions de francs, et voyons si le chiffre de 300 000 tep repose, lui, sur une réalité palpable. En 1977, l'Agence pour les économies d'énergie a fait savoir qu'elle avait comparé la consommation d'électricité en 1975 et en 1976, donc avant et après l'adoption de la mesure. Comme par hasard, le résultat fut exactement conforme aux prévisions : 300 000 tep ! Pour donner le change, elle fournit une indication sur la manière dont elle aurait pu s'y prendre (pardon : dont elle s'y est

(2) 1 GWh = 1 milliard de wattheures. 1 wattheure = énergie fournie en une heure par une puissance de 1 watt. On estime qu'1 GWh = 222 tep. 300 000 tep =

299 700 GWh. La notion de "tonne équivalent-pétrole" a cependant de moins en moins d'intérêt et de sens à mesurer que l'on utilise moins de pétrole.



prise). Elle a en effet publié deux courbes émanant d'EDF, montrant la "consommation" totale d'électricité, heure par heure, le jeudi 22 mai 1975 et le jeudi 20 mai 1976 (**graphique ci-dessous**).

On peut créditer EDF du souci d'avoir rendu ces courbes "toutes choses égales par ailleurs", c'est-à-dire d'en avoir éliminé les facteurs climatiques (différences de température, d'ensoleillement). Les courbes ont également été "lisées", de manière à faire coïncider artificiellement la pointe traditionnelle de la fin de la matinée, que le changement d'heure ne peut guère influencer. Pour citer l'Agence, « les économies d'électricité réalisées sur toute cette période ont été calculées à partir de graphes du même type enregistrés chacun des jours où l'heure d'été était en vigueur ».

Pas vraiment convaincus, nous sommes allés voir à EDF comment on peut s'y prendre pour faire ce genre de calcul, et quelle signification il est possible d'en tirer. Un spécialiste fort compétent nous a

présenté des graphes du même type, couvrant quatre semaines significatives en 1982 et, jour par jour et heure par heure, deux semaines significatives en 1984.

En fait, il ne s'agit pas vraiment de courbes de consommation (elles n'existent pas), mais de courbes d'"appels de puissance", traduisant l'électricité qu'EDF est automatiquement appelée à fournir à mesure que se branchent les entreprises, les administrations et les particuliers. Il s'agit donc de gigawatts, et non de gigawattheures⁽²⁾. On peut malgré tout admettre que ces courbes reflètent avec une précision suffisante les variations de la consommation réelle. Il ressort cependant de leur examen... qu'il est à peu près impossible d'en tirer une conclusion claire.

La différence entre 1975 et 1976 ne peut pas être jugée sur un jour. En l'absence d'un graphique récapitulatif pour l'ensemble des périodes d'été successives, on ne peut rien affirmer.

Pour les années suivantes, il n'est bien sûr plus possible de faire une comparaison entre une année sans heure d'été et une année avec une heure d'été, puisque l'heure d'été revient chaque année. Tout ce que l'on peut faire est de comparer les courbes de la semaine qui précède le changement d'heure avec les courbes de la semaine qui suit. Pour les semaines intermédiaires, c'est-à-dire toutes les semaines de la période d'été moins deux, on ne peut que se livrer à des extrapolations théoriques, d'autant plus hasardeuses que l'on s'éloigne des deux périodes de changement d'heure. Voyons donc les courbes des semaines significatives.

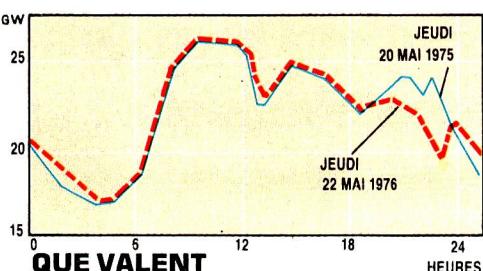
Si elles sont véridiques, elles montrent qu'en effet le passage à l'heure d'été produit une baisse de la consommation du soir, entre 18 h 30 et 24 h. Ce gain n'est pas sensiblement altéré par la légère hausse de consommation enregistrée le matin entre 6 h et 7 h 30 (due au fait qu'on allume davantage les lumières le matin).

Cherchons à extrapoler, pour comprendre ce qui se passe les semaines suivantes.

Le gain qui apparaît sur les courbes d'avril tend à diminuer à mesure que l'on s'avance dans l'été. Le Soleil, lui, n'a que faire des décisions des hommes : il continue de se coucher un peu plus tard chaque jour, effaçant peu à peu le gain dû à l'avancement de l'heure. Au cœur de l'été, il n'y a plus de gain du tout. Puis le gain reparaît lorsque les jours commencent à raccourcir sensiblement.

Le passage à l'heure d'hiver, le troisième samedi de septembre, provoque une hausse de la consommation du soir sensiblement égale à la baisse enregistrée lors du passage à l'heure d'été. Les courbes de 1982 indiquent que la perte de septembre est un peu inférieure au gain d'avril, mais les courbes de septembre 1984, que nous avons vues sans pouvoir les reproduire, indiquent une perte de septembre supérieure au gain enregistré en avril 1984. Cette perte est une confirmation supplémentaire que l'heure d'été procure une baisse des appels de puissance, au moins dans les périodes-charnière. Cependant cette perte va à son tour diminuer à mesure que l'on avance dans l'hiver, puisque le Soleil, se couchant chaque jour plus tôt, va peu à peu effacer la perte due au retard de l'heure.

En suivant ce raisonnement, on peut évidemment se demander si la date choisie pour le retour à l'heure d'hiver est la bonne. Ne pourrait-on pas attendre jusqu'au moment d'une "perte" minimale ? Ne pourrait-on, du même coup, envisager de faire commencer l'heure d'été plus tôt... Mais, au fait, pourquoi ne rééditerait-on pas l'opération réalisée en 1940-1941 ? On pourrait décider, en septembre prochain, de ne pas du tout revenir à l'heure d'hiver, puis, au printemps 1986, d'instaurer tranquillement l'heure d'été. Cette super-super-heure d'été nous ferait gagner non plus 300 000, mais peut-être 600 000 tep ! Après tout, puisque l'on ne s'est pas soucié d'un décalage de deux heures par rapport à l'heure solaire, pourquoi

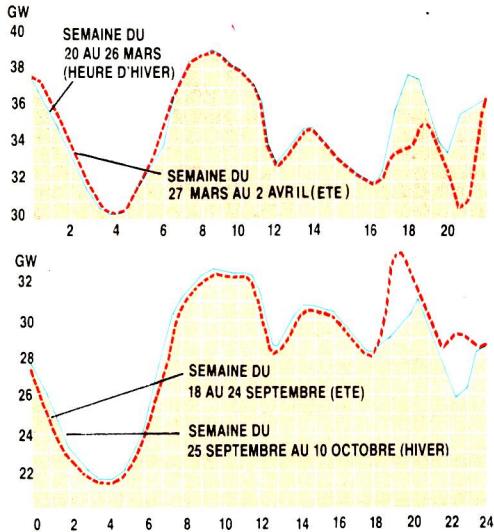


QUE VALENT LES CHIFFRES OFFICIELS ?

Voici la courbe fournie par l'Agence pour les économies d'énergie en 1977 pour prouver que l'heure d'été est justifiée. Mais elle ne prouve rien, car les variations climatiques interdisent de comparer deux jours à un an d'intervalle.

GAINS ET PERTES : RÉALITÉ OU ILLUSION ?

Puissance électrique appelée : elle baisse (le soir) lors du passage à l'heure d'été, puis grimpe lors



du passage à l'heure d'hiver. Fournies par EDF, ces courbes font illusion. Elles donnent la moyenne de puissance appelée, heure par heure, la semaine qui précède et la semaine qui suit le changement d'heure en 1982. Mais elles ne donnent pas d'indication sur le gain théorique obtenu pendant les semaines intermédiaires, c'est-à-dire pendant toute la période d'été.

se soucierait-on d'un décalage de trois heures ?

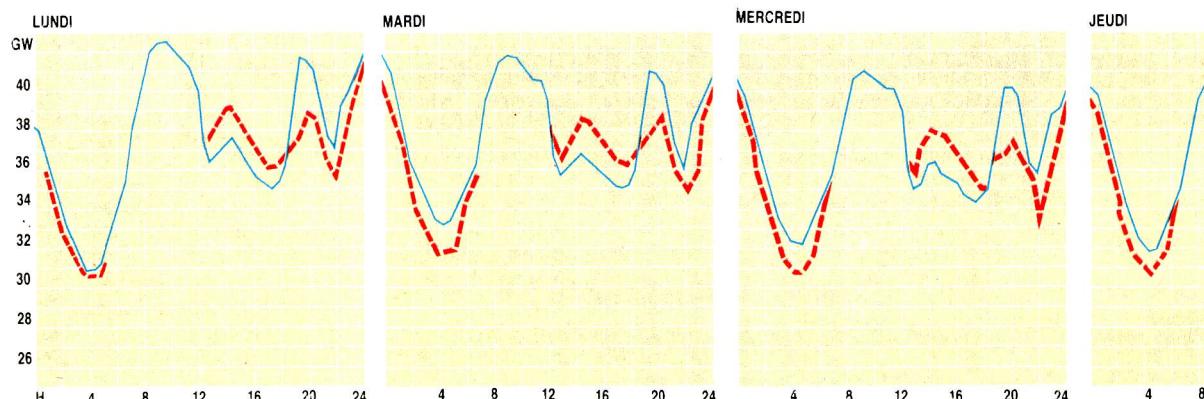
Redescendons sur terre. Notre spécialiste d'EDF estime qu'en dépit de ces difficultés de calcul, l'heure d'été telle qu'elle est actuellement pratiquée permet certainement « une certaine économie d'énergie ». Il explique par exemple que la baisse des « appels de puissance » les soirs d'avril permet d'arrêter des centrales d'appoint, qui fonctionnent au charbon ou à l'eau. A combien estime-t-il ces économies ? Il avance le chiffre de 150 000 tep. Bon, nous voilà descendus de moitié par rapport aux estimations officielles. Mais en tout état de cause, aucun calcul sérieux n'a été fait depuis les prévisions de 1974. Pourrait-on tout de même envisager de les faire, ces calculs ? Ce n'est pas absolument exclu. Seulement voilà, il n'y a pas que les difficultés déjà évoquées. Il y en a d'autres...

Une estimation réaliste suppose-rait en effet la prise en compte de quantité de facteurs. Il faudrait en particulier intégrer aux calculs l'évolution de la consommation globale d'électricité, qui augmente

qu'elle a atteint 60 GW le 13 janvier dernier. A plus court terme, un écart de 1°C sur l'ensemble de la France représente une différence de 750 à 800 MW (1 GW = 1000 MW). Même au mois de mai, une après-midi nuageuse entraîne une différence de 2 GW ou davantage par rapport à une après-midi ensoleillée. On le voit sur les **graphiques ci-dessous** : les différences enregistrées du lundi au jeudi entre 13 h et 18 h (qui inversent l'effet bénéfique de l'heure d'été) seraient dues à la seule nébulosité. Le degré hygrométrique (humidité de l'air) influe sur la décision de brancher ou non son chauffage d'appoint... C'est dire que l'exceptionnelle sécheresse de l'été 1976, en particulier, aurait sans doute rendu caduc tout essai de comparaison avec 1975.

Il paraît clair, dans ces conditions, que le chiffre de 300 000 tep d'économies, fourni imperturbablement depuis dix ans, est aussi dépourvu de signification que le chiffre de 150 millions de francs.

Cette opinion est, curieusement, partagée par M. Michel Labrousse, chef du service des études et recherches technico-économiques



Les puissances appelées varient selon l'heure et le jour de la semaine, comme le montrent les sept courbes ci-dessus, qui sont des moyennes établies sur la semaine précédant et celle suivant le passage à l'heure d'été en 1984. Du lundi au mercredi, le gain du soir paraît annulé par une perte de l'après-midi, qui serait due à la nébulosité. Cette perte diminue le jeudi et disparaît le vendredi. Elle reparait le samedi matin et le dimanche après-midi. La différence est remarquable entre les jours de semaine et le week-end : le dimanche, les gens se lèvent tard. La pointe du soir est due aux tarifs plus bas la nuit.

en moyenne de 5 % par an (mais ce n'est qu'une moyenne). Il faudrait tenir compte de l'évolution des prix.

Mais il faut également savoir que les courbes d'appels de puissance sont soumises à des variations très importantes en fonction des conditions atmosphériques. La température joue un rôle essentiel. Ainsi, la « puissance appelée » n'a pas dépassé 17 GW le 12 août 1984, alors

de l'organisme qui a succédé à l'Agence pour les économies d'énergie : l'AFME (Agence française pour la maîtrise de l'énergie).

Il souligne que le contexte a totalement changé depuis 1975. A l'époque, un tiers de l'électricité venait du pétrole. La part du nucléaire n'était que de 5 %. Aujourd'hui, celle-ci est de 60 %, tandis que la part du pétrole est tombée à 2 %. « La décision d'instituer

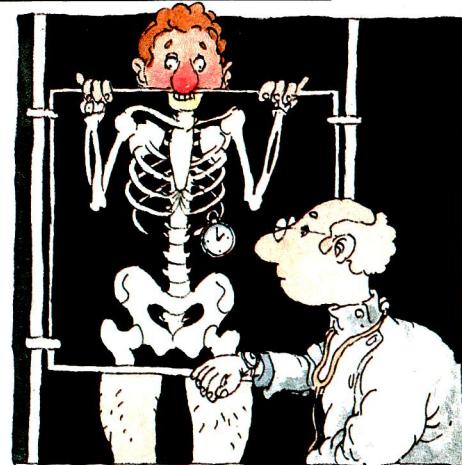
l'heure d'été a été prise pour économiser du fuel. Aujourd'hui, le problème ne se pose plus. En été, il y a plutôt trop de kW disponibles. L'heure d'été permet tout au plus d'écrêter la pointe du soir. C'est un boulet qu'on traîne... »

Au Comité national français de l'éclairage, section française de la Commission internationale de l'éclairage (eh oui, cela existe), le problème est abordé sous un angle encore différent. Pendant la guerre, souligne M. Lemaigre-Voreaux, 50 % de la consommation électrique allaient à l'éclairage. Depuis, cette part n'a cessé de diminuer. En 1982-83, les chiffres officiels montrent que la part totale de l'éclairage (y compris l'éclairage public et celui des bureaux) ne faisait plus que 9,5 % de la consommation. Là-dessus, la consommation domestique proprement dite (c'est-à-dire les lampes qu'on allume, pas les machines à laver) ne représente que 20 % de ces 9,5 %. Total : 0,19 %. Si l'heure d'été nous fait faire des économies, celles-ci portent donc sur une fraction de ces 0,19 %. Or une fraction substantielle de ces 0,19 % vient du poste

2) de toute manière, à supposer que celles-ci soient significatives "en quantité", elles ne le seraient pas "en pourcentage". C'est dire qu'elles ne sont pas du tout. Le dernier rapport sur la question, présenté au Parlement de Strasbourg par la Commission des transports de la CEE en octobre dernier, ne mentionne plus qu'au détour d'un paragraphe l'argument des économies d'énergie. Le texte se contente de souligner l'avantage pour tous les pays de changer d'heure... à la même date.

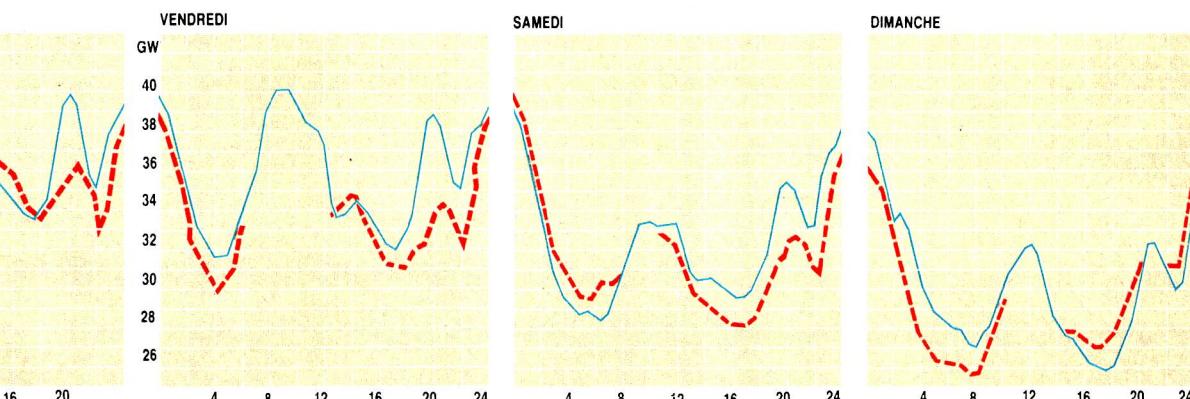
C'est pourquoi, à partir de l'automne 1986, l'Europe occidentale passera de l'heure d'été à l'heure d'hiver le second samedi d'octobre (au lieu du dernier samedi de septembre), se rapprochant ainsi de la date obstinément conservée par la perfide Albion (quatrième samedi d'octobre) !

Résumons : personne ne sait plus à quoi sert l'heure d'été, mais il a fallu tant d'années d'efforts et de négociations pour l'instaurer partout et à la même date que l'idée de revenir en arrière relèverait du masochisme pur et simple. D'ailleurs, l'heure d'été a cessé de faire des mécontents. Sauf en



consulter pour des enfants présentant des troubles du sommeil, avec retentissement sur les résultats scolaires. Ce n'est qu'au cours de l'été, alors qu'il prenait ses vacances, qu'il lui vint l'idée d'un lien possible avec l'heure d'été. Il nota sur son carnet de voir en avril 1977 si le phénomène allait se reproduire. Il se reproduisit en effet.

D'un coup, il écrivit une lettre à la très respectable *Revue du praticien*, qui la publia. Intitulé "Une nouvelle maladie saisonnière de l'enfant", ce texte présentait un



de télé — qui, lui, reste toujours allumé aussi longtemps, heure d'été ou pas. Par ce mode de calcul, on aboutit donc aussi à un résultat négligeable.

C'est d'ailleurs l'opinion de la CEE. En 1982, le rapporteur sur la question de l'heure d'été, Pierre Baudis, avait fait savoir au Parlement européen que 1) «on ne dispose pas de données précises, sur les économies réalisées» ;

France, qui partage avec le Bénelux et l'Espagne le privilège de la super-heure d'été, donc d'un décalage de deux heures sur l'heure solaire. Et alors ?

Vous avez dit : « Biorythmes » ? En 1976, le Pr Boris Sandler dirigeait un service de pédiatrie à l'hôpital de Libourne (près de Bordeaux). En avril-juin, il remarqua qu'un nombre exceptionnel de parents venaient le

tableau des troubles enregistrés : le matin, impossibilité de se réveiller ; le soir refus d'aller au lit, agitation, puis insomnie ; à l'école, baisse de l'attention, endormissement vers 10 h du matin, agressivité dans le courant de l'après-midi, baisse du rendement scolaire. Le Pr Sandler posait une question un peu vicieuse : combien le changement d'heure coûte-t-il à la Sécurité sociale en remboursement

(suite du texte page 180)

APPRENEZ A PARLER POLAROID.

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

AVEC POLAROID, VOUS DÉCRI-
VEZ UN OBJET AVEC PRÉCISION,
VOUS ENVOYEZ UNE INVITA-
TION AVEC PLUS D'ORIGINALITÉ,
VOUS PRENEZ UNE DÉCISION
PLUS RAPIDEMENT, VOUS
DONNEZ DES INFORMATIONS
INSTANTANÉMENT.

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

POUR PARLER DES CHOSES DE
LA VIE, PARLEZ POLAROID:
CEST LA LANGUE UNIVERSELLE.



Polaroid. La lang



ue universelle.



LE COEUR UNE BONNE

***LA PROTHESE CARDIAQUE EST DEVENUE
LE "MUST" DE LA "HIGHTECH" CHIRURGICALE,***

le produit vedette de l'engineering bionique. Un marché aux perspectives énormes, très convoité. Mais certains pensent déjà que le cœur synthétique n'a pas d'avenir médical.*



CŒUR ARTIFICIEL : AFFAIRE ?

La guerre commerciale du cœur artificiel est officiellement déclarée. Des technologies ultra-sophistiquées s'affrontent, appuyées par une intensité considérable. L'industriel investit ses efforts dans le combat. La finance investit son capital dans l'industrie. Les administrations, les ministères garants de la santé publique sont pris d'assaut par les lobbies de la prothèse cardiaque. Et les services de propagande, par médias interposés, arrosent l'opinion de communiqués exaltés. Le cœur artificiel n'est pas encore coté en bourse, mais Wall Street écoute avec intérêt les battements du robot bionique. Les analystes de Hambrecht & Quist, important groupe d'agents de change spécialisé dans les valeurs biomédicales, prédisent que le cœur artificiel sera une des activités industrielles majeures des années 90... à condition qu'il remplisse d'ici là toutes ses promesses techniques.

Aux États-Unis, des firmes géantes se bousculent pour financer de petites entreprises comme Novacor, Thermedics qui engendreront peut-être les futurs modèles de grande série qui inonderont le marché de la cardiothérapie. L'Arabie saoudite mise l'argent de son pétrole sur un module expérimental français, celui que développe le Dr Didier Lapeyre en collaboration avec l'Aérospatiale. Dans la seule année 1982, les investisseurs ont englouti 350 millions de dollars dans le projet Kolff-Jarvik (1), dont est né le fameux appareil *Jarvik-7*, implanté récemment dans trois malades, alors que toute la presse mondiale veillait à leur chevet.

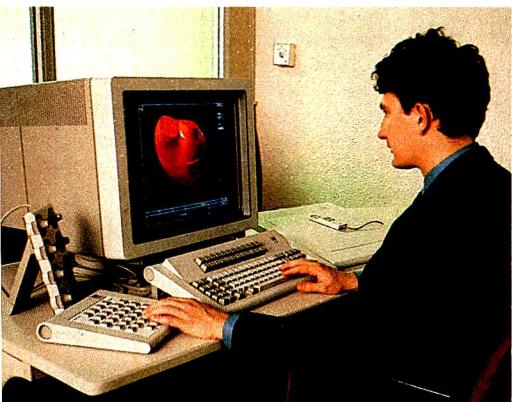
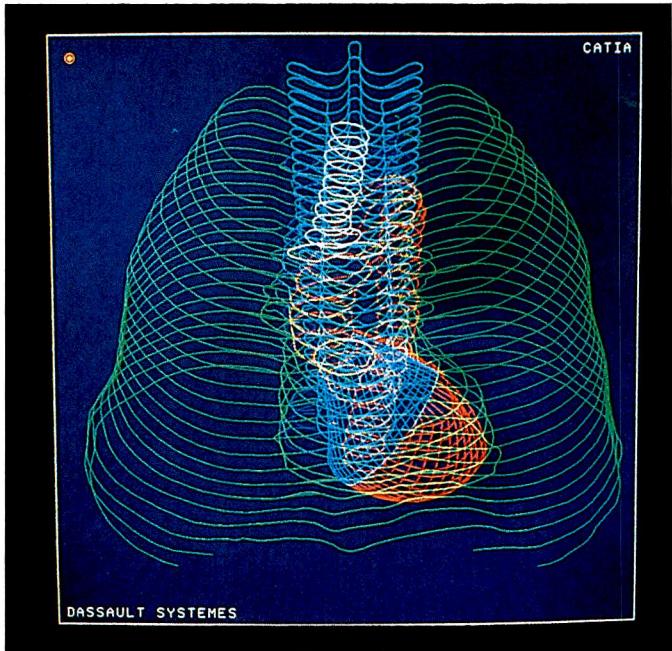
Au départ, il y a trente ans — c'est encore largement vrai aujourd'hui —, ce sont des chirurgiens cardiaques et des cardiologues qui

(1) Le Dr Willem Kolff, fondateur du programme d'organes synthétiques de l'université de l'Utah, est un des grands pionniers de la prothèse chirurgicale. Il est à l'origine, notamment, du rein artificiel. Le Dr Robert Jarvik est l'inventeur du système qui porte son nom. Il fut le collaborateur de Kolff, au même titre que le Japonais Tetsuzo Akutsu, autre créateur de cœur artificiel.

Aucun pronostic n'a été fait sur les chances de succès de cette greffe. « Le malade a bien supporté l'opération (...) Il est conscient et éveillé », a déclaré le Pr

Semb. Le 5^e receveur d'un cœur artificiel, Jack Burcham, un Américain de 62 ans, opéré à l'hôpital Humana (cité dans notre article), est décédé le 23 avril.

Le Dr Lapeyre fait appel à la CAO (conception assistée par ordinateur) de Dassault Systèmes pour optimiser les dimensions et la forme de son cœur artificiel en fonction de la taille de la cage thoracique du malade.



se sont lancés dans cette aventure. Leur but : contourner les problèmes de rejet immunitaire posés par la greffe de cœur humain, en remplaçant l'organe naturel par un dispositif de pompage entièrement mécanique. Un défi technologique immense, car les spécifications d'une telle machine répondent à des impératifs d'une sévérité sans précédent : sur les plans, notamment, de la biocompatibilité et de l'endurance des matériaux, de la miniaturisation, du poids, de la conformité anatomique, des contraintes imposées par la source d'énergie, du principe de fonctionnement — une équipe de chercheurs n'a-t-elle pas essayé un

cœur artificiel à pistons !

Un chien étrenne le premier modèle à air comprimé, le 12 décembre 1957 — une expérience réalisée par Kolff et Akutsu aux États-Unis. Durée de survie : 90 minutes. En 1979, un veau, entré dans l'histoire sous le nom de Fumi Joe, tient 221 jours avec un prototype de laboratoire, l'ancêtre du *Jarvik-7*. Le record actuel. Le Dr Pierre Marion, professeur de chirurgie cardiaque à l'hôpital cardiovasculaire Louis Pradel, un des précurseurs français, longtemps collaborateur du Dr Lapeyre, rappelle cette époque héroïque : « Chaque heure supplémentaire dans la survie d'un animal au cœur mécanique était considérée comme une grande victoire. Nous nous téléphonions, Akutsu, Kolff et moi, pour nous tenir informés du moindre de ces micro-succès. »

Les chercheurs perséverèrent, avec une remarquable constance dans l'échec. Mai 1969 inaugure l'application du cœur artificiel à un être humain ; cette première tentative est aussi le début d'une suite de déceptions. Le Dr Denton Cooley, de l'université de Houston, au Texas, lequel a déjà essayé une série de revers avec des prothèses partielles d'assistance ventricu-

laire, implante chez un homme de 47 ans un cœur mécanique complet actionné par air comprimé. L'appareil, mis au point par le Dr Domingo Liotta, un Argentin, doit servir uniquement de relais dans l'attente d'une greffe de cœur humain. Une mesure provisoire qui doit offrir au cardiaque, en phase aiguë de sa maladie, la possibilité d'une greffe naturelle dans de bonnes conditions.

L'opéré vit 54 heures avec cette prothèse mais meurt 32 heures après la greffe, de pneumonie. On ne peut pas vraiment dire que le cœur artificiel a échoué, mais le résultat final est là : le patient est mort, même si c'est d'une complication secondaire.

On reproche alors à Cooley d'avoir essayé sur son patient un matériel expérimental. Au demeurant, quel peut être l'objet d'une pareille opération sinon de tester un prototype de cœur artificiel sur un homme condamné d'avance ? A quoi sert en effet d'installer une prothèse d'attente alors que la greffe d'organe qui va suivre est très certainement vouée à l'échec ? C'est l'époque, ne l'oublions pas, où la chirurgie est encore totalement désarmée, ou presque, devant les phénomènes de rejet immunitaire.

Le Dr Cooley se défend : il a soutenu, donné au malade son unique chance de survie. Mais restait-il vraiment à ce moribond la moindre possibilité de s'en sortir ? Cooley est vertement tancé par la communauté médicale américaine. Sous le scandale, et faute d'avoir obtenu pour son intervention l'autorisation de la Food and Drug Administration (FDA), instance dont l'avis est préemptoire en la matière, il perd ses subventions publiques de recherche et son droit d'enseigner, et doit changer d'hôpital. C'est le coup d'envoi d'une controverse autour du cœur artificiel qui va gagner les milieux scientifiques du monde entier.

Mais Cooley récidive douze ans plus tard, en juillet 1981. Son malade, un homme de 36 ans, vit trois jours avec une prothèse cardiaque, toujours dans l'attente d'une transplantation de cœur humain. Six jours après cette

greffe, il meurt de septicémie. Une fois de plus, la FDA condamne l'initiative du Dr Cooley, d'autant plus sévèrement qu'elle vient de refuser son autorisation, pour une opération analogue, à une équipe de l'université de l'Utah, à Salt Lake City.

Celle-ci obtient finalement le feu vert en mai 1982. Le Utah Medical Center abrite le célèbre département des "organes artificiels", dont le créateur et patron est Willem Kolff. Son chirurgien cardiaque est William DeVries. Ils décident de tenter l'opération sur un dentiste retraité, Barney Clark, 61 ans, atteint d'une cardiomyopathie au stade terminal.

Dans la perspective d'un traitement classique, les jours de ce malade sont irrévocablement comptés. Cette fois, il s'agit d'implanter un cœur artificiel permanent (un *Jarvik-7*), sans greffe de cœur naturel à la clé — une première mondiale donc : l'homme devra poursuivre sa vie avec une prothèse. C'est-à-dire une pompe implantée dans la poitrine et tributaire d'une source d'énergie extérieure.

L'appareil consiste en deux ventricules formés chacun d'une enveloppe rigide de polyuréthane et fixés sur un support d'aluminium. On laisse en place les oreillettes naturelles, auxquelles on suture des manchons en dacron. On réalise de même l'anastomose avec l'aorte et l'artère pulmonaire, de façon à brancher l'appareil sur le système circulatoire humain. Les ventricules synthétiques sont alors raccordés à ces manchons de polyester. Chacune des enveloppes ventriculaires est cloisonnée par un diaphragme formé d'une triple couche de fibre plastique, en contact d'une part avec le sang du corps, de l'autre avec l'air envoyé par le tube du compresseur. L'air comprimé actionne le diaphragme et assure le pompage du sang. Des valves commandent le passage du sang des oreillettes vivantes aux ventricules artificiels.

Un double tube long de 2 mètres (pour alimenter chacun des ven-

tricules) traverse l'abdomen du malade, reliant le cœur mécanique au compresseur qui l'anime — un moteur volumineux qui constitue le défaut "ergométrique" le plus évident de cette superbe machine, puisqu'il enchaîne l'individu et lui ôte toute autonomie de déplacement.

Dans les jours qui suivent la pose du cœur mécanique chez Barney Clark, les alertes succèdent aux alertes. L'intervention elle-même se déroule le plus mal possible. Les tissus du cœur sont tellement endommagés par des années de traitement aux stéroïdes qu'ils se déchirent sous les doigts du chirurgien comme du papier pelure. Pour tout arranger, une fois terminée son installation dans le thorax, la prothèse elle-même connaît des ennuis mécaniques ; on est obligé de remplacer un des ventricules. DeVries, chirurgien renommé pour son sang-froid, avouera plus tard avoir été tellement excédé qu'il aurait « balancé par terre » cet engin diabolique si la présence des journalistes ne l'avait retenu !

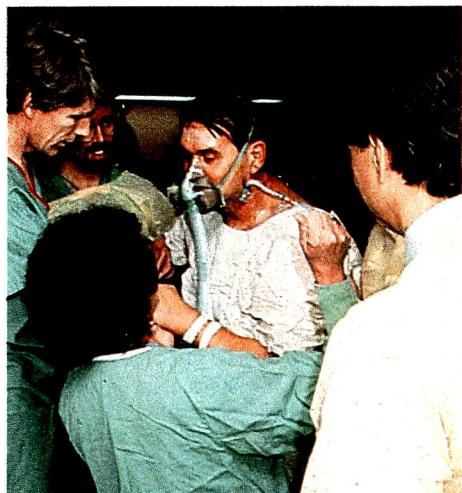
La période post-opératoire n'est pas de tout repos, tant pour le médecin que pour le malade, frappé d'une congestion cérébrale due à une remontée trop rapide de la tension. L'opéré devient neurasthénique, déprimé par ses problèmes d'embolie, convaincu que ses facultés mentales l'abandonnent. Il n'a qu'une envie, confie-t-il aux médecins : mourir.

Barney Clark, comme prévu, finit sa vie avec cette prothèse à la place du cœur, mais le dénouement est abrupt : 112 jours de survie, ponctués de crises incessantes. Cette fois, la classe médicale aux USA met en cause la FDA elle-même, qui a donné son aval à l'opération. On lui fait grief d'avoir laissé placer les intérêts de l'expérimentation scientifique au-dessus du respect de la personne humaine.

Dès lors, l'université de l'Utah décide de bannir temporairement le cœur artificiel de ses salles d'opération pour le confiner dans ses laboratoires. Mais le Dr DeVries, prophète acharné de cette audacieuse technologie, n'est pas

le type de chirurgien qu'on arrête sur sa lancée. On l'empêche d'exercer ses talents à Salt Lake City ? Soit, il cherchera un commanditaire ailleurs, bien que toutes ses études et toute sa carrière aient été liées à ce centre académique du pays des Mormons.

Justement, l'hôpital Humana Audubon, à Louisville, dans le Kentucky, lui fait un pont d'or ; DeVries est invité à venir exercer dans cet établissement réputé, succursale d'une importante chaîne hospitalière privée aux ramifications internationales (il existe, entre autres, un centre à Genève). La société Humana est tout le contraire d'une association à but non lucratif. Son objectif avoué est le profit. Le paragon de la médecine capitaliste, avec son appareil publicitaire, ses services de marketing et autres aides du "big business". Plus de 2,6 milliards de dollars de chiffre d'affaires en



1984, 193 millions de bénéfices. Ce libéralisme économique en matière de santé peut ne pas séduire toutes les opinions ; n'empêche que le groupe s'est imposé par l'extrême qualité de ses soins, l'excellence professionnelle de son accueil, le haut niveau de sa recherche et de son enseignement, la rigueur implacable de sa gestion — autant de mérites qui ne sont pas réunis dans tous les systèmes de santé publique.

Une spécialité qu'on reconnaît à cette entreprise à succursales mul-

Premiers pas de W. Schroeder après l'intervention. Sa cage thoracique énorme lui a permis (comme à B. Clarke) de recevoir un Jarvik-7 qui, en raison de son volume, ne peut être insérée dans tous les thorax.

tiples : la cardiologie. Elle est pratiquée sous ses formes les plus avancées au Humana Heart Institute International, à Louisville. C'est là que le Dr De Vries va réaliser, le 25 novembre 1983, une nouvelle implantation d'un cœur permanent — la deuxième dans l'histoire de la chirurgie —, sur un malade promu désormais au rang de star mondiale du bloc opératoire : William Schroeder, 52 ans. Comme son prédécesseur Barney Clark, il est au stade terminal de la myocardiopathie.

Aux premiers jours de 1983, Schroeder a été victime d'une crise cardiaque foudroyante, d'où s'ensuit une très sévère dysfonction coronarienne ; dès lors, il est terrassé par une angine de poitrine chronique. On l'opère : un double pontage aorto-coronaire, qui permet de court-circuiter le segment artériel obstrué, soulage ses douleurs mais ne parvient pas à freiner la détérioration du cœur, qui s'aggrave dans les mois suivants. Schroeder, un homme remarquablement actif toute sa vie, est réduit à l'état d'infirmé, persécuté par la souffrance.

Normalement, un tel cas est justifiable d'une greffe du cœur. Mais Schroeder n'est pas un candidat acceptable, pour deux raisons : il a passé l'âge limite (50 ans) admis par les centres de transplantation cardiaque, et il est diabétique. Les immunosuppresseurs, drogues chargées de combattre les réactions de rejet, provoqueraient chez lui un dérèglement hyperglycémique incontrôlable.

Reste la solution extrême : une prothèse cardiaque. Vu son état désespéré (on lui donne 40 jours à vivre), il remplit la première condition requise pour y avoir droit. En

outre, il est extraordinairement motivé, ce qui impressionne les membres du "jury de sélection" chargés de décider si Schroeder sera admis à subir cette opération privilégiée. Certains troubles secondaires font cependant hésiter les "sélectionneurs". Son diabète s'est récemment aggravé, une situation que les médecins imputent à deux foyers d'infection : les dents et la vésicule biliaire, enflammée par des calculs. Qu'à cela ne tienne, on lui extrait six dents et, huit jours avant l'implantation du cœur artificiel, on l'opère de ses calculs biliaires.

L' intervention sur le cœur, comme en a été largement informée la terre entière, fut un succès à la fois médical et technique. Du "billard", si l'on peut dire, comparée au supplice de l'opération de Barney Clark. Pure routine, même, n'eût été la masse de tissu cicatriciel qui enveloppait le cœur malade, suite de l'opération de pontage pratiquée deux ans auparavant — un imprévu qui compliqua sérieusement le travail du chirurgien et prolongea d'une demi-heure le temps (cinq minutes) prévu pour l'ablation de l'organe. Cinq heures après l'intervention, l'hôpital fut de nouveau mis en alerte par un épanchement de fluides dans la cavité thoracique du malade et par son teint bleuissant. L'incident fut maîtrisé de sang-froid : on réopéra d'urgence pour contenir une hémorragie interne au niveau des sutures rattachant le manchon de plastique à l'aorte, et qui causait un manque d'oxygénation du sang très près d'être fatal.

(2) Un mécanicien de 33 ans, Thomas Creighton, est mort le 8 mars dernier à l'hôpital de l'université de l'Arizona, à Tucson, après avoir, en l'espace de quatre jours, subi trois opérations cardiaques successives : greffe d'un cœur naturel, implantation d'un cœur artificiel (il l'a gardé 11 heures), nouvelle greffe d'un cœur naturel. Creighton a fait une réaction de rejet aiguë au premier cœur humain greffé. En attendant de pouvoir lui en transplanter un deuxième, les médecins ont décidé d'installer, en guise de relais, une prothèse cardiaque. On sait, en effet, qu'il est impossible de maintenir pendant plus d'un très

petit nombre d'heures un homme, privé de son cœur, en circulation extra-corporelle, c'est-à-dire par dérivation du sang dans un appareil qui assure sa propulsion et son oxygénation hors de l'organisme. Le seul espoir était de poser temporairement à Thomas Creighton un cœur artificiel. On s'adresse à la firme Symbion de Salt Lake City pour obtenir un *Jarvik-7*, mais celui-ci ne peut être livré à temps. On se rabat alors sur un modèle Phoenix, du nom de la ville de l'Arizona où ce prototype est expérimenté par les chercheurs de l'hôpital Saint Luke : le Phoenix a fonctionné seulement 12 heures sur un veau, mais il n'en

Suit une convalescence qui comble d'aise les *public relations* de l'hôpital Humana. Schroeder, exalté et exultant d'être sorti vivant de cette épreuve, débarrassé de ses douleurs pectorales, cabotine devant les caméras. Mais les séquelles inquiétantes de son opération — des poussées de fièvre, une congestion cérébrale (des embolies, caillots de sang remontés du cœur, ont endommagé sept zones cervicales) qui affecte son élocation et sa mémoire, temporairement, espère-t-on — semblent avoir entamé son moral et lui avoir coupé en partie son immense appétit de vie. Pourtant, on envisage déjà sa sortie d'hôpital. A moins qu'un accident...

Aucun opéré au monde, en tout cas, n'aura été autant défendu contre la mort, avec un arsenal aussi fourni d'armes médicales du dernier cri. Schroeder n'est-il pas, pour l'industrie du cœur artificiel, un survivant précieux, un témoin de valeur publicitaire inestimable ? Plus tout à fait un phénomène unique, il est vrai. Le 17 février, le même chirurgien implantait une prothèse *Jarvik-7* à un ouvrier de 58 ans, Murray Haydon. En effet, la FDA a ouvert, au Dr DeVries et à l'hôpital Humana, un "crédit d'autorisation" pour six opérations de ce type. DeVries pourra donc opérer encore quatre malades avant que l'administration américaine décide si le "banc d'essai humain" du cœur artificiel doit être maintenu (2).

Aux dernières nouvelles, l'état de Murray Haydon était inquiétant : œdème pulmonaire, mauvais drainage de la lymphe dans le médiastin, et infections chroniques.

La chirurgie du cœur artificiel a

faut pas plus pour faire durer Thomas Creighton jusqu'à sa deuxième greffe. L'implantation de la prothèse réussit, mais le malade ne survit que très peu à sa troisième opération. Il aura été le premier homme au monde à avoir porté quatre coeurs différents : le sien, deux de donneurs et un cœur mécanique ! La FDA accuse le chirurgien, le Dr Cecil Vaughn, d'avoir défié son interdit mais, considérant que cette implantation pouvait être justifiée comme « une action d'urgence légitime ne portant pas atteinte aux droits du malade », elle n'a pas pris de mesure disciplinaire.

fait éclater partout d'énormes controverses, d'ordres moral, médical et autres, et dont on commence seulement à juger les rebondissements. Un premier débat s'est instauré sur un terrain strictement technique, celui où s'opposent d'un côté les tenants de la greffe de cœur humain, éventuellement de cœur animal⁽³⁾, et, en face, les défenseurs de la prothèse cardiaque synthétique. Quand le Dr Christian Barnard, en 1967, commença à transplanter des coeurs de donneurs morts sur des malades, ses efforts aboutissaient presque immanquablement à un échec. Les nombreuses tentatives entreprises à sa suite, par des chirurgiens français, anglais, américains et soviétiques, ont connu le même sort malheureux. Pourtant, la technique de transplantation était parfaitement au point (donnant raison à la vieille plaisanterie : l'opération a réussi mais le patient est mort). Seulement, on ne savait pas combattre les phénomènes d'incompatibilité immunitaires qui empêchent l'organisme d'accepter un cœur étranger.

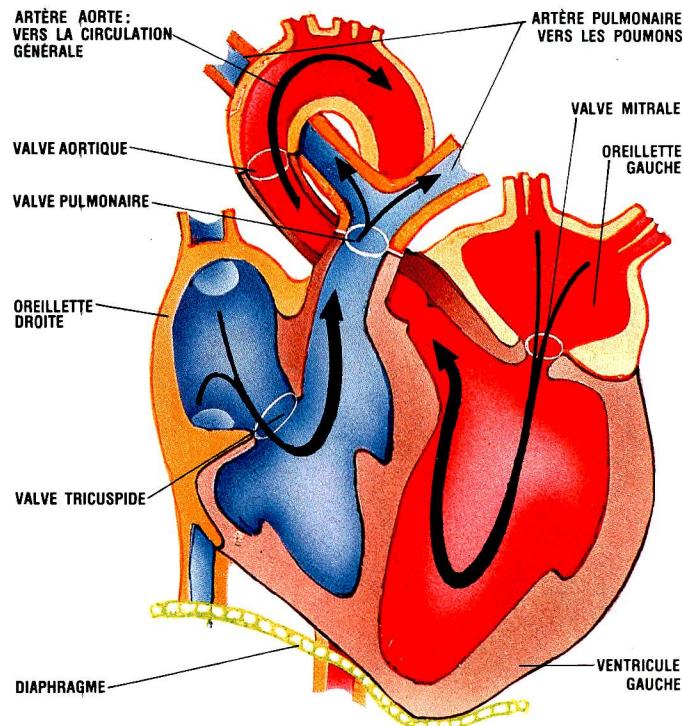
Or, la situation s'est totalement renversée depuis cinq ans, avec l'introduction de la cyclosporine, un immunosuppresseur puissant qui neutralise les réactions de rejet à l'encontre du greffon. Aux seuls États-Unis, on pratique désormais plus de 200 greffes de coeurs naturels annuellement, avec un taux de 80 % de survie à un an, et de 50 % de survie à cinq ans. Donc, si la proportion de succès est encore relative, elle mesure le progrès remarquable accompli par cette technique en moins de vingt ans. La vraie question, alors : y a-t-il une place dans l'avenir pour la chirurgie du cœur artificiel, encore

très expérimentale, alors que celle de la greffe du cœur naturel est d'ores et déjà éprouvée et sera sans doute totalement maîtrisée avant peu ? Car il s'agit bien de deux techniques concurrentes dans un même domaine d'application médicale.

On peut concevoir que seule prévaudra la solution de la greffe naturelle, le jour où sera résolu le problème des dons *post-mortem* d'organes (près de 2 000 personnes meurent chaque année en France, faute d'avoir pu bénéficier d'une transplantation cardiaque, par manque de donneurs) et créé une infrastructure de soins adéquate (à l'heure actuelle, l'ensemble de nos unités de chirurgie est incapable de réaliser

plus d'une greffe cardiaque, à la rigueur deux, par mois, pour la France entière).

La prothèse cardiaque, aussi bien que la greffe d'un organe vivant, se recommandent aujourd'hui comme seuls moyens de survie dans des affections du cœur encore incurables. Ces techniques sont indiquées dans des cas de pathologie dégénérative tels que les myocardiopathies⁽⁴⁾ ou les cardio-ischémies⁽⁵⁾, qu'on ne sait pas traiter autrement. Mais, constate le Dr Jean-Paul Cacher, chirurgien cardiaque de l'hôpital Henri-Mondor, à Créteil, alors que 70 % des candidats à la greffe étaient, il y a vingt ans, des cardio-ischémiques et 30 % des myocardiopathes, cette proportion s'est



PRÉPARER LE CŒUR NATUREL À RECEVOIR L'ARTIFICIEL

Pour implanter l'une ou l'autre des pompes de recharge que sont les différents modèles de cœurs artificiels présentés ci-après, le chirurgien cardiaque doit garder au cœur naturel son oreillette droite avec la veine cave supérieure et inférieure ; réséquer l'orifice valvulaire auriculo-ventriculaire de cette oreillette ; enlever les ventricules gauche et droit en bloc, avec la paroi les séparant ; garder l'artère pulmonaire et ses deux branches ; réséquer l'orifice entre l'oreillette et le ventricule gauche ; réséquer l'aorte au-dessus de la bifurcation pulmonaire.

(3) A l'issue d'une grande première chirurgicale (le 21 octobre 1984), dont l'opinion s'est beaucoup émue, une nouveau-née californienne, Baby Fae, a survécu 21 jours avec un cœur de babouin.

(4) Maladie du muscle cardiaque dont les cellules, devenues fibreuses, atrophiques, dégénérées, n'ont plus de puissance de contraction.

(5) Ici ce sont les vaisseaux sanguins irriguant le muscle cardiaque qui sont obstrués, secoués de spasmes, remplis de plaques d'athérome.

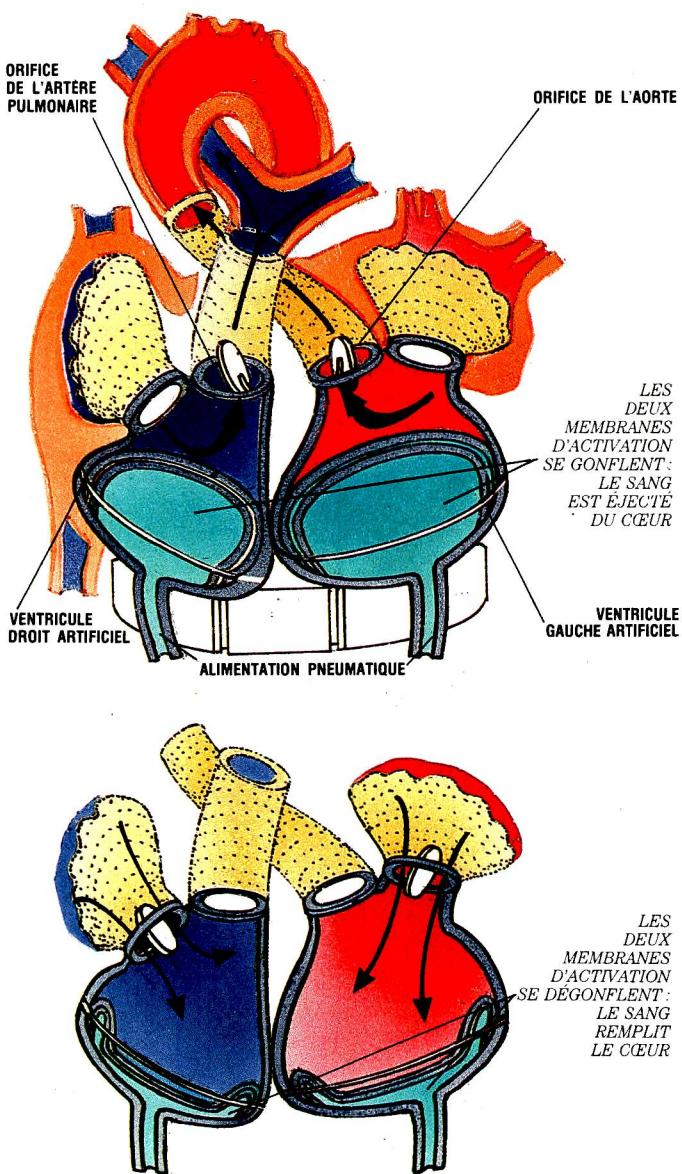
exactement inversée grâce aux progrès de la chirurgie coronaire. Qui peut dire si ces maladies ne seront pas vaincues médicalement dans dix ans, alors que le cœur artificiel sera à peine sorti de sa gestation expérimentale ? L'évolution de la thérapeutique a

toutes les chances de rendre la prothèse mécanique désuète. Certes, c'est là un simple pari sur l'avenir, mais quand on songe aux coûts faramineux et à tous les inconvénients pratiques du cœur artificiel, est-il bien raisonnable de pousser dans cette voie ?

Les médecins français font, avant tout, aux chirurgiens américains le procès de la précipitation dans l'expérimentation humaine, s'agissant d'un prototype de cœur artificiel qui est très loin d'être un instrument parfait. En janvier 1981, Robert Jarvik lui-même écrivait dans *Scientific American* : « Jarvik-7 n'est pas encore prêt à remplacer de façon permanente le cœur humain, même à titre expérimental. » Or, guère plus d'un an après, Barney Clark recevait la première implantation permanente d'un Jarvik-7, et tentait vainement de cohabiter avec l'appareil pendant 16 longues semaines où se succédaient les expériences des chercheurs et les crises du malade. Six mois après la mort de Clark et à peine un an avant l'opération de Schroeder, le Dr Jarvik précisait devant un colloque médical qu'il fallait attendre 5 ou 10 ans avant d'espérer obtenir une prothèse cardiaque absolument fiable et qui assure à l'opéré une qualité de vie acceptable. N'est-il pas prématuré de vouloir faire vivre un homme avec une prothèse essayée sur des animaux qui n'ont jamais survécu beaucoup plus de 7 mois à son implantation ?

Non, répond DeVries, parce que devant les situations désespérées, le médecin a le devoir de tenter le tout pour le tout. Surtout si son acte fait avancer les connaissances qui un jour sauveront d'autres malades.

On sait qu'un petit sentiment de "jalouse" n'est pas toujours absent des critiques adressées à la médecine américaine : après tout, on lui est redurable de 90 % des progrès pharmacologiques, thérapeutiques et chirurgicaux de notre siècle. Difficile de trouver un domaine où les chercheurs US n'ont pas été les pionniers des plus grandes découvertes biologiques et médicales. Mais voilà que les comités de la science américaine



LE CŒUR DE JARVIK : UNE POMPE À GAZ

L'élément moteur est un gaz alternativement insufflé puis aspiré par un compresseur de 160 kg. Ce gaz gonfle puis dégonfle une membrane d'activation en biomètre très extensible, associée à chaque ventricule, créant ainsi les battements de ce cœur. Les deux ventricules, en polyuréthane et chacun d'une forme et d'un volume différents, sont contenus dans une coque rigide individuelle en aluminium. Le débit et la fréquence pression-dépression pneumatique sont réglables indépendamment pour chaque ventricule. Dans ce cœur artificiel, comme dans les autres, la circulation sanguine entre le cœur et le reste de l'organisme est la même qu'avec un cœur naturel.

formulent elles-mêmes de sérieuses réserves sur l'utilisation de la nouvelle technologie cardiaque. Alors que les médias fétaient le "miracle Schröeder", et que le Dr DeVries et la société Humana jubilaient sous les projecteurs, des doutes et des protestations s'exprimaient partout et en haut lieu.

On a attaqué cette intervention non seulement sur le fond mais sur la manière dont elle a été exploitée, le sensationalisme qui l'a entourée. On a trouvé frivole que le chirurgien se fasse accompagner par des enregistrements de Mendelssohn et de Vivaldi pendant qu'il opérait. Pourquoi pas, après tout ? Le conseil de discipline de l'*American Medical Association*, le pendant américain de notre Ordre des médecins, formula son opprobre sous forme d'une question cinglante : « A qui profitera le plus ce cœur artificiel ? A Monsieur Schröeder ou à son inventeur, Robert Jarvik, à la société Humana et à l'équipe du Dr DeVries ? » La société Humana, dans un communiqué, répond : « Les intérêts privés du secteur biomédical sont généralement critiqués parce qu'ils ne contribuent pas assez à la recherche. On nous accuse aujourd'hui de faire le contraire. » DeVries lui-même a demandé qu'une commission nationale soit saisie des questions morales et matérielles que pose désormais la chirurgie du cœur artificiel.

Sans pour autant préjuger de la justification médicale de telles interventions, il est clair que Schröeder et les autres opérés sont considérés par les chirurgiens comme des "sujets de laboratoire". Schröeder a été soumis après l'opération — il avait signé un accord préalable — à trois expériences sans but thérapeutique, pour les seuls besoins de la recherche.

Dans la première, on lui a injecté des produits normalement utilisés dans les états de choc ou d'hypertension. Bien qu'on connaisse à ces produits une influence générale sur le cœur et sur les circulations artérielle, veineuse et capillaire, personne n'avait encore observé leur effet ponctuel sur des parties déterminées de l'appareil circulatoire. Ces drogues ne pouvaient

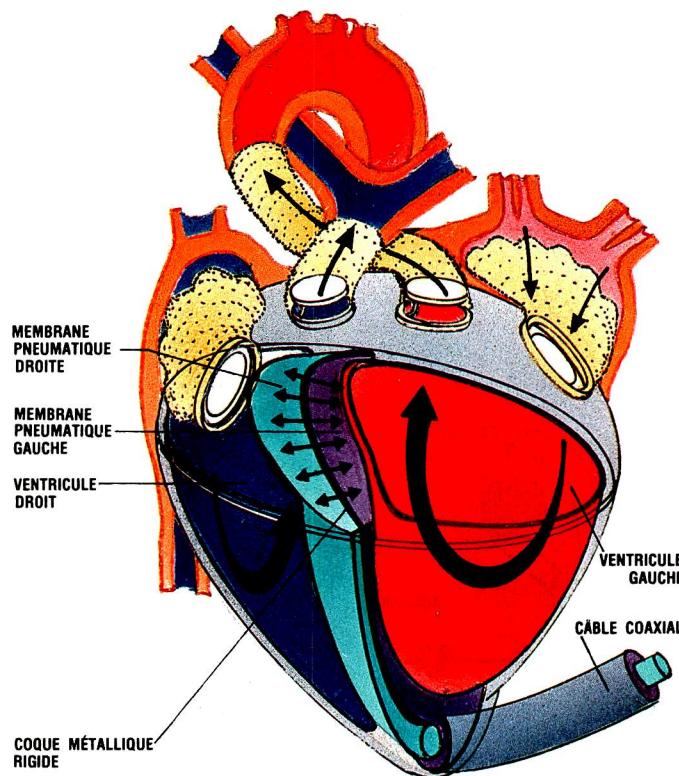
évidemment affecter le cœur synthétique, ce qui a permis aux médecins d'étudier très précisément chez Schröeder leur mode d'action sur les vaisseaux.

Dans une deuxième "manip" (Schröeder étant éveillé), les chercheurs ont fait varier son rythme cardiaque, le réduisant un moment à 30 pulsations/minute, et jetant le malade dans un état comparable à celui qu'il endurait avant son opération.

Le troisième test, tout aussi contraignant, et qui visait à mesurer le débit pulmonaire, l'a obligé à porter un masque hermétique lui couvrant le nez et la bouche et le maintenant dans une situation

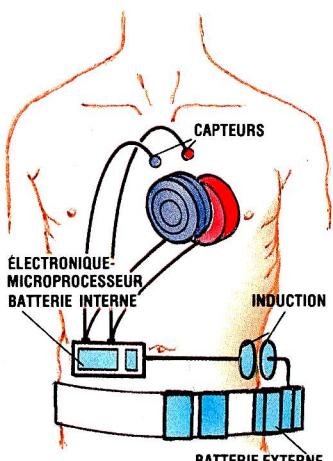
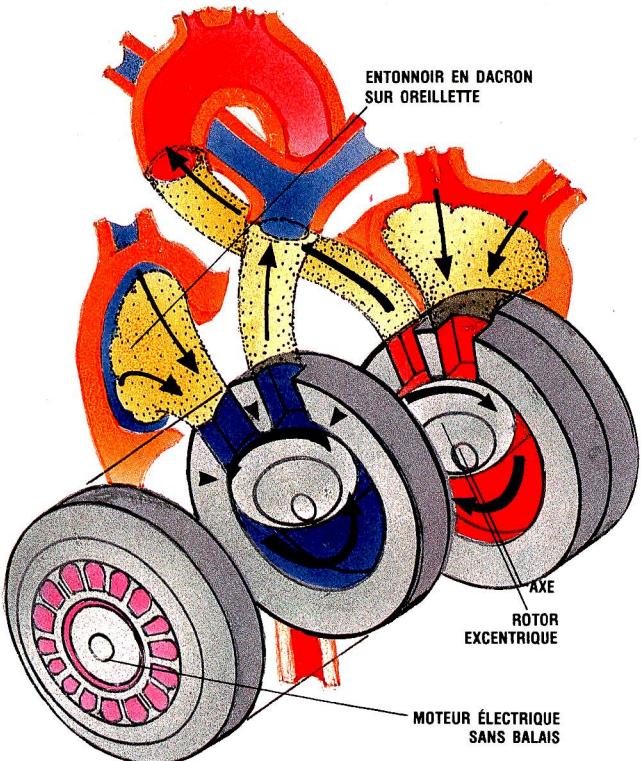
d'inconfort extrêmement pénible pendant un heure et demie. Remis de ses épreuves, Schröeder, bon joueur, déclarait aux journalistes qu'il était content de payer sa vie sauve à ce prix, surtout pour aider la science. Mais le corps médical américain a émis de graves réserves sur le principe de condamner à de nouvelles expérimentations un homme qui sort d'une chirurgie expérimentale.

Les attaques se fondent sur la morale, sur la philosophie. Kenneth Vaux, professeur d'éthique médicale à l'université de l'Illinois, juge qu'"il est temps que notre société sache ce qu'elle attend des recherches biomédicales. Quel



LE COEUR DE LAPEYRE : UN JARVIK AMÉLIORÉ

Ici, la forme du cœur a été optimisée pour la rapprocher au mieux du cœur naturel. La coque est en carbone-carbone, matériau plus biocompatible et plus résistant que l'aluminium ; plus léger aussi. La forme des ventricules, également en polyuréthane mais séparés par une demi-coque en métal très rigide, a été spécialement étudiée pour créer le moins de turbulences possibles au passage du sang. Un seul câble (au lieu de deux) coaxial assure le va-et-vient du gaz vers les membranes d'activation. Un capteur branché sur ce câble permet d'enregistrer le pneumocardiogramme du cœur artificiel (en quelque sorte, son ECG). Les autres éléments et le fonctionnement du cœur de Lapeyre sont semblables à ceux du cœur de Jarvik.



LE CŒUR DE MONTIÈS : DEUX MOTEURS "WANKEL"...

... Un par ventricule. Chacun des deux rotors ovales qui tournent sur un axe excentrique, a en permanence deux arêtes en contact avec la surface interne de son cylindre : le sang est ainsi empêché de refouler dans le mauvais sens. La vitesse de chaque rotor, et donc le débit de chaque pompe, varie en fonction des besoins de l'organisme. Ceux-ci sont déterminés par des capteurs sensoriels reliés aux mémoires et à l'électronique de régulation, programmés pour chaque individu. Ces éléments électroniques, ainsi que les batteries qui l'alimentent sont implantés en même temps que le cœur artificiel. Un système d'induction transcutané permet la recharge de ces batteries sur d'autres batteries, externes celles-là.

Portés par le vent d'indignation, on entend aussi beaucoup d'arguments contre le coût prohibitif de cette chirurgie. Non pas de vils raisonnements comptables tenus au mépris de la vie humaine ; il s'agit de juger avec réalisme, en dehors de tout égoïsme mais aussi de toute utopie, jusqu'à quel point une collectivité, une nation, est en mesure d'acquitter la rançon gigantesque exigée par la technologie médicale haut de gamme.

Pour l'instant encore, Humana assume la totalité des dépenses pour les opérations, les équipements, les soins post-opératoires, l'hospitalisation et le temps de survie — tous frais compris jusqu'à la fin de leurs jours — de Schröder et des autres malades inscrits à son programme d'implantation cardiaque. Un investissement intéressé, bien sûr, grâce à quoi cette institution entend dominer à terme l'industrie du cœur artificiel, auquel elle prévoit un avenir très payant. Humana prévoit large. Schröder et les autres disposent, en guise de limousine personnelle, d'un minibus grand luxe spécialement aménagé pour accueillir le compresseur de 161 kg qui actionne leur cœur. Un véritable VIP, équipé d'un téléphone, d'une sirène, d'un gyrophare. Ils habiteront un immeuble construit sur mesure par Humana, relié à l'hôpital par un système d'alarme à distance. Les accès et l'architecture sont entièrement conçus en fonction des besoins de ces rescapés. Portes et couloirs ont des dimensions hors norme, prévues pour le passage du compresseur. Les pièces comportent des prises spéciales pour l'alimentation de ces machines. Un générateur intervient automatiquement en cas de panne de courant. Les occupants disposent de trois lignes téléphoniques, dont une ordinaire, une autre reliée au service cardiologique de l'hôpital, qui permet l'auscultation directe du cœur artificiel, et une troisième pour les appels prioritaires de grande urgence. Une infirmière assurera la surveillance à demeure, à plein temps, et à vie.

Mais cette poignée d'opérés ne représente encore qu'une minorité

d'exception, historiquement intéressante mais statistiquement inexistante. Qu'adviendra-t-il quand des milliers de cardiaques se presseront aux portes des hôpitaux pour obtenir un cœur artificiel ?

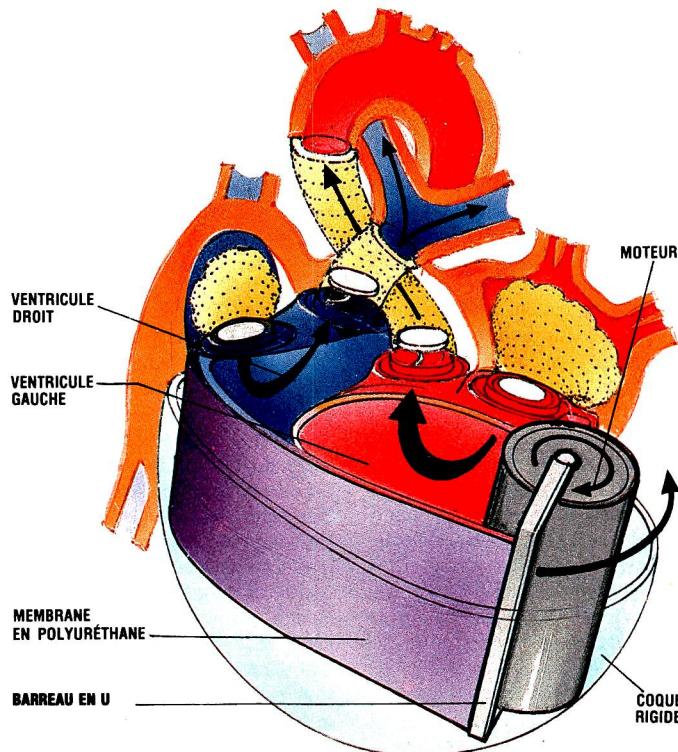
Le conseil américain des greffes (*American Council on Transplantation*) estime qu'aux USA, la condition de 50 000 cardiaques pourrait être soulagée par une greffe du cœur (coût d'une greffe de cœur naturel : 100 000 à 200 000 dollars) et celle de 5 000 individus souffrant de troubles pancréatiques pourrait l'être grâce à une greffe du pancréas (35 000 dollars l'opération). Sept mille Américains attendent actuellement une greffe du rein (30 000 dollars) et 175 une greffe du foie (135 000 dollars). Si toutes ces demandes étaient satisfaites, la facture se monterait à 8 milliards de dollars (quelque 80 milliards de nos francs). Pour le cœur artificiel, le gouvernement des États-Unis évalue à 3 milliards de dollars ce que coûteraient au budget fédéral les implantations de prothèse cardiaque dans la décennie qui vient — c'est-à-dire la phase "expérimentale". Pour une espérance de survie de trois ans en moyenne par opéré (à 50 000 dollars par année de frais d'entretien pour chacun). Calcul sordide ? Non pas. Une commission américaine, composée de personnalités peu suspectes d'insensibilité à la détresse humaine, pose objectivement la question : « Faut-il concentrer à ce point les efforts financiers de toute une nation sur une classe restreinte de malades et sur un nombre limité de techniques opératoires, alors que tant de gens meurent faute de soins nécessaires ? »

En France, des responsables se posent les mêmes questions. L'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) estime à 4 000 ou 5 000 par an le nombre de cardiopathes qui peuvent légitimement prétendre à cette prothèse. Le prix de revient d'un tel appareil sera compris entre 100 000 et 500 000 francs. Au bas mot, si tous les clients potentiels sont servis, un total de 400

millions de francs ou, dans l'hypothèse la moins bonne, donc la plus probable, de 2,5 milliards ! L'addition ne tient pas compte des coûts de recherche en amont, ni du prix des nouvelles unités de chirurgie cardiaque qu'il faudra créer et équiper pour satisfaire cette demande, ni des frais post-opératoires : pour chaque patient, 8 à 10 jours sous haute surveillance (avec quatre infirmières et un médecin en permanence), puis un mois ou deux en hospitalisation simple, et enfin une surveillance à vie après la sortie d'hôpital, en plus du coût de fonctionnement et d'entretien du matériel. Qui payera ? Doit-on privilégier cette

chirurgie de haute technicité, cette médecine somptuaire, au détriment des soins qu'attend l'immense majorité des malades ?

Les avances de la technique moderne posent à la société, avec insistance, le problème angoissant des "choix" médicaux, celui des priorités en politique sanitaire. L'Institut de la santé publique de l'université Harvard évalue à un tiers la part que tiennent les techniques nouvelles et ultrasonorisées dans l'augmentation spectaculaire des coûts médicaux aux États-Unis, notamment en chirurgie. Est-il sage de consacrer à cette forme de médecine technologique une part aussi disproportionnée ?



LE CŒUR DE DUMAS : UN MOTEUR ÉLECTRIQUE

Les ventricules droit et gauche sont reliés, par l'intermédiaire d'une membrane en polyuréthane, à un barreau en U. Les extrémités du barreau servent de paliers à l'axe du moteur électrique. Le moteur démarre : son couple tire le barreau vers la droite, et la membrane aussi. Résultat : les deux ventricules se replient et commencent à se vider de leur sang. Le mouvement du moteur, inverse de celui du barreau, écrase, comme un rouleau compresseur, le ventricule gauche, qui écrase à son tour le droit : l'éjection du sang est complétée. Le moteur s'arrête : tout reprend sa position initiale ; les ventricules reviennent à leur volume normal et aspirent à nouveau le sang. Une nouvelle impulsion électrique refait démarrer le moteur, déclenchant un nouveau cycle.

tionnée du prix du progrès, alors qu'on néglige des domaines aussi essentiels que la médecine préventive ?

Devant cette levée de technologies compliquées et coûteuses, certains envisagent déjà la nécessité de "rationner les soins". Pour le Pr Gregory Pence, qui occupe la chaire d'éthique médicale à la faculté de médecine de l'université de l'Alabama, « la décision de dire *non* au malade, ouvertement et honnêtement, est sans doute la décision morale la plus difficile que va devoir prendre bientôt la société. Ne pas la prendre entraînerait des conséquences désastreuses pour la collectivité ». En clair, les économies modernes, confrontées aux coûts exorbitants du progrès, se verront obligées de refuser les moyens de survie à certains malades (6).

La médecine militaire connaît ce dilemme, elle le résout par la méthode pragmatique du "triage": les chirurgiens du front pratiquent la ségrégation entre les blessés légers (qui se remettront peut-être tout seuls), les blessés très graves (pas la peine d'essayer de les sauver), et les cas intermédiaires (les seuls dont on a "valablement" le temps et les moyens de s'occuper). En médecine civile, on ne parle pas de "triage" mais de "sélection": les critères, pour être moins sommaires que sur les champs de bataille, sont aussi impitoyables. Dans le cas de traitements fondés sur des technologies très avancées, rares et coûteuses, impossible à dispenser impartialement à tous les malades, le problème du "triage" devient affreusement aigu. Doit-on traiter les malades au pronostic le plus favorable ou secourir en priorité les cas les plus désespérés ?

L'administration hospitalière en

France et le *British National Health Service* au Royaume-Uni tranchent sur un principe tout simple : la liste d'attente. Premier inscrit, premier servi.

En ce moment même, en Angleterre, 110 malades font la queue pour une greffe du cœur et attendent leur tour. Justice ? Certains mourront avant que leur numéro soit appelé. Chez le Pr Cabrol, à la Pitié-Salpêtrière de Paris, 64 malades sont en attente d'une greffe cardiaque. La mortalité dans ce groupe est de 50 %, et l'on ne trouve que 4 à 5 donneurs par mois. Même une campagne en faveur du don d'organe n'en apporterait probablement pas plus du double. Les "greffeurs" sont ainsi contraints de toujours sélectionner davantage les futurs élus, sur des bases de plus en plus dures. Le Pr Shumway (7) ne prend plus de malades après 45 ans, et les choisit selon un profil médical et psychiatrique précis, un environnement socio-économique délimité, des caractéristiques immunologiques strictes.



n aboutit ainsi à de sinistres paradoxes, comme le démontre Jean-Raoul Montiès, chirurgien cardiaque à l'hôpital Salvador à Marseille, et responsable du laboratoire de chirurgie expérimentale de la faculté de Marseille : « Une fois choisi, le malade prend sa place dans la liste d'attente. Mais imaginez un instant que le chirurgien dispose dans la vitrine de son bloc opératoire d'un cœur artificiel tout neuf. Imaginez que dans ce même bloc, pour une tout autre intervention cardiaque, le cœur d'un malade s'arrête et ne veuille pas "repartir". La tentation serait grande pour le chirurgien de

(6) Avant d'en venir à cette extrémité, on pourrait commencer par dire *non* aux abus thérapeutiques, à la surmédication, aux ordonnances "gonflées", aux spécialités pharmaceutiques pléthoriques et largement inutiles. Bref, à toutes les formes modernes de la complaisance médicale qui nuisent à la fois aux finances et la santé des gens.

(7) Norman Shumway, professeur de chirurgie thoracique à l'université de Stanford, en Californie.

(8) Elle existe depuis 1962 et c'est la plus utilisée des méthodes d'assistance circulatoire mécanique : un cathéter ballon est placé dans l'aorte thoracique, en aval du cœur. On gonfle le ballon quand le cœur se remplit (diastole), ce qui élève la pression dans le cœur et provoque une augmentation du débit des artères nourricières du cœur, les artères coronaires ; on dégonfle le ballon quand le cœur se contracte, ce qui réduit la charge contre laquelle le cœur doit lutter en systole (Réf. : le cœur, Hurt, p. 1791.)

sauver son malade en lui implantant ce cœur artificiel. Du coup, celui-ci, rescapé, devient obligatoirement candidat à la greffe cardiaque, et prioritaire si la durée de vie de son cœur de plastique et de métal n'est prévue que pour quelques semaines. Il resquille alors toute la liste d'attente de ces patients si soigneusement sélectionnés, alors qu'il est peut-être lui-même atteint d'une condition qui l'aurait fait refuser pour la greffe. »

Les spécialistes échangent beaucoup d'arguments contradictoires concernant les véritables indications du cœur artificiel et les domaines qui justifient son utilisation. Sera-t-il employé à bon escient, et dans les situations qui l'exigent vraiment, compte tenu de l'existence d'autres systèmes d'assistance cardiaque, comme par exemple la pompe à contre-impulsion diastolique (8) ? Il y aura certainement une "vogue" de la prothèse cardiaque qui fera un peu oublier les justes raisons qu'on peut avoir d'y recourir.

Mais le cœur artificiel, pour l'instant, est encore loin d'être techniquement au point. Lors d'une réunion organisée récemment par l'INSERM, le Pr Jean-Paul Cachera présentait ce qu'il appelle le « cahier des charges du cœur artificiel », la liste des contraintes, très lourdes, qui pèsent sur le développement de ces machines. Toutes les conditions d'une prothèse idéale sont loin d'être satisfaites. Sa conception même repose sur bien des inconnues. Car, aussi curieux que cela paraisse en 1985, les physiologistes n'ont pas un modèle définitif à proposer pour la dynamique du fonctionnement cardiaque. Le cœur naturel n'ayant pas livré tous les secrets de son merveilleux tra-

(9) Si le matériau n'est pas également lisse et compatible (dépourvu de molécules de surface pouvant être reconnues par les activateurs du système de la coagulation), thrombose et microcaillots se forment à l'interface sang-matériau, surtout aux endroits où le régime hydraulique du sang est turbulent, où il est ralenti dans le vaisseau.

(10) Il faut, pour être juste, reconnaître qu'elles cassent aussi sur les malades ayant simplement une valve artificielle en rem-

vail, il n'est pas facile pour un ingénieur de construire et de faire marcher son équivalent synthétique.

Le matériau parfait n'a pas encore été trouvé. Il exige d'être à la fois solide et d'une biocompatibilité à toute épreuve, sinon le transplanté devra rester sous anticoagulant à perpétuité^(*). Parmi les alliages et les plastiques existants, aucun ne remplit complètement les conditions posées. Le diaphragme en polyuréthane finit par se calcifier, ce qui engendre inévitablement la thrombose et la formation de fibres tissulaires autour de l'appareil. Les valves mitrales du *Jarvik-7*, soumises à une contrainte très supérieure à celle qu'impose le cœur humain, ont donné des signes de faiblesse⁽¹⁰⁾. On fait grand cas actuellement du carbone-carbone, matériau composite issu de la technologie spatiale ; en plus d'être résistant à l'usure, il est très bien accepté par le corps. Le carbone poreux se marie intimement avec les cellules vivantes, ce qui donne naissance à de nouveaux tissus autour de la prothèse.

La spécification des matériaux dépend étroitement, d'ailleurs, du type d'utilisation prothétique envisagé. Elle est moins sévère pour un dispositif provisoire destiné à relayer un cœur malade, à le soulager jusqu'à sa guérison ou dans l'attente d'une greffe naturelle. Elle est draconienne si l'objet est une implantation définitive : valves inusables, rendement du moteur supérieur à 75 %, voire 90 %, consommation inférieure à 5 watts, résistance des membranes à la déchirure en dépit du vieillissement, fiabilité absolue de l'électronique. La situation se complique de la difficulté du dialogue entre médecins et ingénieurs, comme le re-

placement d'une valve malade, dans leur cœur naturel.

(11) La réglementation internationale sur la commercialisation, l'utilisation et le transport des isotopes radioactifs est incompatible avec un moteur de cœur artificiel autonome, alimenté par une pile atomique ; en 1974, après des efforts louables, le Dr Laurence et M. Lefevre (actuel responsable R et D du CEA) avaient déjà dû abandonner le principe d'un pacemaker atomique (stimulateur cardiaque atomique implantable).

marque M. Philippe Vassaux, responsable des produits nouveaux à la division des systèmes balistiques et spatiaux de l'Aérospatiale : « Nous devons savoir, et les chirurgiens doivent nous dire, s'il leur faut un système de cœur d'une durée de 12 mois, de 24 mois ou plus. Est-il acceptable pour eux de "reprendre" un malade pour lui remplacer sa prothèse tous les ans ? Pour une survie sans autonomie, type Schröder, une activation d'un cœur implantable avec un convertisseur portable est envisageable. On sait déjà le faire. Pour une plus grande autonomie, il faut lancer un programme complètement différent, avec un moteur incorporé ou implanté en même temps que le cœur artificiel, un stockage d'énergie lié à la nature du système — pneumatique, électrique, chimique, nucléaire. En définitive, c'est un problème d'expression des besoins ; aux techniciens ensuite de les satisfaire. »

Le poids de l'engin est un paramètre essentiel, lié à celui de la taille, donc aux possibilités de miniaturisation. On vise l'implantation intégrale du système, pompe et moteur compris, et l'élimination de tout accessoire externe. L'objectif final est le cœur artificiel "compact", la mini-prothèse à motorisation intégrée. Implanter totalement l'appareil, cela signifie incorporer à l'organisme non seulement les ventricules synthétiques, mais aussi le convertisseur d'énergie.

Nous en sommes encore loin. Certes, entre l'appareillage de Barney Clark en 1982 et celui de William Schröder en 1984, on a progressé. Actuellement, le compresseur pneumatique, l'élément le plus encombrant et le plus bruyant du système, ne fait "plus que" 161 kg, 25 kg de moins. En outre, un bac compresseur portable de 6 kg — une invention de l'ingénieur allemand Peter Heimes — permet à Schröder de s'affranchir partiellement de cet esclavage et de se déplacer avec une relative liberté pendant quelques heures par jour. Avec le futur *Jarvik-8*, les Américains mettent leur espoir dans une minuscule pompe hydraulique.

L'énergie nucléaire a pour l'instant été écartée, en raison de plusieurs inconvénients : chaleur, déchets radioactifs, lourdeur de la pile⁽¹¹⁾. L'alimentation par batteries classiques n'a pas non plus été retenue ; elles doivent être rechargeées périodiquement et présentent certains risques de défaillance momentanée. On n'en est pas encore au cœur artificiel idéal, celui qui marche comme un cœur naturel en bonne santé, en se faisant oublier. Celui qui permet à son propriétaire de vivre "le cœur léger".

Je *Jarvik-7* est un cœur artificiel "prêt à porter", qui ne tient pas compte des mensurations variées de la cage thoracique humaine. Il a d'abord été étudié sur le veau, dont la cavité thoracique est singulièrement différente de la nôtre. Cette région anatomique est relativement indéformable. Ce qui explique que le Dr DeVries ait choisi des patients adaptés au cœur mécanique, et non l'inverse. Clark, Schröder et Haydon ont tous trois, sur ce point, la même caractéristique : une cage thoracique énorme. Les premières tentatives de chirurgie expérimentale de prothèse cardiaque sur l'animal avaient bien montré la difficulté, parfois même l'impossibilité, de refermer le thorax du récipient après la mise en place de l'appareil. La taille du *Jarvik* a donc été décidée en fonc-

(suite du texte page 172)



Le cœur artificiel du Dr Lapeyre. Sa réalisation a été confiée à l'Aérospatiale.

AUTISME : LES GÈNES CONTRE LES "PSY"

UNE ENQUÊTE MENÉE SUR 40 PAIRES DE JUMEAUX

a établi de façon indubitable l'origine génétique de l'autisme, l'une des plus tragiques maladies mentales de l'enfant. Comme il fallait s'y attendre, cette découverte a relancé la vieille controverse opposant ceux qui pensent que l'autisme est la conséquence d'un traumatisme psychologique (imputable le plus souvent au comportement des parents) et ceux qui y voient d'abord une affection organique et en recherchent les causes biologiques.

L' autisme (du grec *autos*: soi-même) se caractérise par un repliement exagéré sur soi-même. Certains de ses symptômes peuvent apparaître dès les premiers mois de la vie: l'enfant ne sourit pas, ne gazouille pas, ne manifeste aucune émotion quand on s'approche de lui. Il est insensible à toute présence, et il est impossible de créer un lien avec lui.

Cette différence, bien entendu, gêne considérablement l'apprentissage et entraîne des troubles du langage. Parfois, à trois ou quatre ans, l'enfant ne parle pas du tout, ou bien il rabâche des sons sans signification, ou encore il répète en écho les paroles qu'il entend, apparemment sans les comprendre.

Toutefois, malgré son insensibilité au monde qui l'entoure, le jeune autiste peut s'attacher de façon quasi maniaque à un objet, à un bruit, à l'agencement de sa chambre. Il semble alors éprouver

un besoin impérieux de stabilité. La moindre modification, le moindre déplacement, fussent-ils imperceptibles à ses proches, déclenchent chez lui une soudaine colère ou une frayeur subite.

Quelquefois aussi, l'enfant se conduit de façon étrange, se balançant des heures d'un pied sur l'autre, ou bien, couché, dodelinant inlassablement de la tête de droite à gauche et de gauche à droite.

Pendant longtemps, on a pensé que ces troubles avaient une origine psychologique, voire psychanalytique, et l'on a incriminé les relations entre l'enfant et ses parents, plus particulièrement entre l'enfant et sa mère. Certains sont allés jusqu'à soutenir que l'autisme résulterait d'une attitude de refus de la mère vis-à-vis de son enfant, attitude que ce dernier ressentirait déjà dans le sein maternel à travers l'enveloppe placentaire. Bien évidemment, de telles interprétations ne pouvaient qu'engendrer des sentiments de culpabilité chez

les malheureux parents; de surcroît, elles ont servi de substrat à des méthodes de traitement aujourd'hui très critiquées.

Or, il est de plus en plus flagrant que l'autisme — ou plutôt les autismes —, car il en existe diverses formes, plus ou moins sévères — est une maladie biologique, liée à des anomalies génétiques, c'est-à-dire à la structure anormale de certains gènes ou même de portions entières de chromosomes. Il est vraisemblable que les études en cours apporteront des précisions sur les gènes ou les sites génétiques concernés, mais ce que l'on peut dire dès maintenant, c'est que ceux-ci sont sûrement multiples, étant donné les formes différentes que peut prendre l'affection.

Cette origine génétique de l'autisme vient d'être confirmée, et de la manière la plus probante, par une enquête de grande envergure menée par le Pr Edward Ritvo, de l'Institut de neuropsychiatrie de l'université de Californie (Los Angeles). Cette enquête a porté sur quarante paires de jumeaux autistes, soit près de la moitié de tous les jumeaux autistes des États-Unis.

Pour commencer, le Pr Ritvo et son équipe ont vérifié que chacun des petits malades présentait bien les signes de l'autisme tels qu'ils ont été définis par l'Association américaine de psychiatrie. Il fallait en effet, pour que les conclusions fussent valables, que l'on s'assurât qu'il s'agissait bien de patients autistes, et non de sujets atteints de troubles mentaux quelconques,



présentant seulement une certaine analogie avec les symptômes de l'autisme.

Les critères définis en 1979 par les psychiatres américains sont les suivants :

- 1^o apparition des symptômes avant l'âge de 30 mois ;
- 2^o absence persistante de réaction à autrui ;
- 3^o déficiences graves dans le développement du langage ;
- 4^o en cas de parole, problèmes particuliers tels que l'écholalie (répétition en écho), le langage métaphorique, l'inversion ou la confusion des pronoms personnels ;
- 5^o réactions bizarres à divers aspects de l'environnement ; par exemple, résistance à tout changement, attachement anormal à des objets animés ou inanimés ;
- 6^o absence des hallucinations et de l'incohérence caractéristiques de la schizophrénie.

Certes, une semblable symptomatologie ne rend pas compte de toutes les formes de l'autisme, en

particulier des plus subtiles, mais elle a l'avantage de constituer une base de travail sérieuse et de permettre aux médecins de parler de la même chose : pour être déclaré autiste, un enfant doit répondre au moins à ces critères.

Sur les 40 paires de jumeaux examinés par le Pr Ritvo, il y avait 23 paires de vrais jumeaux (c'est-à-dire provenant tous les deux d'un seul ovule, et possédant par conséquent un patrimoine génétique identique) et 17 paires de faux jumeaux (issus de deux ovules différents et donc dotés de patrimoines génétiques proches mais non identiques, puisque, dans chaque ovule, de même que dans chacun des spermatozoïdes qui les ont fécondés, la répartition des chromosomes d'origine paternelle et d'origine maternelle s'est faite au hasard). Or, lorsque l'un des vrais jumeaux était autiste, dans 22 cas sur 23 le

second l'était également. En revanche, chez les faux jumeaux, la maladie ne frappait les deux sujets d'une même paire que dans 5 cas sur 17.

D'où les conclusions du Pr Ritvo, publiées dans l'*American Journal of Psychiatry* :

- 1^o L'autisme est une maladie d'origine essentiellement génétique.
- 2^o Comme semble l'indiquer la proportion d'autistes parmi les faux jumeaux, la maladie se transmet selon le mode récessif, c'est-à-dire qu'elle ne se manifeste que si l'enfant a hérité le ou les gènes défectueux à la fois de son père et de sa mère. Autrement dit, il faut que l'anomalie soit transmise en deux exemplaires. (L'hypothèse d'une transmission sur le mode dominant, c'est-à-dire par un seul des parents possédant le ou les gènes défectueux, ne peut pas être retenue : cela impliquerait en effet que le père ou la mère soit déjà autiste ; or, les sujets autistes

ne se reproduisent pas.)

3^e. Le ou les gènes défectueux se trouvent obligatoirement sur un chromosome non sexuel (un autosome), sinon ils ne pourraient pas être présents en deux exemplaires chez les garçons, qui ont des chromosomes sexuels différents : X et Y (alors que les filles ont deux gonesomes X).

Cela dit, le Pr Ritvo prend la précaution d'ajouter que le mécanisme responsable de l'autisme est sans doute plus compliqué qu'une simple transmission autosomique récessive, explication qui, bien que logique, laisse subsister pas mal de points d'ombre. Pourquoi, par exemple, les garçons sont-ils plus vulnérables à l'autisme que les filles ? On observe en effet qu'en moyenne il y a trois fois plus de garçons atteints que des filles. Cette proportion apparaît déjà dans la vaste étude familiale entreprise en 1978 par le même Pr Ritvo, en collaboration avec la *National Society for Autistic Children*, une association dont font partie la plupart des parents des jeunes autistes américains : sur les 97 cas d'autisme recensés dans ces familles, 74 concernaient des garçons et 23 des filles.

Plusieurs hypothèses ont été formulées pour expliquer cette inégalité. Ainsi, pour certains chercheurs, les gènes responsables de la maladie s'exprimeraient plus facilement chez les garçons, le contexte étant plus favorable. Pour d'autres, au contraire, les gènes en question seraient plus létaux chez les filles, provoquant l'avortement spontané de nombreux fœtus du sexe féminin. Quoi qu'il en soit, il ne s'agit pour le moment que de conjectures, qui demandent à être vérifiées.

Par contre, une récente découverte confirme les soupçons du Pr Ritvo sur la complexité des facteurs génétiques à l'origine de l'autisme. Une autre anomalie génétique pourrait en effet intervenir dans le déclenchement de la maladie : elle est connue sous le nom de "fragilité du chromosome X". Cette anomalie, visible au mi-

croscope, est caractérisée par une sorte d'étirement situé à l'une des extrémités de ce chromosome, étirement dû sans doute à un défaut de condensation dudit chromosome à ce niveau. Au point de vue clinique, la fragilité du chromosome X entraîne le plus souvent, chez les sujets du sexe masculin, des déformations faciales (visage effilé, oreilles décollées, voûte palatine en ogive) et une arriération mentale habituellement importante, avec troubles du langage et du comportement.

Etudiant le syndrome du chromosome X fragile, deux chercheurs français, le Dr Michel Bénézech, du centre hospitalier spécialisé Charles Perrens à Bordeaux, et le Dr B. Noël, du laboratoire de cytogénétique du centre hospitalier de Chambéry, ont observé 28 sujets mâles porteurs de cette fragilité. Tous étaient des déficients intellectuels placés dans diverses institutions psychiatriques et médico-psychologiques. Or, 15 d'entre eux, soit plus de la moitié, âgés de plus de 8 ans, présentaient depuis l'enfance des manifestations psychotiques correspondant à la définition de l'autisme.

Certes, le Dr Bénézech reconnaît volontiers que la fréquence de l'X fragile est plus élevée en milieu hospitalier que chez la moyenne des patients autistes, et que d'autres études, réalisées sur un échantillonnage moins spécifique, ramènent la proportion des porteurs d'X fragile à environ 5 % des sujets autistes. Il n'en conclut pas moins que « le site fragile X pourrait constituer l'un des facteurs génétiques possibles de certains états d'autisme chez les enfants mâles ».

En Grande-Bretagne et aux États-Unis, d'autres chercheurs ont également fait des constatations identiques, et associé fragilité du chromosome X et autisme. Précautions toutefois que, pas plus pour le Dr Bénézech que pour les généticiens anglo-saxons, l'X fragile ne peut être considéré comme la cause déterminante de l'autisme, pour la bonne raison qu'il s'agit d'un chromosome sexuel et que, comme nous l'avons indiqué plus

haut, le ou les gènes directement responsables de la maladie se trouvent obligatoirement sur des autosomes (chromosomes non sexuels). Il n'empêche que la fragilité de l'X peut être un facteur occasionnel favorisant l'apparition de l'autisme, en particulier chez les sujets du sexe masculin — ce qui constituerait une explication supplémentaire de la plus grande vulnérabilité des garçons. Certains scientifiques, encore plus restrictifs, pensent même que le chromosome X fragile ne joue aucun rôle dans le déclenchement de l'autisme, mais contribue seulement à en accentuer les symptômes. Quant au Pr Ritvo, il a entrepris de contrôler systématiquement le caryotype (l'ensemble des chromosomes d'un individu) de tous les membres des familles concernées par son enquête génoise, afin de dépister chez eux d'éventuels chromosomes X fragiles.

Une approche différente avait déjà conduit, il y a deux ans, une équipe de chercheurs israélies à regarder l'autisme non pas comme le résultat d'un quelconque traumatisme psychologique, mais comme la conséquence d'une anomalie purement biologique, à savoir un dérèglement du système immunitaire. Ces chercheurs avaient en effet décelé chez des sujets atteints d'autisme un processus d'autodestruction comparable à celui que l'on rencontre dans les maladies auto-immunes. Grossièrement, les mécanismes de défense de leur organisme, soudain dévoyés, se mettaient à attaquer leurs propres tissus nerveux. Cette perturbation immunitaire n'existe pas chez des sujets témoins affligés de maladies mentales différentes de l'autisme (1). En conséquence, il semble bien qu'il faille également ranger cette déviation du système immunitaire parmi les causes possibles de l'autisme ou, du moins, parmi les facteurs qui en aggravent les symptômes.

Comme on le voit, et comme le subodorait le Pr Ritvo, l'autisme serait la résultante d'un faisceau de causes indéniablement biologiques, qui toutes n'ont pas encore

été élucidées, et dont il reste à évaluer les influences respectives.

Ceci étant, le dépistage des anomalies génétiques ou chromosomiques responsables de l'autisme ne saurait constituer une fin en soi ; tout au plus une première étape. En effet un gène n'est rien d'autre qu'un alignement de nucléotides commandant la synthèse d'une protéine particulière. Pour comprendre véritablement le mécanisme de la maladie, il faut également identifier, en aval du ou des gènes impliqués, les protéines spécifiques qu'ils font fabriquer par la machine cellulaire, et reconstituer toute la cascade d'événements qui, à partir d'une anomalie de la structure génique, conduit à une altération des fonctions mentales.

Cette tâche est d'une extrême complexité, car des "erreurs génétiques" très différentes peuvent avoir le même effet désastreux sur le fonctionnement du cerveau. Tout excès ou tout défaut de matériel génétique semble capable d'entraîner une arriération mentale plus ou moins sévère, comme si la fonction cérébrale, qui distingue l'homme de tous les autres êtres vivants, était aussi le rouage le plus fragile de la "machinerie humaine".

Pour certaines maladies génétiques, l'origine de la "panne" est connue, et ses conséquences peuvent être minimisées. C'est le cas, par exemple, de la phénylcétonurie, une maladie congénitale rare provoquée par l'absence d'un enzyme (la phénylalanine-hydroxylase) nécessaire à la dégradation de la phénylalanine en tyrosine. L'accumulation de la phénylalanine entraîne en quelques mois, alors que le nouveau-né paraît parfaitement normal, une idiotie profonde et irréversible accompagnée de divers désordres nerveux. Un simple test permet aujourd'hui le dépistage de cette maladie dès la naissance. En cas de diagnostic positif, un traitement diététique comportant la réduction de l'apport alimentaire de phénylalanine au strict minimum indispensable neutralisera le défaut métabolique et évitera l'arriération mentale.

De même que l'absence d'un enzyme, due selon toute vraisemblance à l'altération d'un gène, est à l'origine des troubles mentaux accompagnant la phénylcétonurie, la carence d'une autre substance, le folate, un dérivé de l'acide folique (vitamine du complexe B), semble être en liaison avec l'arriération mentale qui accompagne généralement la fragilité du chromosome X. Des chercheurs britanniques avaient déjà découvert que le manque de folate était susceptible de provoquer une malformation congénitale connue sous le nom de "spina-bifida" (fermeture incomplète de la face postérieure des vertèbres occasionnant des hernies de la moelle épinière), et que cette infirmité pouvait être prévenue dans de nombreux cas par l'administration de folate aux femmes enceintes.

Plus récemment, des chercheurs australiens ont observé qu'il existait un rapport entre la fragilité du chromosome X et l'insuffisance de folate. En France, le Pr Jérôme Lejeune, du laboratoire de génétique fondamentale de l'université de Paris, a confirmé cette observation et l'a complétée en montrant que l'adjonction de folate dans le milieu nourricier de cellules en culture diminuait la fréquence des X fragiles au sein de ces cellules, tandis que, à l'inverse, l'addition d'un antagoniste des folates (le méthotrexate) augmentait cette fréquence. Il est même parvenu à atténuer les symptômes d'agressivité et d'excitation chez de jeunes porteurs de la fragilité X en leur administrant de l'acide folique (5-formyl-tétrahydrofolate).

En définitive, toutes ces recherches, même si elles n'ont encore abouti qu'à des résultats partiels, s'accordent au moins sur un point essentiel, à savoir le fondement "biologique" des troubles mentaux. L'autisme n'échappe pas à cette règle, quoi qu'en pensent les inconditionnels de l'origine psychique de la maladie.

Depuis que, en 1943, Kanner a décrit pour la première fois l'"autisme infantile", trouble mental affectant des enfants d'apparence normale, mais enfermés dans une

sorte de tour d'ivoire, nombreux sont les psychologues et les psychiatres qui n'ont voulu voir dans cette maladie qu'une réponse du nourrisson à des traumatismes affectifs tels que le manque d'amour, l'abandon moral ou les déchirements familiaux. Or, depuis une quinzaine d'années, les preuves s'accumulent qui militent en faveur du caractère essentiellement biologique de l'autisme et démontrent que les facteurs héréditaires (génétiques) y jouent un rôle primordial, soit en étant directement à l'origine des troubles, soit en rendant l'enfant plus vulnérable à leur manifestation.

Dès lors, c'est toute une méthode thérapeutique qui devient caduque. Que dirait-on en effet d'un praticien qui prétendrait soigner le mongolisme par la psychothérapie, voire la psychanalyse ? C'est pourtant ce que l'on a fait ces dernières années avec les autistes. Comme le remarque le Pr Ritvo lui-même, « le traitement des enfants et des adultes autistes en France a été dominé par des psychiatres s'inspirant de théories psychanalytiques ». Et le grand spécialiste mondial de l'autisme ajoute : « Toutes ces psychothérapies n'ont pas résisté à l'épreuve du temps, en dépit des affirmations de guérison et d'amélioration spectaculaire. Les enfants autistes traités par psychothérapie vieillissaient mais ne guérissaient pas. »

Inopérantes, coûteuses, culpabilisantes pour les parents, ces méthodes thérapeutiques dépassées n'en ont pas moins la vie dure : « Cela continue, déplore le Pr Ritvo ; de nombreuses familles passent un nombre incroyable d'heures et dépensent un argent fou pour que quelqu'un devine la signification inconsciente de leur pensée et leur dise ce que signifie le comportement de l'enfant, avec toujours comme appât la promesse de guérison. Croire que de tels échanges peuvent guérir l'autisme est aussi insensé que de croire qu'un échange verbal peut guérir le cancer. »

(suite du texte page 174)

LE VRAI MAÎTRE DES GLOBULES BLANCS

LE CERVEAU NE COMMANDE PAS TOUT.

C'est du moins ce que soutenaient jusqu'à récemment la plupart des immunologistes, qui considéraient notre système immunitaire comme autonome et autorégulé. Des expériences viennent de démontrer le contraire.

Si on met des globules blancs dans une boîte de Petri contenant un liquide et que l'on introduise dans ce milieu un corps étranger, ces globules sécrètent des anticorps qui s'attaquent à l'intrus pour le neutraliser. Sauf pour ceux qui croient à la télépathie, il est évident que le cerveau de l'individu, sur qui ont été prélevés ces globules blancs, n'a en aucune manière pu commander ou même influencer la réaction immunitaire.

Et, de fait, en se fondant sur des considérations analogues, la plupart des immunologistes considéraient que la liaison entre notre cerveau et notre système immunitaire, si elle existe, est ténue, et que ce système de défense, qui repose essentiellement sur les globules blancs — dont certains sont capables d'attaquer directement des corps étrangers, d'autres de fabriquer des anticorps pour neutraliser ces antigènes (nom donné à toute substance étrangère pénétrant dans l'organisme), d'autres enfin de coordonner les activités des premiers —, était autonome, réagissant de lui-même contre toute agression de substances étrangères infiltrées dans notre organisme.

Aujourd'hui, des expériences réalisées dans plusieurs pays, dont la France, démontrent que le cerveau a une influence considérable sur le système immunitaire. Il est même possible de conditionner le cerveau à provoquer une réaction immunitaire en l'absence de tout envahisseur étranger, ou antigène.

Ce conditionnement vient d'être réalisé aux États-Unis, grâce à une série d'expériences ingénieuses dirigées par le Pr Novera Herbert

Spector, de l'Institut national de la santé, et menées à la faculté de médecine de l'Alabama, à Birmingham. Il est en tous points comparable au conditionnement classique réalisé par le physiologiste russe Ivan Pavlov qui, après avoir associé la nourriture avec un son de clochette, faisait saliver ses chiens par le seul tintement de celle-ci.

Dans l'expérience américaine, pour commencer, on exposait des souris, à plusieurs reprises, à l'odeur du camphre, et l'on constatait que cette odeur, comme on pouvait s'y attendre, n'avait aucun effet discernable sur le système de défense immunitaire.

Ensuite, une partie des animaux exposés à l'odeur du camphre recevaient en même temps l'injection d'un produit chimique de synthèse, le poly-I:C (acide polyinosique-polycytidilique), qui active des cellules dites NK (*natural killer*, ou "tueuses naturelles"), globules blancs spécialisés dans l'attaque de cellules étrangères. Cette association odeur-poly I:C était répétée à plusieurs reprises (tout comme Pavlov qui faisait tinter sa clochette chaque fois qu'un de ses chiens recevait la nourriture). A chaque fois, on pouvait constater chez les animaux une augmentation de l'activité des cellules NK, provoquée, comme on pouvait s'y attendre, par le poly-I:C.

Les souris avaient été exposées à cette association neuf fois de suite. La dixième étape consistait à exposer les souris à l'odeur de camphre, sans leur injecter le produit chimique activateur des cellules NK. On constatait que l'odeur seule était suffisante pour provoquer la même activation des NK. Il s'agissait, sou-

ligne le Pr Spector, d'un conditionnement tout à fait pavloien.

Toutes sortes d'expériences de contrôle étaient également réalisées, pour s'assurer qu'il s'agissait bien d'un tel réflexe, et non pas d'une association due au hasard. Ainsi, certains animaux ayant reçu à plusieurs reprises l'injection de poly-I:C associée au camphre, étaient exposés, à la dixième étape de l'expérience, non pas à l'odeur du camphre, mais à une injection "neutre" d'eau; ou encore, les animaux recevaient des injections de produits autres que le poly-I:C, mais en association avec l'odeur du camphre. Rien n'y fit. Une comparaison en fin de course faisait invariablement ressortir chez les animaux conditionnés une activité de cellules tueuses, obtenue par la seule odeur du camphre, activité trois fois plus élevée que chez les souris n'ayant pas été soumises à ce conditionnement.

Chez les animaux traités au poly-I:C, cette activité était 39 fois plus élevée que chez ceux qui n'en avaient jamais reçu et qui, depuis le début de l'expérience, avaient seulement eu des injections d'eau.

En France, une autre série d'expériences, menées depuis plusieurs années par le Pr Gérard Renoux, du Laboratoire d'immunologie de la faculté de médecine de Tours, avec la collaboration des Drs Kathleen Dièze et Micheline Renoux, a fait apparaître un autre aspect, troublant, du pouvoir du cerveau sur le système immunitaire. Le Pr Renoux a montré que, chez la souris, l'ablation d'une partie du cortex cérébral gauche est suivie d'une diminution du nombre de lymphocytes T et de la sécrétion d'anticorps, alors que la même intervention sur la partie droite du cortex cérébral se solde, au contraire, par une augmentation du nombre de lymphocytes T et de la sécrétion d'anticorps.

Le Pr Renoux, qui étudie depuis plusieurs années l'existence d'interactions entre des fonctions cérébrales et le système de défense immunitaire, a effectué, sur trois groupes de souris, trois interventions chirurgicales différentes :

- une ablation partielle du cortex gauche ;
- une ablation partielle, symétrique à la première, du cortex droit ;
- une opération "bidon", lors de laquelle le crâne était ouvert mais aucune partie du cortex cérébral des

animaux n'était enlevée.

Aucune intervention n'était pratiquée sur un quatrième lot de souris servant de groupe de contrôle. Ces expériences étaient bien sûr pratiquées sur des souris d'une même souche et l'on donnait à toutes l'opportunité de se remettre de l'intervention pendant une dizaine de semaines avant l'étape suivante, qui consistait à injecter aux animaux un antigène pour provoquer une réponse immunitaire. Quatre jours après cette injection, les animaux étaient tués et l'on procédait au comptage des cellules immuno-comptétentes, notamment dans la rate, organe lymphoïde ayant une forte concentration de globules blancs.

On constatait que ni le poids du corps, ni celui d'autres organes ne semblaient affectés par les interventions chirurgicales, sauf en ce qui concerne la rate et le thymus, qui jouent tous deux un rôle important dans la formation de lymphocytes immuno-comptétents. Chez les souris ayant subi l'ablation d'une partie du cortex cérébral gauche, le poids de ces organes était nettement réduit. En revanche, chez les souris ayant subi la même intervention du côté droit, le poids du thymus avait nettement augmenté, même par rapport à des animaux non opérés ; le poids de la rate, lui, était inchangé par rapport à son poids normal, mais plus élevé que chez les souris ayant subi l'intervention du côté droit.

Le Pr Renoux constatait également que les lésions pratiquées du côté gauche du cortex réduisaient de 50 % environ le nombre de lymphocytes T, sans affecter le nombre de lymphocytes B, globules blancs producteurs d'anticorps. Mais le taux d'anticorps synthétisés était, lui, diminué.

Cette série d'expériences démontre sans ambiguïté que le cerveau exerce une influence considérable sur le système immunitaire qui n'est pas "autonome" comme le pensaient les immunologistes.

L'aspect le plus curieux de ces expériences est la différence frappante entre les résultats d'une intervention sur le néocortex gauche et le néocortex droit. Répétées à plusieurs reprises, elles confirment en effet qu'un néocortex gauche intact est essentiel au maintien de la quantité normale et de l'activité des lymphocytes T. Il semblerait, selon

l'hypothèse du Pr Renoux, que le néocortex droit, quant à lui, émettrait des signaux antagonistes à ceux du gauche. Ainsi le cerveau exercerait ce contrôle grâce à un système de rétroaction (feedback) dans lequel l'hémisphère gauche jouerait un rôle initiateur et activateur, et le droit, un rôle modérateur.

Le contrôle cérébral sur le système immunitaire pourrait s'exercer par l'intermédiaire d'hormones dont la synthèse est sous la direction du cerveau, notamment les neurohormones, petites protéines (peptides) synthétisées par l'hypothalamus et libérées dans le sang pour réguler les hormones du système endocrinien. Un tel contrôle, dont le mécanisme précis est loin d'être élucidé, expliquerait peut-être de nombreuses observations plus ou moins anecdotiques selon lesquelles des émotions et des stress divers, même mineurs, mais répétitifs, sont immunodépresseurs et peuvent donc rendre l'organisme plus vulnérable aux infections et autres agressions contre lesquelles nous sommes protégés par notre système immunitaire.

Ces travaux éclairent aussi d'un jour nouveau les connaissances sur la spécialisation des hémisphères cérébraux, spécialisation que l'on croyait être un attribut exclusivement humain. On sait depuis plus d'un siècle que l'hémisphère cérébral gauche est, chez un individu droitier, le siège de la réalisation du langage, et qu'il commande l'écriture, par la main droite. C'est aussi l'hémisphère privilégié du raisonnement, et on désigne son rôle prépondérant chez l'homme sous le terme de "dominance hémisphérique". Des études récentes ont d'ailleurs montré que chez la plupart des gens, l'hémisphère cérébral gauche est plus volumineux que le droit. Or, souligne le Pr Renoux, il y a maintenant des preuves que la spécialisation hémisphérique existe également chez des animaux, notamment chez les rongeurs. « Notre étude, écrit-il, est peut-être la première à signaler une asymétrie majeure de l'organisme par laquelle une réaction à l'environnement, telle qu'elle est exprimée par le système immunitaire, n'est pas également représentée par chacun des hémisphères cérébraux. »

Des enquêtes récentes semblent indiquer qu'une telle asymétrie peut également influer sur le système de défense immunitaire de l'homme. On

a constaté, par exemple, que les troubles immunitaires étaient plus fréquents chez les gauchers que chez les droitiers. Chez les gauchers, l'hémisphère droit domine et exerce peut-être une inhibition plus forte sur l'activation du système immunitaire, liée à l'hémisphère gauche. Par ailleurs, une étude entreprise par des chercheurs de la Harvard University, à Boston, sur une dizaine de milliers de lycéens américains, et dont les résultats complets n'ont pas encore été publiés, semble indiquer un rapport direct entre la latéralisation cérébrale (et manuelle) et la fonction immunitaire ; en gros, les élèves les plus précoces sont des garçons, myopes, gauchers, et vulnérables aux maladies allergiques.

Le système immunitaire et le système nerveux central ont entre eux des similarités frappantes, remarque le Pr Renoux. Les deux sont dotés d'une diversité cellulaire remarquable ; les deux ont des fonctions de mémoire qui n'existent pas dans d'autres systèmes cellulaires. L'apprentissage de cellule en cellule dans chacun de ces systèmes met en jeu des réseaux complexes par lesquels les messages sont transmis et enregistrés. En outre, certaines structures immunitaires ont des récepteurs pour les neurotransmetteurs synthétisés par le système nerveux, et peuvent donc en recevoir des messages.

Des cellules immunitaires — lymphocytes et macrophages, qui sont des globules blancs — peuvent, elles, produire des endorphines (sortes de morphines naturelles intervenant dans la transmission nerveuse) et excréter des substances telles que des interférons et des prostaglandines, pouvant être actives dans certaines régions cérébrales. Il y a donc "dialogue" entre ces deux systèmes, le nerveux et l'immunitaire.

En somme, le Pr Renoux émet l'hypothèse que le système nerveux central est l'ultime organisateur du système de défense immunitaire, qu'il contrôlerait comme il contrôle le comportement et les mécanismes psychiques d'un individu. L'hypothèse est certes hardie. Il y a très peu de temps encore, elle n'était guère pensable. Mais dans le contexte des relations que l'on est en train de mettre à jour entre le cerveau et le système immunitaire, elle devient plus que vraisemblable. ●

HOMÉOPATHIE : L'EXPÉRIMENTATION DIT NON

**LES PREMIERS RESULTATS D'ESSAIS RIGOUREUX CONDUITS
A L'HOPITAL ROTHSCHILD ET A L'INSTITUT PASTEUR**

à la demande de "Science & Vie" démentent formellement l'efficacité d'*Apis mellifica*, médicament homéopathique dont les préputées propriétés anti-allergiques ont fait l'objet d'une vaste campagne de publicité.

Nos deux articles sur l'homéopathie (¹) semblent avoir ému les laboratoires Boiron, principaux fabricants de produits homéopathiques. Qu'y faire ? Nous nous attachons à servir la vérité scientifique ainsi que le bien public, et pas plus à nuire qu'à plaire à des intérêts particuliers quels qu'ils soient.

Un très grand nombre de médecins nous ont spontanément communiqué une lettre qu'ils ont reçue des laboratoires en question, dans laquelle ces derniers font savoir qu'ils nous poursuivent en justice. Beaucoup de destinataires en auront conclu en toute bonne foi que notre cas était mauvais, ce qui était sans doute le but recherché par les expéditeurs.

Mais au moment de mettre ce numéro sous presse nous n'avons aucune nouvelle d'une plainte déposée contre nous, bien que plusieurs mois se soient écoulés depuis la publication de notre premier article, et même depuis l'envoi de la lettre annonçant les poursuites. Faudra-t-il sommer les laboratoires Boiron de les engager effectivement, ou bien d'envoyer une rectification aux médecins à qui ils les ont annoncées ?

Dans le même temps, une grande campagne de publicité a soudainement été lancée dans la presse, la radio et la télévision, autour d'expériences réalisées

dans le laboratoire du Dr Benvéniste à l'INSERM. Le Dr Benvéniste avait d'ailleurs déjà mentionné ces expériences lors d'une "table ronde" organisée le 17 janvier à laquelle nous avons fait allusion dans notre numéro de mars. Aussi ne peut-on qu'être surpris lorsqu'il affirme à un de nos confrères que les spectaculaires résultats de son expérience avaient été publiés « sans son accord et de façon prématurée » (²).

Car à la table ronde en question, organisée par la revue médicale *Impact Médecin*, les journalistes conviés étaient expressément invités à lui poser des questions. Or, il est bien évident qu'une revue médicale n'organise pas ce genre de rencontre (d'ailleurs largement annoncée dans son numéro précédent) pour enfouir le compte-rendu dans un tiroir. Jacques Benvéniste savait donc parfaitement que ses propos étaient destinés à être publiés, et même qu'on l'avait fait pour cela...

La table ronde s'était achevée, nous l'avons dit, dans une certaine agitation : le Pr Francis Marcel Kahn contestait vigoureusement les déclarations du Dr Benvéniste, et finalement, les homéopathes avaient accepté de participer, sur l'offre du Pr Kahn, à des essais qui auraient lieu dans le service de ce dernier à l'hôpital Bichat, selon la procédure imaginée par le Dr Besse (et que nous avons exposée

dans *Science & Vie*).

De cette acceptation, donnée du bout des lèvres, on n'a plus entendu parler. Par contre, les médecins ont reçu la lettre mentionnée plus haut, et une large publicité a été donnée aux expériences de l'INSERM (notamment dans l'émission "Droit de réponse" de Michel Polac du 9 mars 1985).

Precisons que les travaux réalisés par l'équipe du Dr Benvéniste résultent d'un contrat signé en 1983 entre l'INSERM d'une part, et d'autre part les laboratoires Boiron et les Laboratoires homéopathiques de France. Reconduit pour 1984 et 1985, le contrat prévoyait des expériences destinées à tester l'efficacité de plusieurs produits homéopathiques sur des cultures de cellules *in vitro* (c'est-à-dire en éprouvette).

Or, selon le Dr Benvéniste, ces expériences auraient prouvé la réalité d'une action biologique. Dans la lettre qu'il nous adressait après la publication de notre premier article, le Dr Bureau, président du Syndicat national des médecins homéopathes, décrivait ainsi l'expérience réalisée sur l'un de ces produits, *Apis mellifica*, un "médicament" vendu comme efficace contre les inflammations aiguës : « Dans le diagnostic des réactions allergiques est utilisé en routine le test de dégranulation des basophiles humains *in vitro*. Ces globules blancs libèrent leurs granulations au contact d'un allergène. Il a été constaté que *Apis mellifica* en 15 cH bloquait dans 60,8 % des cas cette dégranulation des basophiles. Il est à noter qu'il n'existe sur le marché pharmaceutique aucune autre substance ayant un tel effet. » Déclaration bien audacieuse !

L'enquête très poussée que nous

(1) *Science & Vie*, décembre 1984 et mars 1985.

par Pierre ROSSION

(2) *Le Nouvel Observateur*, 12 avril.

avons menée sur cette affaire nous a conduit à demander à des laboratoires hautement qualifiés de procéder à leur tour à des essais, non plus sur des échantillons fournis à cet effet par les Laboratoires Boiron et les laboratoires homéopathiques de France, mais tout simplement sur des produits achetés en pharmacie. Nous connaissons déjà le résultat pour *Apis mellifica*. L'efficacité est nulle : il n'y a pas d'action biologique.

Selon les traités d'homéopathie, *Apis mellifica* est préparée à partir d'abeilles entières macérées dans l'alcool. Les insectes doivent auparavant avoir été excités de manière à devenir plus agressifs, ce qui stimule la sécrétion de venin. D'après le dogme homéopathique, ce venin, en dilution infinitésimale, guérira les inflammations aiguës accompagnées d'œdème, c'est-à-dire de symptômes semblables à ceux que provoquent des piqûres d'abeilles.

Dans la réalité scientifique, le venin d'abeille contient principalement deux peptides : la mellitine (50 % du poids sec) et l'apamine (2%). Leur action pharmacodynamique sur l'homme est bien connue. La mellitine entraîne la lyse des globules rouges, l'altération des tissus et l'accélération des rythmes cardiaque et respiratoire. L'apamine excite le système nerveux. Le venin contient aussi des enzymes dont l'action sur l'homme est mal connue, et enfin des amines (1 % du poids sec) dont la norépinéphrine et la dopamine, qui accélèrent le rythme cardiaque, et surtout l'histamine, un vasodilatateur des capillaires, stimulant de diverses sécrétions et facteur d'états allergiques (choc anaphylactique, urticaire, eczéma, asthme, etc.).

Que le venin ait des effets biologiques, on ne le sait que trop : il peut tuer, surtout les gens allergiques ou déjà sensibilisés, en provoquant un choc anaphylactique. Comme pour d'autres substances toxiques, on lui a trouvé des applications thérapeutiques, sous forme de pommades révulsives. Certains ont même naguère proposé de soigner les rhumatisants en les fai-

sant piquer par des abeilles : ce traitement de primitif ne semble pas avoir eu beaucoup de succès. Toutefois, dans les expériences dont nous parlons, on ne teste pas le venin : on teste un produit qui contient toutes les substances citées plus haut, plus le corps entier de l'insecte, ailes, yeux, viscères etc., et qui plus est, en dilution infinitésimale. Prescrit au nom du "principe de similitude", il est censé guérir des allergies dont les symptômes ressemblent à ceux que présentent les victimes du venin.

Et comment fait-on une telle dilution ? On commence par mélanger une part de substance active (ici de l'alcoolature d'abeille) à 99 parts de solvant et en soumettant le mélange à un nombre déterminé de secousses rapides ou "successions". On obtient ainsi 1 cH, la première "centésimale hahnemannienne" (de Hahnemann, nom du fondateur de l'homéopathie). On la mélange encore à 99 parts de solvant; cette 2 cH est diluée à 100×100 , soit 10 000 fois. On secoue, et on continue. A 3 cH, la substance active est diluée un million de fois, à 4 cH, cent millions de fois, à 5 cH, dix milliards, à la quinzième, on trouve, pour une part de substance active 1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 de parts de solvant.

Des esprits soupçonneux, mais qui crurent pourtant aux déclarations du

Dr Benvéniste, sont allés jusqu'à insinuer que les laboratoires fournisseurs auraient très bien pu introduire dans le solvant des corticoïdes, substances à activité anti-inflammatoire bien connue. A quoi le Dr Benvéniste répond que ce truquage n'aurait eu aucun intérêt, puisqu'à sa connaissance il n'existe aucune substance anti-inflammatoire capable de produire les effets qu'il a constatés pour *Apis mellifica*.

Remarquons que dans sa lettre à *Science & Vie*, le Dr Buraud était plus prudent en écrivant « aucune substance sur le marché pharmaceutique ». Nuance... Mais il est temps de décrire les expériences

réalisées sur les effets anti-allergiques attribués à *Apis mellifera*.

La réaction allergique de l'organisme fait intervenir deux classes de globules blancs : d'une part les lymphocytes B, et d'autre part les



polynucléaires basophiles du sang (ainsi nommés pour leur affinité avec des colorants basiques) et leurs équivalents dans les tissus, les mastocytes.

Les lymphocytes B, issus de la moelle osseuse, ont pour fonction de produire des anticorps, lesquels neutralisent les antigènes. Les anticorps sont des protéines du sang, les immunoglobulines, dont il existe plusieurs sortes. Celles qui sont à l'origine de l'allergie sont classées IgE. Découvertes en 1966, elles sont dix fois plus abondantes chez les allergiques que les sujets sains. Chez l'allergique, il y a donc surproduction d'IgE, dirigées contre des allergènes, c'est-à-dire contre les antigènes de l'environnement : poussières, pollens, poils d'animaux.

Une caractéristique des IgE est qu'elles se fixent en des points bien déterminés (les récepteurs) de la membrane de certaines cellules cibles : les polynucléaires basophiles du sang et les mastocytes des tissus. En outre, ces cellules-cibles contiennent dans leur cytoplasme — la matière qui se trouve autour du noyau —, de grosses granulations particulières, très riches en médiateurs chimiques, dont l'histamine. C'est la libération de ces médiateurs qui est à l'origine du phénomène explosif de l'allergie de type immédiat (rhume des foins, par exemple). Lorsque l'allergène se lie à deux IgE, elles-mêmes déjà fixées sur la mem-.

"Apis Melifica" : aussi efficace contre les inflammations aiguës, qu'un bon "grog" contre l'alcoolisme.

brane des basophiles ou des mastocytes, ces cellules se cassent, comme des sacs de billes, et laissent échapper les substances chimiques qu'ils contiennent : c'est la dégranulation. Ce phénomène est mis à profit pour des tests qui permettent, d'une part de dépister des allergies, d'autre part d'expérimenter les éventuels médicaments anti-allergiques.

Les tests (voir photo et dessin, ci-dessous et page de droite) consistent à observer *in vitro*, sur un échantillon de sang, la réaction des basophiles mis en contact avec un allergène. Si l'échantillon a été prélevé sur un sujet allergique, l'allergène forme un pont entre les IgE fixées sur la membrane des basophiles ; ce qui entraîne la dégranulation de ces derniers, facilement mise en évidence par le fait que les granules sont sélectivement colorables par le bleu de toluidine. Les basophiles qui perdent leurs granules perdent en même temps cette coloration : on a ainsi la preuve que l'allergène testé est bien le responsable des réactions allergiques d'un patient.

Pour tester un médicament donné comme anti-allergique, on cherche à voir s'il empêche la dégranulation de basophiles mis au contact d'un allergène auquel habituellement ils réagissent. Si le médicament n'empêche pas la dégranulation, c'est qu'il est inefficace, tout au moins *in vitro*. S'il l'empêche, c'est qu'il est efficace.

Inventé par un Américain, le Pr W.B. Shelley, et utilisé pendant une dizaine d'années, ce test a été abandonné sous sa forme pri-

L'HOMÉOPATHIE BIEN REPRÉSENTÉE AU SALON DE LA CRÉDULITÉ

Au milieu de la page entière qu'il insérait dans la presse quotidienne pour annoncer le Salon des "Médecines douces", le magazine qui s'est donné ces deux mots pour titre jubilait en gros caractères : « Enfin ! Bravo et merci, Monsieur le Président. » Cette exclamation répondait à la lettre dont nous citons par ailleurs quelques passages.

Nous ne savons pas si le chef de l'Etat a honoré le Salon de sa visite. Il y aurait trouvé bien des choses dignes d'intérêt. Par exemple, la propagande de la Ligue pour la liberté des vaccinations, autrement dit pour le droit de s'y opposer. Si cette belle réforme avait été adoptée il y a une dizaine d'années, un mal qui a épouvé l'humanité durant des millénaires, la variole, serait encore parmi nous, alors que la science (pour la première fois dans l'histoire des maladies) a réussi à éliminer définitivement le virus variolique de notre planète. La poliomérite, qui faisait des milliers d'infirmes à vie, n'aurait pas régressé spectaculairement en quelques années.

Il est vrai que pour combattre des troubles de santé, le Salon des Médecines douces offrait à ses visiteurs un large assortiment de thérapeutiques "parallèles" ou "alternatives". Pour la plupart parfaitement inopérantes, et exploitant de très vieux fantasmes, comme l'action bénéfique des aimants, "déjà connus des anciens Egyptiens" et qui aurait été redécouverts "par des savants japonais". Des pastilles magnétiques soulageront vos migraines et vos douleurs. Si vous louchez, une pastille fixée avec du sparadrap sur la pommette du côté de l'œil déviant remettra celui-ci dans la bonne direction (en l'attirant ?). Il arrive que l'action bénéfique soit instantanée : on nous assure qu'un escrimeur brillant, saisi par la fatigue après une demi-heure de combat, a retrouvé toute sa virtuosité dès qu'on lui a posé un aimant sur la joue droite. Suivent des adresses de magnétothérapeutes et celle d'une firme au nom japonais où l'on peut s'approvisionner en plaques magnétiques.

Ces anecdotes invérifiables ne s'accompagnent d'aucun compte-rendu d'expérimentation clinique en bonne et due forme. Il serait pourtant

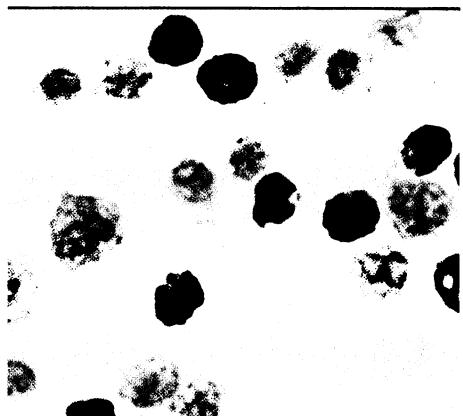
facile d'en mener une selon la procédure dite en double aveugle. Il suffirait de constituer un échantillon randomisé (c'est-à-dire désigné par le hasard) de patients souffrant d'une même affection. Les uns se verraiient coller une pastille aimantée, les autres une pastille de même aspect sans action magnétique. On verrait bien. Si l'essai n'a pas été tenté, il doit y avoir une bonne raison. Il convient de reconnaître à la magnétothérapie le mérite de l'innocuité, si ce n'est pour les portefeuilles.

Moins innocents sont les appareils qui offrent de vous protéger contre les "ondes nocives". Car on touche là à un délire bien connu des psychiatres. La publicité qui l'exploite vise à le renforcer. Attention, avertit-elle, un réseau de rayons telluriques « quadrillent toute la surface du globe et traversent chaque habitation ». Des troubles allant de l'insomnie jusqu'au cancer et aux maladies cardiaques peuvent se manifester sur ces lieux. « Agressé par les radiations telluriques, l'homme, jusque dans son lit (où il passe le tiers de sa vie), est souvent pris au piège par ces forces dont il ne perçoit pas directement l'existence. » Si seulement vous dormez mal, si vous vous réveillez fatigué, c'est que vous êtes la proie de rayons telluriques. Ne perdez pas une minute. Contre trois timbres-poste, vous recevez une documentation sur le "drap protecteur" que vous pouvez mettre dans votre lit. Il est « testé scientifiquement ». On ne dit pas où ni par qui, ni ce que sont ces ondes ignorées des physiciens. Mais deux sûretés valent mieux qu'une.

Outre le drap vous pouvez acquérir (2 199 F plus frais d'envoi), le régénérateur biotique Equilibre-Correction qui neutralise les ondes nocives en émettant des ondes bénéfiques sur une surface de 250 m². Pas de consommation d'électricité : placé au centre de l'habitation, ce bidule fonctionne dès qu'on l'orienté selon l'axe des pôles magnétiques.

Mais peut-être voudriez-vous apprendre à détecter vous-même ces ondes nocives insaisissables dans les laboratoires ? Pour 2 300 F on vous offre un stage d'été dans les Vosges, à l'hostellerie du Mont Sainte-Odile

Échantillon de sang montrant des basophiles (boules noires) mêlés à d'autres types de globules blancs. Chez les sujets allergiques à une substance donnée, les basophiles mis en présence de cette substance, "dégringulent" et disparaissent. Si un médicament empêche la dégranulation, c'est qu'il est actif, tout au moins *in vitro*. S'il ne l'empêche pas (comme c'est le cas pour "Apis mellifica"), il n'a aucune activité.



« haut lieu vibratoire et haut lieu de l'Histoire et de la Nature ». Vous y expérimenterez la baguette du sourcier, le pendule, et en partant vous recevrez une "attestation" que vous pourrez coller au mur de votre salon personnel.

Autres stages alléchants : naturopathie, ostéopathie, iridologie, mémoire de surdoué, voyance, télépathie, médiumnité, découverte de vies antérieures, etc. Apprenant l'anglais sous hypnose, vous le parlerez en dix jours. De surcroit, vous perdrez votre timidité, et vous dormirez bien la nuit.

Vous voudriez bien vous soigner par l'acupuncture, mais ça pique ! Qu'à cela ne tienne. China-Point met à votre portée « l'acupuncture sans aiguille ». Suit, assortie d'une citation du Dr Niboyet, auteur du fameux rapport au ministère de la Santé, recommandant notamment l'officialisation de l'enseignement de l'homéopathie et de l'acupuncture. Citation au demeurant anodine, où il n'est question que de l'innocuité de l'acupuncture. On aimerait pourtant savoir ce que le docteur Niboyet pense de cette utilisation publicitaire de son nom pour des inepties.

Dans la même note, le Back Roller massera les zones réflexes sur les méridiens d'acupuncture de la colonne vertébrale. Le Footsie Roller, celles de la plante des pieds.

Et l'homéopathie ? Plusieurs conférences et stages d'initiation lui étaient consacrés. Les médicaments homéopathiques ne pouvaient être exposés, pas plus que d'autres produits de pharmacie : la loi s'y oppose. Mais les visiteurs se voyaient distribuer en abondance, à l'entrée comme à la sortie, des tracts d'associations de défense des médecines douces ou de l'homéopathie, ainsi que des cartes postales de solidarité à envoyer aux pouvoirs publics.

Pauvres médecines douces, qui peuvent s'offrir des pages entières de publicité dans des quotidiens ! Pauvre homéopathie, dont le chiffre d'affaires annuel est évalué à 400 millions de F et augmente de 20 % chaque année ! En grande partie, rappelons-le, à la charge de la Sécurité sociale. Pendant que la recherche sur le cancer doit organiser des quêtes sur la voie publique... M.R.

mitive. Le sang humain ne contient, en effet, qu'environ 40 basophiles par mm^3 ; c'est trop peu pour donner un résultat statistiquement significatif. Par exemple, si on observe la dégranulation de 20 basophiles, on dira qu'il y a dégranulation de 50 %. Si le sang contient 400 basophiles par mm^3 de sang, comme c'est le cas chez le lapin, une dégranulation de 200 basophiles sur 400 sera elle aussi de 50 %. Mais elle sera beaucoup plus significative que la précédente, parce que l'échantillon considéré est de plus grande taille ; la possibilité que le résultat soit dû au hasard est bien plus faible.

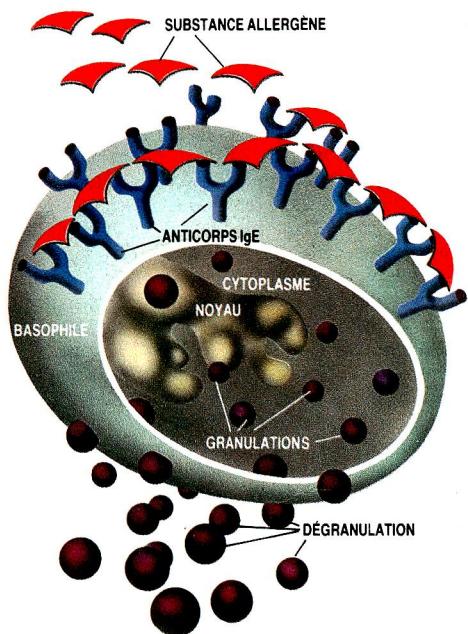
Alors que le test n'est plus en usage, le Dr Benvéniste redécouvre la dégranulation des basophiles et conçoit alors un test semblable à celui de Shelley. Il propose à Pasteur-Production de le commercialiser ; son projet n'est pas retenu. Il se tourne alors vers les laboratoires Stallergène, qui le commercialisent sous le nom de Basokit. Comme on eût pu le prévoir, Basokit se révèle peu fiable à l'usage : les laboratoires Stallergène l'abandonnent en 1982. C'est cependant ce test à l'efficacité reconnue comme incertaine que le Dr Benvéniste a appliqué à l'étude d'*Apis mellifica*.

Or, le test Shelley a été remplacé par un autre, nettement plus fiable. Mis au point par les Prs Leynadier, H. Luce et J. Dry, du Centre d'allergologie de l'hôpital Rothschild, et baptisé Allergolam, il est actuellement produit par Diagnostic Pasteur, une branche commerciale de l'Institut Pasteur.

Son principe est tout simplement d'enrichir l'échantillon avec les basophiles du même sujet : on concentre dans cet échantillon, par centrifugation, les basophiles présents dans un volume de sang dix ou vingt fois supérieur. Avec ces concentrations en basophiles 10 à 20 fois supérieures à celles du sang humain normal, on peut espérer obtenir des résultats statistiquement significatifs.

Ce test-là est considéré comme fiable. Trop fiable sans doute pour certains. Car c'est ici que l'histoire se corse. Il y a deux ans, les laboratoires Boiron avaient contacté le

Pr Leynadier pour qu'il étudie l'action de produits homéopathiques sur la dégranulation de basophiles, afin de leur trouver une éventuelle activité anti-allergique. Le Pr Leynadier avait proposé un protocole expérimental rigoureux,



utilisant le redoutable Allergolam. Les laboratoires Boiron ont préféré se tourner vers le Dr Benvéniste.

Comme nous l'avons dit au début de cet article, des expériences viennent d'être effectuées à notre initiative sur *Apis mellifica*. A l'hôpital Rothschild, le Dr Margarita Murietta, de l'équipe du Pr Leynadier, a prélevé le sang de 15 malades allergiques. Et par la technique Allergolam, elle a testé *Apis mellifica* sur ce sang, aux dilutions qu'avait utilisées le Dr Benvéniste, soit 5 ch, 9 ch, 15 ch. Notre chercheur est même monté jusqu'à 30 ch, c'est-à-dire une dilution où l'on trouverait — si c'était possible — une part d'*Apis mellifica* pour 1 suivi de 60 zéros parts de solvant. Pourquoi pas ? Le Dr Benvéniste n'avait-il pas assuré que plus la substance était diluée, plus le médicament était efficace ? Résultats : à 5 ch, 9 ch, 15 ch et 30 ch, *Apis mellifica* n'empêche en rien la dégranulation des basophiles et n'a donc *in vitro* aucune efficacité contre l'allergie.

Dans le sang des sujets allergiques, lorsque l'allergène (poussières, pollens, etc.) se lie à deux anticorps IgE eux-mêmes fixés sur les basophiles (sorte de globules blancs), ces basophiles se cassent, libérant les granulations qu'ils contiennent : c'est la dégranulation. Et c'est l'histamine contenue dans ces granulations qui déclenche l'allergie (rhume des foins, œdème, etc.).

Nous avons également demandé à l'Institut Pasteur, au Dr Bernard David, membre de l'Académie américaine d'allergologie et chef de l'unité d'immuno-allergie de l'Institut Pasteur — unité de réputation internationale et compre-

AVANT LES ABEILLES LES CAILLES

A ceux qui seraient tentés de nous reprocher une rigueur scientifique excessive à l'égard de l'homéopathie et d'*Apis mellifica*, nous ferons observer que nous sommes instruits par l'expérience. En août 79, nous apprenions qu'un médecin généraliste de Rochechort, le Dr J.C. Truffier, surnommé « Docteur Nature » par ses concitoyens, traitait l'allergie avec des œufs de caille. Renseignements pris auprès d'un spécialiste de l'INSERM, qui avait vérifié, affirmait-il, les résultats du Dr Truffier et qui avait constaté que, chez 29 patients sur 30 l'œuf de caille bloquait la dégranulation, cause de la réaction allergique, nous avons consacré un article favorable à cette méthode.

L'article eut du succès. « Les patients faisaient la queue à l'hôpital Rothschild avec le numéro de *Science & Vie* sous le bras », rappelle le Pr Leynadier. Les Laboratoires Mérieux en vinrent à préparer des œufs de caille lyophilisés, à des fins commerciales. Mais, ayant testé ce produit sur l'homme, ils n'en trouvèrent pas les effets significatifs et renoncèrent à leur entreprise.

Le spécialiste de l'INSERM cité plus haut envisageait de déterminer le principe actif de l'œuf de caille. A ce jour, il ne l'a pas trouvé. Ce spécialiste était le même Dr Benveniste dont il est question dans ces pages. On comprendra aisément notre prudence à l'égard des assertions de ce médecin à propos d'*Apis mellifica*.

Il est possible que l'on trouve un jour le principe actif hypothétique de l'œuf de caille. Les Laboratoires Promédica envisagent de tester ces œufs sur l'homme en double aveugle. En attendant, rien n'est prouvé, pour ces œufs comme pour le produit homéopathique en question.

Nos lecteurs voudront bien nous pardonner une baisse accidentelle de vigilance, voire de méfiance, diront certains. Nous n'y sommes pas souvent sujets.

nant plus de 10 chercheurs —, de tester l'éventuelle efficacité d'*Apis mellifica* par une autre méthode, plus sophistiquée et plus complexe. Elle consiste non à observer la dégranulation, mais à doser *in vitro* l'histamine contenue dans les granulations.

Les expériences préliminaires effectuées sur des basophiles de sujets allergiques ont montré, selon les conditions expérimentales utilisées par Pr David, qu'*Apis mellifica* à 5 ch, 9 ch, 15 ch et 30 ch n'entraîne aucune

modification du taux d'histamine, autre preuve que les basophiles sont indifférents au produit. Ces résultats confirment donc ceux du Pr Leynadier.

Mais ajoute le Pr David « des expertises sont en cours pour apporter des renseignements complémentaires ». Nos lecteurs seront tenus au courant.

Les résultats obtenus à l'hôpital Rothschild et à l'Institut Pasteur sont donc en totale contradiction avec ceux du Dr Benveniste. Nous ne pouvons en dire plus, tant que les travaux en question ne seront pas publiés. Le Pr Leynadier tient à préciser qu'il réserve la communication de ses résultats détaillés à une publication scientifique spécialisée. Une réserve qui contraste d'ailleurs avec les interviews et les déclarations du Dr Benveniste.

Que dire en effet des titres de certains articles, comme « les scientifiques sortent l'homéopathie du ghetto ». Miracle de l'article défini pluriel, qui permet au lecteur de croire que c'est l'ensemble de la communauté scientifique qui emboîte le pas aux homéopathes, alors qu'en l'occurrence il s'agit d'un seul chercheur, dont les déclarations sont pour le moins controversées.

Pourtant, s'il est un cas où la discréption s'imposait avant toute communication en bonne et due forme dans une publication scientifique, c'est bien celui-là. On ne connaît encore le protocole des expériences du Dr Benveniste, ni le matériel utilisé, ni le mode de préparation de chaque réactif. Ce serait bien le moins pour des expériences que les médias se sont hâtés d'exploiter en faveur d'une thérapeutique plus proche de la magie que de la science. Un chercheur de l'équipe de Benveniste qui a participé aux recherches sur *Apis mellifica* s'en étonne lui-même. « Je ne comprends pas, nous dit-il, pourquoi Benveniste a parlé, alors qu'il nous avait assuré qu'il ne dirait rien. »

A vrai dire toute l'affaire se situe dans un singulier contexte, où l'homéopathie n'est pas seule intéressée.

« On n'interroge pas assez le président de la République sur les

médecines douces. Depuis longtemps, sans doute, M. Mitterrand voulait s'exprimer sur le sujet. » C'est par ces mots que le journal *Le Monde* (3 mars 1985) commentait la réponse que le chef de l'Etat avait pu faire à une question opportunité posée par M. André Bergeron, secrétaire général de Force Ouvrière. « Vous avez appelé mon attention sur le développement des techniques médicales non conventionnelles, lui écrivait M. Mitterrand. Il s'agit là d'une réalité sociale qu'il n'est pas possible d'ignorer. » Et il annonçait la prochaine mise en place « d'un groupe de réflexion réunissant de façon paritaire des scientifiques et des membres du collectif de défense des médecines alternatives ». Ce groupe serait chargé d'établir une méthodologie d'évaluation des médecines en question.

In peut s'interroger sur le critère de « réalité sociale ». La toxicomanie, par exemple, ou les sectes laveuses de jeunes cerveaux sont des réalités sociales. En méritent-elles moins ou davantage de considération ?

L'organisation de l'enseignement de la médecine et le statut du corps médical sont assurément affaire de gouvernement. En est-il autant du jugement à porter sur la valeur d'une thérapeutique et plus généralement d'une théorie scientifique ? Les Etats-Unis ont eu un président qui affirmait avoir de ses yeux vu des soucoupes volantes. Ils en ont un qui soutient les fondamentalistes dans leur lutte pour chasser des écoles l'enseignement de l'évolutionnisme. La biologie soviétique ne s'est jamais remise de l'aventure de Lysenko.

Il existe en France une Académie de médecine. Elle ne prétend pas à l'infraibilité, mais enfin elle est composée de gens qui savent de quoi ils parlent. Pour ce qui est de l'homéopathie, elle a demandé, à l'unanimité moins une abstention, que les médicaments homéopathiques soient soumis aux contrôles que la loi impose à tous les produits pharmaceutiques. Est-ce pour cette raison qu'elle n'est pas consultée ?

L'HORLOGE à POISSON

PRENEZ UN POISSON, PLACEZ-LE

DANS UNE HORLOGE A LA PLACE D'UN QUARTZ

et vous obtenez une horloge à poisson. Cette propulsion inattendue a été réalisée et présentée à la Foire-exposition de Nancy en 1983 et on peut aller en vérifier la vérité à la ménagerie du Jardin des plantes de Paris, en attendant qu'elle retrouve sa place définitive, à l'Aquarium tropical de Nancy.

In ne s'étonnera pas de ce qu'elle ait été conçue par un philosophe. Professeur agrégé de philosophie au Lycée Henri Poincaré, à Nancy, M. André Florion, l'inventeur de la première horloge à poisson (on peut aussi sacrifier au plaisir des néologismes et l'appeler horloge bio-électrique), fut, comme Beaumarchais, soucieux du temps qui passe. Beaumarchais inventa l'échappement à cylindre (il était fils d'horloger), lui, l'horloge à poisson.

L'idée lui en vint à la lecture d'un article sur le gymnarque, *Gymnarchus niloticus*, poisson d'Afrique qui a la propriété d'émettre des signaux électriques d'une grande régularité. C'était en 1963. Huit ans plus tard, M. Florion trouve un gymnarque chez un vendeur de Francfort. Il l'emporte à Paris et vérifie à l'aide d'un oscilloscope le tracé impeccable des signaux de l'animal : 300 Hz. Mais c'était peu en comparaison avec d'autres variétés de congénères, comme le sternarque, *Sternarchella species*, d'Amérique du Sud, qui atteint 2 100 Hz, et, en tout cas, avec un oscillateur à quartz classique, 4 473 924 Hz.

Le sternarque eût offert une meilleure précision, mais il a l'inconvénient d'émettre des signaux à très faibles distances, ce

qui eût imposé, pour les capter, un aquarium de petites dimensions, donc inconfortable. Force fut d'en revenir au gymnarque.

Décrit pour la première fois par Cuvier en 1829, comme un Mormyriforme, ordre de poissons de la sous-classe des Téléostéens ou poissons à squelette osseux, le gymnarque se distingue des autres Mormyriformes par plusieurs caractères : une vessie natatoire ayant un rôle pulmonaire, un appareil caudal dépourvu de nageoire, une nageoire dorsale étendue sur toute la longueur du corps, un cerveau et une oreille interne organisés différemment, enfin l'absence de ceinture pelvienne et de nageoire anale.

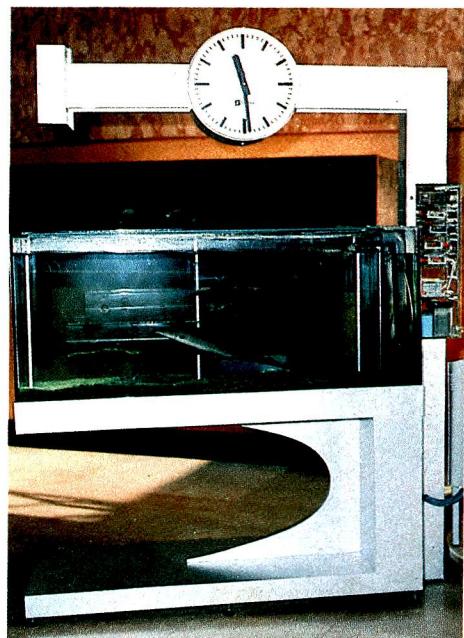
Sept fois par heure, en moyenne, le gymnarque doit, pour compléter l'insuffisance de sa respiration branchiale, monter à la surface et renouveler sa provision d'air, emmagasinée dans sa vessie natatoire. M. Florion a aussi remarqué que les poissons électriques africains et américains ont inventé indépendamment, et chacun de leur côté, un système électrique comparable. En effet, les continents américain et africain étaient depuis longtemps séparés quand les ancêtres des uns et des autres se convertirent à l'électricité de chaque côté de l'Atlantique.

Ce système animal présente

deux aspects : l'un actif, l'électrogénération, l'autre passif, l'électroréception. La première permet un sondage électrique cadencé de l'environnement, générateur d'informations ; la seconde réalise la collecte, l'analyse et l'intégration de ces informations en une "image" globale du milieu, d'une grande finesse.

L'électrogénération, ou production d'électricité, est le fait de huit

Pour être à l'heure à vos rendez-vous, n'oubliez pas de nourrir l'animal



organes dits électrogènes, de forme tubulaire, de longueur inégale, insérés par paires à l'arrière du poisson entre les muscles de la queue, et se prolongeant vers l'avant un peu au-delà de la moitié du corps. Chacun est doté d'environ 140 cellules génératrices de courant. L'innervation en est assurée par quatre faisceaux nerveux en provenance de la moelle épinière, elle-même sous la dépendance d'un centre situé dans le bulbe rachidien et qui constitue le régulateur de l'émission électrique. Les 140 cellules se déchargeant simultanément au rythme imposé par ce centre, additionnant leurs tensions unitaires en une tension globale de quelques volts, qui varie elle aussi à un rythme extrêmement stable, de l'ordre de 300 périodes par seconde.

Cette émission électrique cadencée, appelée EOD (pour Electric Organ Discharge) est de forme ondulatoire, c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'interruption entre les impulsions. Par contre, chez certaines espèces, comme le "poisson éléphant", autre Mormyriiforme, elle est pulsatoire, les impulsions étant séparées par des silences de plusieurs dizaines de millisecondes.

Le courant ondulatoire qui, à l'intérieur des organes électriques, se dirige de l'arrière vers l'avant du poisson, referme son circuit de l'avant vers l'arrière à travers l'eau ambiante, toujours assez ionisée pour être conductrice. Il se forme ainsi autour du poisson un vérit-

itable champ électrique périodique. La finalité de ce champ électrique est de permettre au poisson de voir le monde qui l'entoure aussi bien de jour que de nuit. En effet, tout objet inerte (rochers) ou vivant (algues, poissons), rencontré dans le milieu ambiant, présente une impédance différente de celle de l'eau environnante. Par conséquent, l'objet introduit une distortion dans le champ électrique dont il allonge et disperse ou au contraire court-circuite et concentre les lignes de courant à proportion de sa mauvaise ou de sa bonne conductibilité. Il s'ensuit donc, à la surface du corps de l'animal, une modification locale de l'intensité du courant transcutané. Alors intervient l'électroréception. La modification va être perçue par des organes électrorécepteurs taillant la peau de l'animal. Au nombre d'une centaine de mille chez le gymnarque, avec une densité plus forte sur la tête et la partie antérieure du tronc, ces électrorécepteurs jouent en quelque sorte le rôle de microrétines qui permettent à l'animal de "voir" avec tout son corps.

Dans l'horloge, les variations de ce champ sont captées par des électrodes, puis transformées par un circuit électronique en impulsions de courant, qui alimentent un moteur pas à pas, actionnant la pendule. La régularité de ces impulsions est comparable à celles d'un quartz, à cette différence près que le quartz a besoin, lui, d'être alimenté par une pile, alors que le

poisson doit s'alimenter, sinon il meurt et la pendule s'arrête. Dans une montre à quartz, en effet, le courant alternatif oscillant qui entre dans le quartz est modulé selon la fréquence des vibrations mécaniques du cristal et il en résulte avec une fréquence parfaitement précise.

Pour fabriquer vous-même votre "poisson-horloge" modèle Florion, un grand bac d'au moins 2,50 m de longueur est nécessaire, car le gymnarque peut atteindre, à l'âge adulte, 70 cm de long, en moyenne. Son alimentation consistera en gardons, goussons, cyprins.

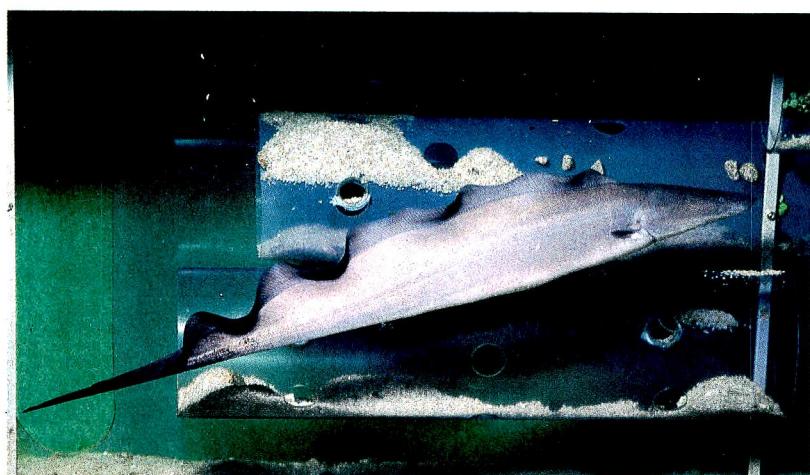
Ensuite, il vous suffit de suivre le schéma.

I. Captage de l'émission. Elle se fait avec trois électrodes verticales, A, B, C qui plongent dans l'eau de l'aquarium. L'électrode C est l'électrode neutre de référence. L'électrode A à l'avant du bac, l'électrode B à l'arrière, déterminent avec l'électrode centrale C deux circuits de captage qui recueillent les ondulations du champ électrique dont le poisson s'entoure continuellement. Selon que le gymnarque évolue dans la partie avant ou la partie arrière de l'aquarium, ses signaux sont préférentiellement captés par le couple d'électrodes AC (canal 1) ou par le couple BC (canal 2). Ils le sont généralement par les deux canaux à la fois.

II. Préamplification. Les variations périodiques de tension, ainsi collectées par les électrodes, sont faibles (entre quelques millivolts et quelques dizaines de millivolts). Elles doivent donc faire l'objet d'une préamplification sans modification de leur forme, ni de leur fréquence. Le gain du préamplificateur est de 25 fois, ce qui porte respectivement les variations de tension à 1,25 V (canal 2) et 0,125 V (canal 1).

Le préamplificateur choisi est un montage courant dans le commerce du kit électronique et il utilise un classique circuit intégré LM 381.

Le gymnarque est un poisson d'Afrique ; les variations de son champ électrique lui permettent de "voir", avec ou sans lumière.



III. Traitement du signal. Les évolutions du poisson et la variation continue de son orientation et de sa distance par rapport aux électrodes sont responsables d'affaiblissements et de renforcements incessants et imprévisibles

des signaux recueillis. Aussi, afin de disposer d'une information qui soit autant que possible à l'abri du "fading", il est indispensable que s'opère à tout instant la synthèse des signaux fournis par les deux canaux. C'est ce que l'on appelle le

traitement du signal.

Il utilise deux couples de transistors jumeaux (BC 548B et 2N 2925) qui réalisent d'abord la remise en phase des signaux opposés ainsi que leur somme, donnant ainsi un signal désormais unique. Ensuite, ils amplifient ce signal, conférant aux impulsions des flancs presque verticaux. Enfin, ils réalisent l'écrêtage et donnent un signal rectangulaire de 12 volts exigé par les circuits intégrés logiques (type C-MOS).

IV. Division de fréquence, "tops secondes". La quatrième étape de ce montage a pour fonction la division de fréquence du signal par un nombre égal à cette fréquence elle-même, de manière à obtenir un signal de sortie battant la seconde.

Cette division s'opère par comptage des impulsions et remise à zéro après le nième. Elle est effectuée par une cascade de trois circuits intégrés compteurs-décodeurs à décade (unités, dizaines, centaines) du type 4017 reliés en cascade.

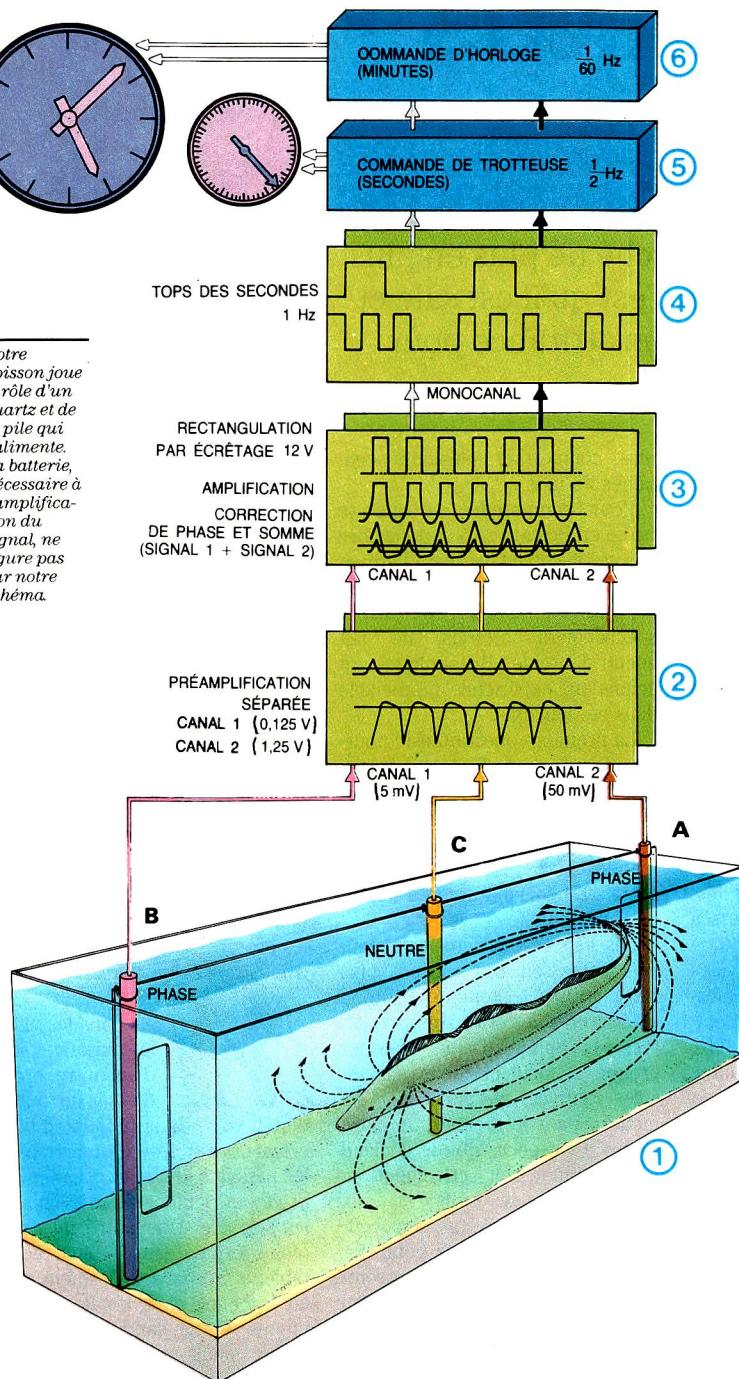
V. Télécommande de la trotteuse (secondes). La trotteuse est déclenchée par deux signaux alternés de 0,5 Hz que lui fournit, à partir des tops secondes, un circuit intégré (type C-MOS 74C90) qui divise par 2 le signal de 1 Hz qu'il reçoit en amont.

VI. Télécommande d'horloge (minutes). Un circuit intégré (également de type 4017) divise par 60 la fréquence 1 Hz issue des trois circuits intégrés situés en amont, et, par relais, fournit à l'électroaimant de l'horloge une impulsion par minute.

Il ne vous reste plus maintenant qu'à vous mettre à l'heure de votre "poisson-horloge". Sa garantie est d'au moins 15 ans, durée de vie moyenne du gymnarque.

Gageons que peu d'entre vous possèdent un gymnarque, au demeurant plus encombrant qu'une montre. Aussi, félicitons M. Florion. Félicitons aussi la ménagerie du Jardin des plantes, qui renoue depuis quelque temps avec sa grande tradition d'inventivité. ●

Notre poisson joue le rôle d'un quartz et de la pile qui l'alimente. La batterie, nécessaire à l'amplification du signal, ne figure pas sur notre schéma.



COMMENT SE DÉBARRASSER DES GOÉLANDS ?

TEL UN RAT VOLANT,

LE GOELAND ARGENTE,

pourtant oiseau de mer, recherche de plus en plus les parages humains. L'ennui, c'est qu'il est sale et bruyant et qu'il faut contenir son attirance pour les villes. Et ce n'est guère facile.

Verrons-nous des goélands nicher sur nos fenêtres ? Une partie de l'Europe est envahie par les goélands argentés. Non contents d'occuper les rivages, ils semblent en passe d'envalir les villes, comme les pigeons l'ont fait. En Bretagne, cette invasion a débuté en 1975 ; ce fut l'année où l'on cita comme une curiosité la nidification d'un couple de goélands sur le toit d'une maison de Morlaix.

Certains pensaient qu'il s'agissait d'une aberration isolée, mais la suite des événements devait leur donner tort. En effet, depuis lors, le nombre des goélands nicheurs, à l'intérieur des villes, ne fait que progresser. Parmi les huit villes bretonnes déjà atteintes, Saint-Malo l'est tout particulièrement. Un recensement effectué en 1982 avait déjà permis de dénombrer 115 nids occupés au centre de la ville et, selon toute probabilité, le phénomène ira s'accentuant.

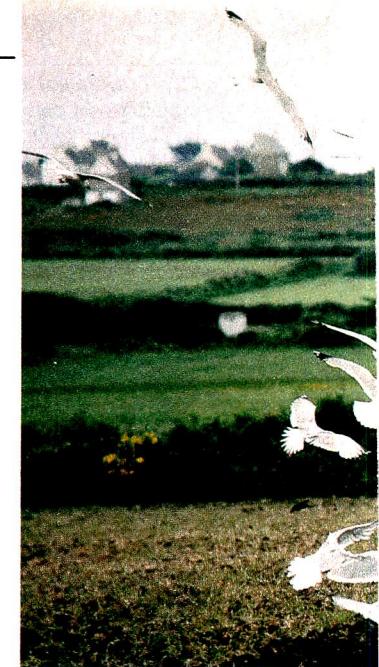
D'ailleurs, les goélands bretons sont en retard, dans ce domaine, sur leurs congénères d'outre-Manche. La conquête des villes britanniques par ces oiseaux a en effet commencé vers 1920, dans le sud du pays. Depuis, on observe dans de très nombreuses villes côtières le développement de colo-

nies comportant plusieurs centaines de nids.

Pour comprendre ce qui se passe en Bretagne, c'est donc chez nos voisins qu'il faut aller chercher des informations. Même si la qualité des ornithologues français, et spécialement bretons, ne fait aucun doute, les Britanniques ont acquis une expérience appréciable dans ce domaine.

La première question est : pourquoi la présence de goélands, au-delà d'une certaine densité, peut-elle devenir insupportable ? En règle générale, toute espèce qui pullule, le fait aux dépens des autres. Le goéland argenté ne fait pas exception !

Les espèces qu'il menace peuvent être, soit des espèces plus rares, que l'homme entend conserver, soit des espèces exploitées par l'homme. Dans ce dernier groupe, on peut placer les coquillages cultivés, en particulier les moules. Dans le premier, on place toutes les espèces que le goéland peut éliminer, soit activement, en s'attaquant aux œufs et aux poussins, soit simplement en occupant l'espace disponible pour établir des nids, soit enfin en consommant la même nourriture. Parmi ces espèces, les sternes ou hirondelles de mer constituent le cas le mieux connu et le plus évident.



C'est ainsi que la colonie de sternes qui se trouvait sur l'île aux Dames, dans la baie de Morlaix, a failli disparaître à jamais. En 1965, il y avait très peu de goélands sur cet îlot et plus de 100 nids de sternes. Quand les goélands augmentèrent en nombre, les sternes diminuèrent. En 1975, aucune nidification de cette espèce ne put être constatée.

En 1979, puis en 1980, avec l'accord des autorités, des naturalistes commençaient à éliminer les goélands nicheurs. L'année suivante, les sternes revenaient. Maintenant l'île aux Dames abrite trois espèces de sternes, mais il faut rester vigilant et continuer à les protéger des goélands, et aussi, d'ailleurs, des humains.

Mais dans les villes, les nuisances sont d'un autre ordre. Il s'agit surtout du dépôt, voire de la projection d'excréments sur les constructions et les passants. Il s'agit également du bruit qui peut parfois devenir insupportable. Une autre nuisance, moins évidente mais plus redoutable, a été particulièrement mise en évidence dans les îles Britanniques : les goélands aiment bien passer la nuit au calme, sur un plan d'eau confortable. Et les réservoirs



Ce vol de goélands argentés nullement impressionnés par le tracteur, lui fait même une escorte bien envahissante.

d'eau potable des villes leur conviennent tout particulièrement ! D'où une pollution importante, car les goélands transportent, à partir des dépôts d'ordures qu'ils fréquentent, des micro-organismes plus ou moins dangereux.

Une étude du cycle de la contamination bactérienne d'un réservoir situé près de Glasgow, en Écosse, a montré que son importance était directement liée au nombre de goélands présents. Dans de nombreux cas, cette situation a accru considérablement le coût du traitement de l'eau.

Parfois les goélands deviennent des vecteurs particulièrement redoutables. Toujours en Écosse, au mois d'août 1980, un homme tomba malade à son retour de Malaisie ; la cause de sa maladie était une infestation de *Salmonella zanzibar*, organisme normalement inconnu en Europe. Par la suite, cette Salmonelle fut retrouvée chez des vaches et aussi dans des excréments de goélands en différents points de la région.

Les inconvénients de l'envahissement des goélands sont donc nombreux. Reste à expliquer leur prolifération dans les villes ? En fait, il n'y a pas de réponse unique.

La protection accordée aux goélands est déjà un facteur favorable

à leur pullulation : il y en a d'autres. Comme la multiplication des dépôts d'ordures à ciel ouvert. Par ailleurs, certaines espèces, tourterelle turque et étourneau, font ainsi preuve d'un expansionnisme encore mal expliqué. Ces animaux, au lieu d'être gênés par les activités humaines, en profitent. Ils seraient dans la situation des rats.

Pour maintenir ces populations envahissantes dans des limites raisonnables, on pourrait penser qu'il n'y a plus lieu d'accorder au goéland le statut d'espèce protégée et que l'on pourrait autoriser leur chasse à nouveau. Solution douceuse, car le chasseur moyen ferait sans doute mal la différence entre le goéland argenté et des espèces voisines, qui, elles, sont loin d'être en expansion ; en France, cette solution a été résolument écartée. Mais, le goéland peut, sur autorisation du ministère de l'Environnement, faire l'objet de régulation ; celle-ci est faite pendant la nidification, par des spécialistes.

Une deuxième solution consiste à déplacer les indésirables sans les molester, en les effrayant. On utilise en particulier la méthode de l'effarouchement acoustique, qui consiste à diffuser des enregistrements des cris d'alarme de l'espèce visée.

En Écosse, on a ainsi réussi à faire partir les goélands qui occupaient des réservoirs pendant la saison hivernale. Et la contamination bactérienne a alors considérablement diminué. Mais cette même méthode, utilisée en ville pendant la période de nidification, s'est révélée désastreuse.

Les goélands acceptent assez volontiers de changer de quartiers pendant leur repos hivernal, mais quand il s'agit de sites de nidification, c'est tout autre chose. Au lieu de déguerpir, ils répondent aux cris d'alarme diffusés à leur attention par des cris de menace. Finalement le bruit, déjà désagréable, devient franchement insupportable et les habitants de la ville ne savent plus comment y échapper.

Mais, conséquence plus fâcheuse, si l'opération est menée de bonne heure, avant le début de l'installation des nids, les goélands réagissent en espaçant ceux-ci davantage et en cherchant à les dissimuler. Entendant des cris d'alarme répétés, ils s'estiment entourés d'ennemis et prennent les précautions d'usage.

Le succès de l'élevage s'en trouve renforcé et le nombre de jeunes élevés avec succès jusqu'à l'âge de l'envol est nettement supérieur à la normale, d'une part, parce qu'une moindre densité de nids donne toujours de meilleurs résultats, d'autre part, parce que les précautions prises, à l'encontre des prédateurs fictifs, se révèlent efficaces contre les quelques prédateurs réels qui peuvent être présents. Cette solution semble donc favoriser la prolifération des oiseaux dont, justement, on veut se débarrasser.

Finalement, les Britanniques avouent qu'ils se sont trompés, parce qu'ils ne connaissaient bien, ni l'éthologie du goéland argenté, ni les règles de la dynamique de leurs populations.

On cherche donc encore des solutions efficaces et peu coûteuses ; on pourrait déjà interdire les dépôts d'ordures à ciel ouvert, ce qui avait l'avantage de supprimer bien d'autres nuisances, qui n'ont rien à voir avec des goélands. Mais nous sommes ainsi faits que nous préférerons souvent nous attaquer aux effets plus qu'aux causes !

JETTA, LE JET



55.900 F.* Du poste de pilotage jusqu'à la soute à bagages, tout a été conçu pour que le voyage soit beau, facile, paisible. La Jetta est un long-courrier. Puissante, souple, nerveuse, elle

s'impose sur la route avec la sérénité des grands avions de ligne. Quelle que soit la puissance de son moteur (55, 75, 90, 112 ch, diesel ou Turbo-diesel); elle apporte à celui qui la pilote le plaisir parfait de dominer une magnifique mécanique, docile, robuste, sûre. Et quelle que soit la durée

DE LA ROUTE.



du voyage, elle offre à ses passagers le confort de son habitacle spacieux et de ses sièges anatomiques, le luxe de son équipement intérieur, et la capacité impressionnante de son coffre (660l). Bienvenue à bord du jet de la route... Vous roulez en Jetta et vous aimez ça.

*Jetta C 55 ch/40kW. Modèle présenté : Jetta GL 90 ch/66kW. 71600F. Année modèle 85. Tarif au 02/01/85.
Peinture métallisée et jantes alliage en option.
Consommations (normes UTAC) : 5,9l à 90 km/h, 7,7l à 120, 9,2l en ville. Garantie 1 an pièces et main d'œuvre, kilométrage illimité. Garantie peinture 3 ans. Garantie anti-corrosion 6 ans. Valables dans les 800 points de service du réseau V.A.G.



Je roule en Jetta et j'aime ça.. Volkswagen

LES FORÊTS FANTÔMES

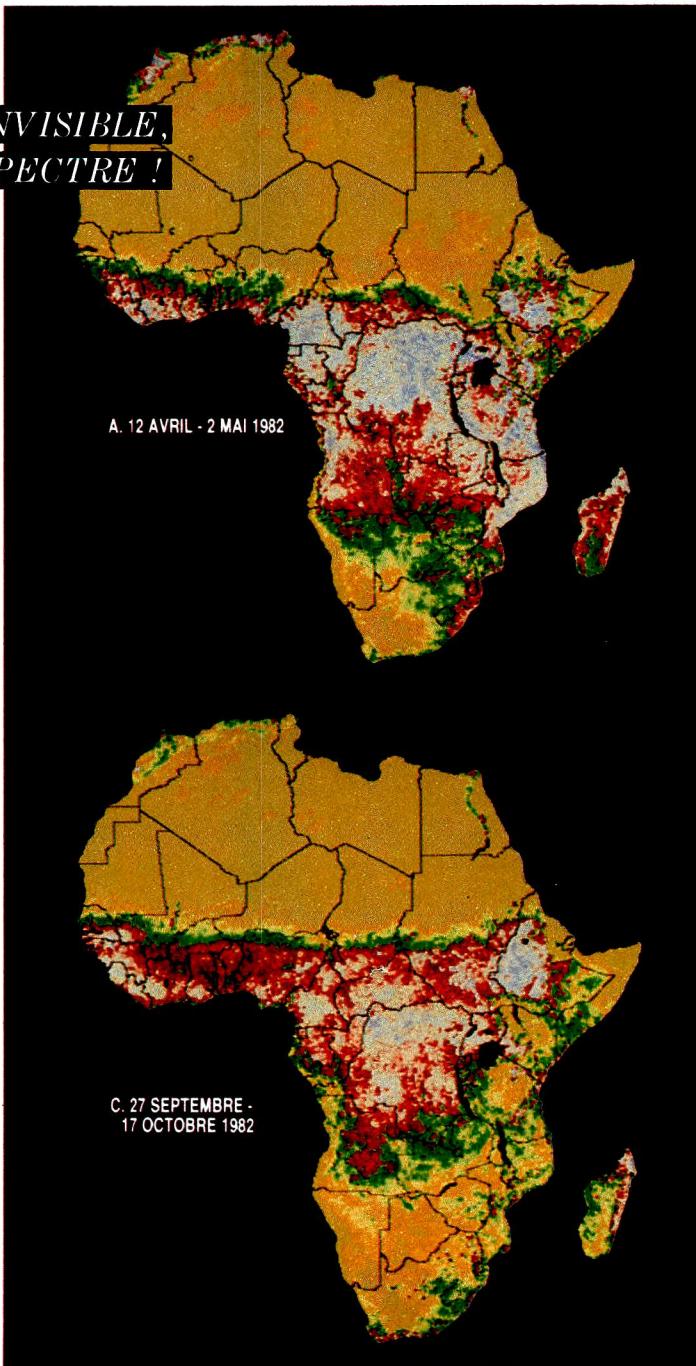
*QU'IL SOIT VISIBLE OU INVISIBLE,
CHAQUE FORET A SON SPECTRE !*

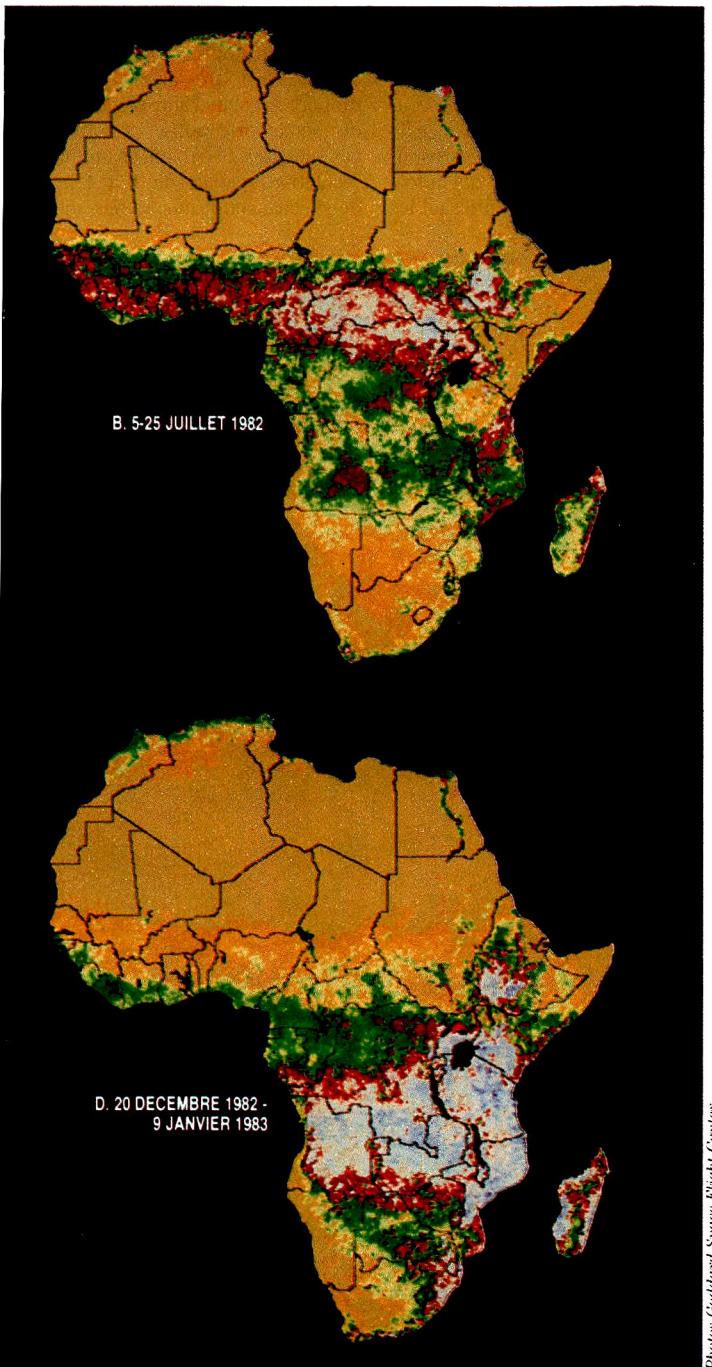
L'analyse de la lumière et de la chaleur, à l'échelle d'un continent, révèle la santé de notre Planète. Pour cette cartographie végétale, il faut des satellites : les "Landsat" sont inadaptés ? Tant pis affirment trois chercheurs, on peut trafiquer les satellites météo.

La végétation du globe et ses modifications ont une incidence directe sur la concentration de CO₂ dans l'atmosphère, sur la productivité des sols, sur le cycle des eaux, sur les échanges énergétiques entre le sol et l'air. Pour bien comprendre ces mécanismes, il faut disposer d'informations précises sur la distribution de la vie végétale à la surface des continents.

Ces informations ne sont pas moins nécessaires si l'on veut suivre l'évolution des ressources de la biosphère — ensemble des organismes vivants qui se développent à la surface du globe — et voir comment l'utilisation des sols s'adapte à une demande toujours croissante. Or, jusqu'ici, on ne disposait pas de techniques réellement appropriées pour établir des cartes fiables de la couverture végétale à l'échelle mondiale.

Trois chercheurs (¹) proposent d'employer à cette fin les satellites





I. Ces quatre cartes de la végétation africaine ont été établies grâce aux radiomètres d'un satellite météorologique qui ont capté les rayonnements (lumière et chaleur) provenant du sol et de sa couverture végétale. Ces informations, numérisées, ont été traduites ensuite par les chercheurs en "fausses couleurs". Le jaune et le brun correspondent aux indices les plus bas (pas de végétation à feuillage vert); le rouge et le vert aux indices les plus élevés.

météorologiques. Ils présentent une première expérience — convaincante — qu'ils ont menée sur le continent le plus mal inventorié : l'Afrique.

L'absence de cartes satisfaisantes de la couverture végétale à l'échelle des continents peut surprendre. Ne trouve-t-on pas des cartes, joliment coloriées, dans les ouvrages spécialisés et jusque dans les atlas scolaires ?

Mais rappelons comment elles sont établies : d'après des relevés au sol et parfois des photographies aériennes. Lorsqu'il s'agit de surfaces très étendues, les cartographes doivent faire la synthèse de résultats fournis par des observateurs qui n'ont pas toujours mis en œuvre les mêmes techniques.

D'où les problèmes et les risques d'erreurs nés d'un "patchwork" d'informations disparates. Les difficultés apparaissent dès qu'on compare les diverses cartes de la végétation africaine, et davantage encore dans les grandes divergences d'estimations de la surface des écosystèmes mondiaux.

En 1972, la NASA mettait sur orbite le premier satellite de télé-détection équipé pour l'étude des ressources terrestres, *Landsat 1*. Depuis, la série des *Landsat* a fourni une abondante moisson de données, qui ont notamment servi à établir des cartes exactes de la végétation, des récoltes et d'autres types de couverture des sols. Mais aucune des études, menées en vue de dresser ces cartes, n'a permis d'établir un classement des divers types de couverture végétale valable mondialement, et de proposer une carte couvrant tout un continent. La principale raison est paradoxale : les *Landsat* sont trop précis ; leur pouvoir de résolution, qui, dans plusieurs bandes du spectre, atteint 80 m, est trop grand.

Prendre de tels instruments pour étudier un continent, revient à employer une loupe et un décimètre d'écolier, au lieu d'un matériel de géomètre, pour relever, sur le terrain, le plan d'une cité. Aucun obstacle de principe ne s'oppose à cette entreprise, mais quel travail ! De même, chaque "scène", c'est-à-dire chaque image, recons-

(1) Compton J. Tucker, John R.G. Townshend, Thomas E. Goff, les deux premiers travaillant au Goddard Space Flight Center de la NASA, le dernier au départe-

ment de géographie de l'université de Reading, en Grande-Bretagne (*Science*, 25-1-85, vol. 227, n° 4685).

tituée d'après les données numériques rassemblées par un *Landsat*, correspond à une surface au sol de 185×185 km. Pour couvrir un continent comme l'Afrique, il en faudrait beaucoup plus d'un millier. Ce qui poserait de sérieux problèmes logistiques et financiers.

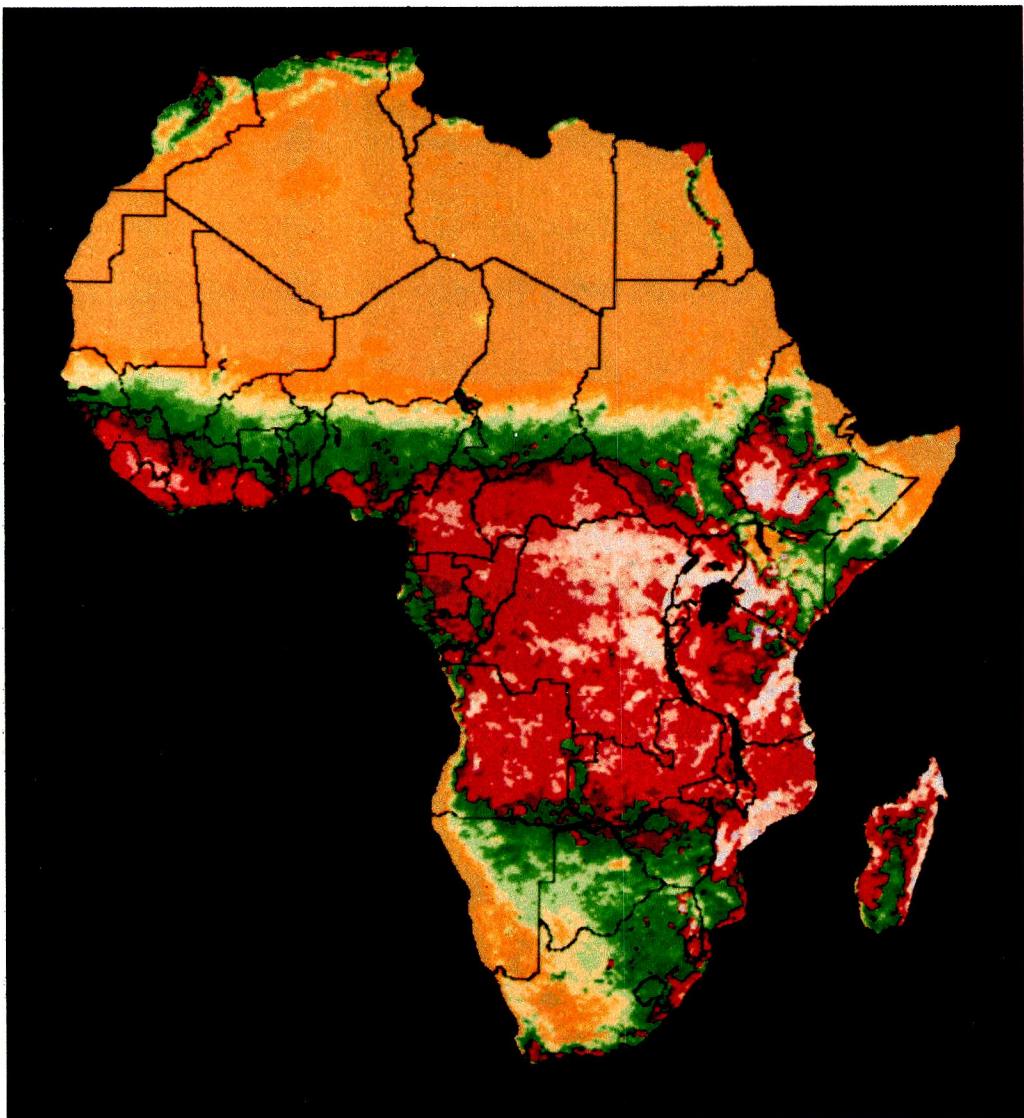
Ce n'est pas tout. Le détail des informations utiles diffère selon le niveau territorial considéré. Pour un territoire de petite surface, on peut chercher à connaître, par exemple, la répartition des champs cultivés en blé et autres céréales. Pour un territoire beaucoup plus

vaste, on distinguera seulement les zones cultivées des forêts etc. A l'échelle de l'Afrique le classement des types de couverture végétale mentionnera la forêt tropicale pluvieuse, la forêt sèche, la savane, le désert. L'interprétation des données, leur traitement informatique ne seront pas les mêmes.

Les auteurs du projet qui vient d'être présenté, après un premier essai, ont imaginé une méthode de classement des types de couverture du sol et de surveillance de la dynamique végétale (c'est-à-dire des changements qui affectent cette couverture) utilisant les

données recueillies par un instrument dont la destination est un peu différente : le radiomètre à balayage AVHRR embarqué à bord des satellites météorologiques de la NOAA, l'administration nationale américaine pour l'océan et l'atmosphère. Son appellation (*Advanced Very High Resolution Radiometer*) ne doit pas faire illusion : son pouvoir de résolution spatiale n'est "très élevé" que par rapport à celui d'autres capteurs de même sorte utilisés à bord de ces satellites. Ses données ont une résolution spatiale de 1 à 4 km, donc beaucoup moins fine que

2. Carte établie d'après l'indice spectral de végétation intégré sur une année entière (avril 1982-avril 1983). Les couleurs sont étroitement corrélées à celles de la production végétale totale (production dite " primaire") pour la période considérée. Les couleurs brune, beige et orangée correspondent à des productions végétales réduites ; le rouge et le vert à de forts rendements.



celles des *Landsat* et plus appropriée à l'observation de très grandes surfaces. Les radiomètres mesurent la puissance de rayonnement qu'ils reçoivent, soit dans l'ensemble du spectre, soit dans des bandes de longueurs déterminées. L'AVHRR fonctionne sur deux canaux, l'un dans le spectre visible, l'autre dans l'infrarouge.

Quatorze fois en 24 heures, le satellite *NOAA-7* décrit autour de la Terre son orbite quasi polaire. Les données numériques enregistrées sur les deux canaux de l'AVHRR et transmises au sol sont traduites chaque jour en cartes pour les deux hémisphères. La NOAA établit aussi des cartes composites intégrant les valeurs enregistrées durant une semaine entière.

Les cartes expriment, en couleurs arbitrairement choisies, l'indice spectral d'une région donnée. Cet indice est calculé à partir de rapports ou de combinaisons linéaires entre les puissances de rayonnement enregistrées sur l'un et l'autre canal. Ses variations dans le temps peuvent être révélatrices du type de couverture végétale : par exemple, deux types de couverture qui, à un moment de l'année, auront le même indice spectral, divergeront à un autre moment parce que, pour l'un d'entre eux, seule la puissance enregistrée dans l'infrarouge aura changé, celle du spectre visible ayant moins varié ; alors que pour l'autre type, le rapport des deux puissances sera resté le même. D'une façon générale, des recherches récentes ont montré qu'il existe une très bonne corrélation entre ces indices et l'importance de la fraction du rayonnement absorbée par la couverture végétale pour alimenter en énergie la photosynthèse. Les indices permettent donc d'estimer la biomasse végétale ainsi que la surface qu'elle recouvre au sol.

Mais ils sont également influencés par d'autres facteurs : écartement plus ou moins grand de la ligne de visée par rapport au nadir (point de la voûte céleste opposé au zénith), hauteur du Soleil, longueur du parcours des radiations (minimale en visée ver-

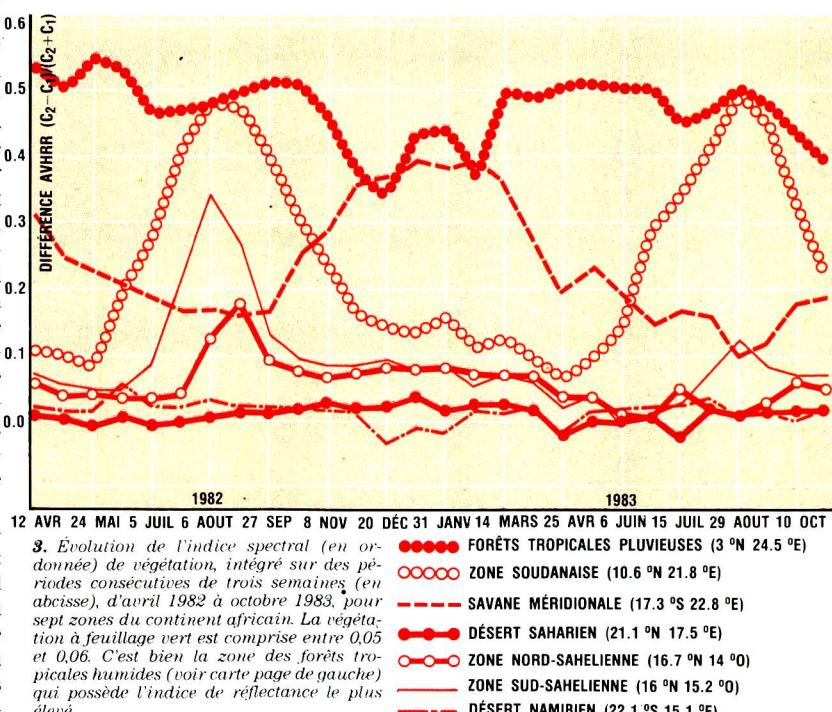
ticale, maximale quand le balayage touche l'horizon), réflectance du sol lui-même, absorption du rayonnement par les aérosols atmosphériques et les nuages. Ces deux derniers paramètres, qui peuvent être utiles en météorologie, constituent au contraire une gêne sérieuse quand l'étude porte uniquement sur le rayonnement émis ou réfléchi par les sols et leur couverture végétale ; comme ils sont par nature irréguliers, ils ne peuvent être éliminés par des corrections automatiques tenant compte de la géométrie de la visée.

Les trois chercheurs ont donc voulu éliminer ou tout au moins minimiser ces effets perturbateurs. Ils sont partis des grandeurs composites établies d'après les mesures les plus précises réalisées quotidiennement durant une semaine dans chaque case du quadrillage géographique (ces cases ont 15 km de côté à l'équateur et vont s'élargissant jusqu'à 30 km pour les régions polaires). Ils ont pris ces valeurs hebdomadaires composites pour chacun des deux canaux C_1 et C_2 , depuis la mi-avril 1982 jusqu'en novembre 1983 ; ils ont calculé les

rapports de rayonnement C_2/C_1 ainsi que $(C_2 - C_1)/(C_2 + C_1)$ et ont retenu leurs valeurs les plus élevées, durant des périodes de trois semaines consécutives et dans chaque case du quadrillage couvrant l'Afrique.

Cette façon de procéder, qui peut sembler compliquée, minimise considérablement les effets perturbateurs ; pour la région côtière du Gabon et du Cameroun, où le ciel est fréquemment nuageux, l'incidence de la nébulosité tombe à moins de 2 %. C'est comme si l'on composait l'image d'un paysage routier en superposant exactement un grand nombre d'instants rapides : on obtiendrait la représentation d'un paysage vide alors même que des véhicules y passent souvent.

Les indices spectraux obtenus à partir des deux rapports, C_2/C_1 d'une part, $(C_2 - C_1)/(C_2 + C_1)$ d'autre part, se sont avérés à peu près identiques ; on a choisi le second pour établir quatre cartes de la couverture végétale faisant ressortir la distribution de la biomasse verte et son évolution dans le temps. Elles correspondent à 4 périodes. La figure 1 montre les ré-



sultats de ce travail pour quatre périodes de 3 semaines : (A) 12 avril - 2 mai 1982 ; (B) 5-25 juillet 1982 ; (C) 27 septembre - 17 octobre 1982 ; (D) 20 décembre 1982 - 9 janvier 1983.

Les déplacements de la zone de convergence intertropicale des alizés sont mis en évidence par le développement de la biomasse verte après une période de précipitations pluvieuses (voir cartes 1).

Par ailleurs, pour 7 régions différentes, on a suivi, en tracé continu, l'évolution de l'indice spectral de

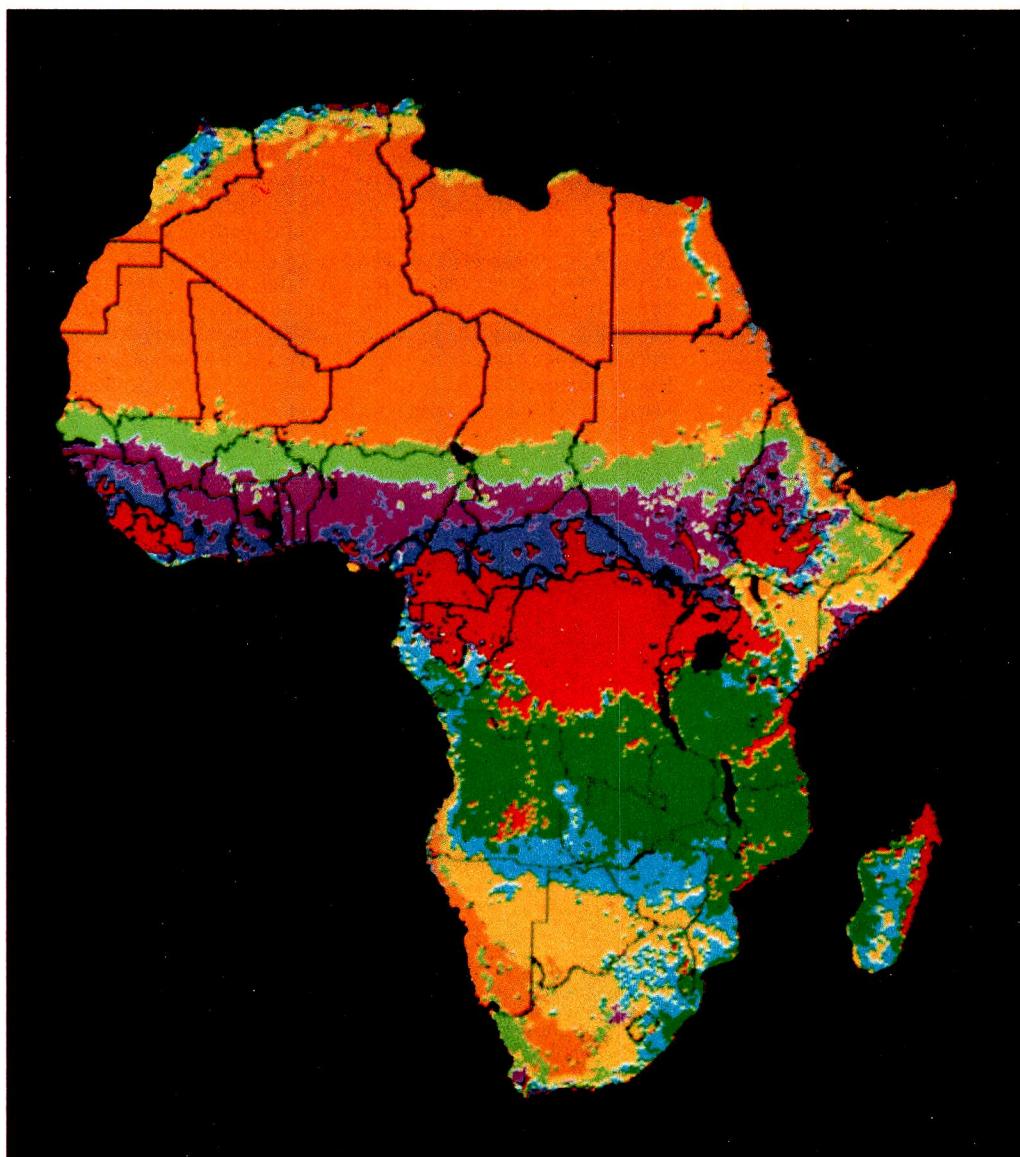
végétation, depuis la mi-avril 1982 jusqu'en novembre 1983, de trois semaines en trois semaines (voir graphique 3). Les variations saisonnières y apparaissent pour presque toutes les zones de végétation, dont la forêt tropicale pluvieuse ; seuls les déserts et les zones semi-désertiques ne montrent pas de variations. L'emboîtement des courbes du Sahel, du Soudan et de la forêt tropicale pluvieuse correspond aux conditions climatiques de la période avril 1982 - novembre 1983 ; il est en

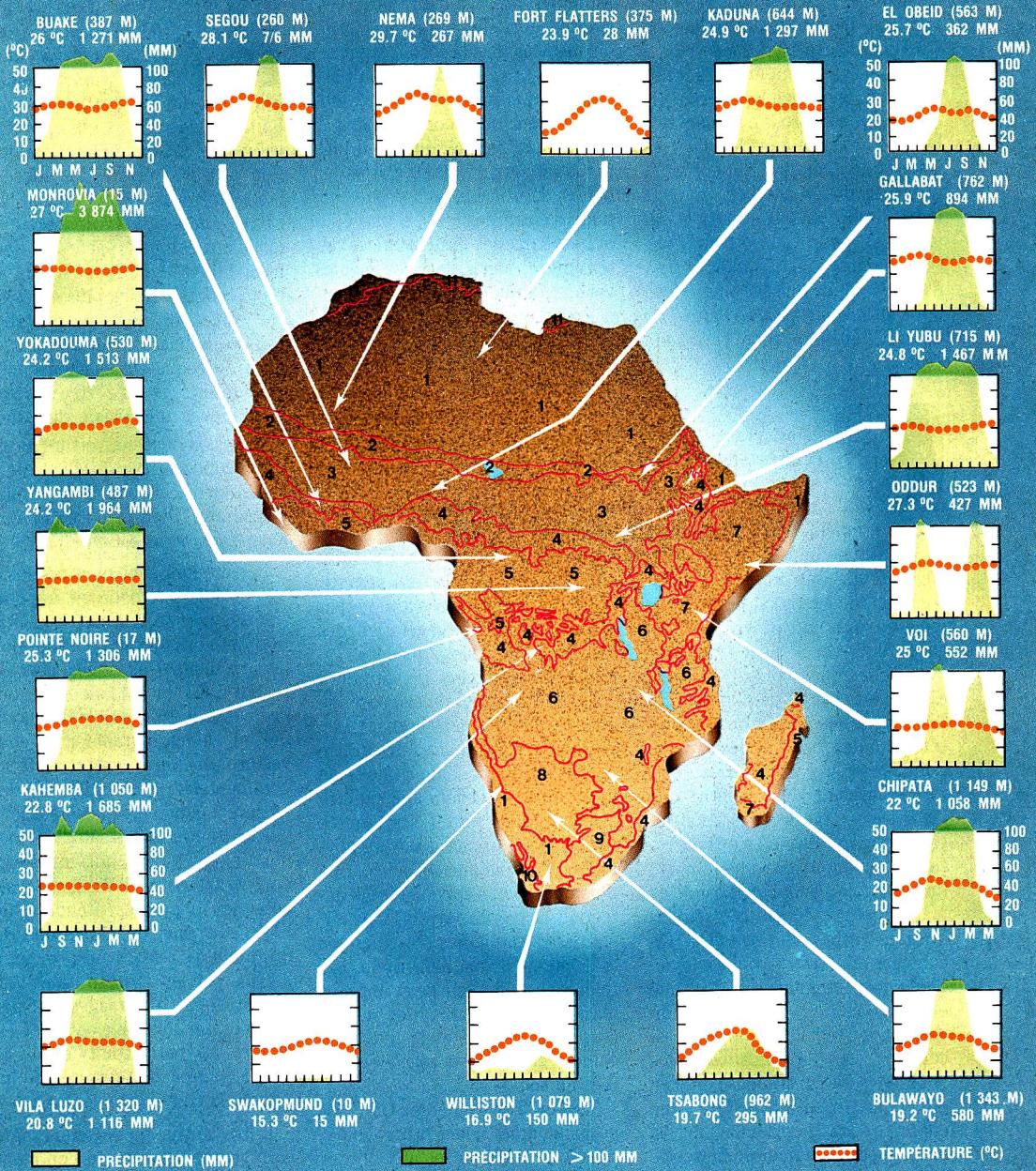
accord général avec les moyennes sur 30 années, enregistrées dans des zones semblables en Afrique.

Il est remarquable que la forêt tropicale pluvieuse, en Afrique, soit sensible aux variations saisonnières. Comparée à la zone correspondante dans d'autres continents, elle est relativement sèche. Elle ne reçoit que 1 600 à 2 000 mm de pluie par an, et ses précipitations se répartissent inégalement dans le cours de l'année ; à peu près nulle part on est assuré que tous les mois elles dépasseront

(suite du texte page 62)

4. Carte intégrant la réflectance des végétaux africains sur huit périodes de trois semaines, entre avril 1982 et février 1983. En jaune, les déserts et semi-déserts ; en vert pâle, les prairies semi-arides ; en violet, la savane humide du Soudan ; en bleu foncé, les régions parsemées de forêt tropicale et de prairies ; en rouge, la forêt tropicale pluvieuse ; en vert foncé, les régions boisées ; en bleu clair, les prairies et les savanes parsemées d'arbres.





5. Cette carte, établie d'après les mesures météorologiques faites au sol, en 21 points du continent africain, donne une image du climat. Pour chacune des stations de mesure ont été notées la moyenne mensuelle des précipitations (en millimètres) ainsi que la température (en degrés). On comprend bien que la végétation souffre dans les régions mentionnées en dehors des mois de grande pluviosité. Les mois des relevés diffèrent selon qu'on se trouve au nord ou au sud de l'équateur.

On distingue ici 11 types de climats africains différents : 1. les prairies de régions arides ou désertiques ; 2. les savanes du type sahélien ; 3. les prairies et forêts soudanaises ; 4. les forêts de transition ; 5. forêts somaliennes ou masai ; 7. brousse ; 8. prairies et arbustes, hautes herbes ; 9. hautes herbes et arbustes ; 10. arbustes ; 11. végétation méditerranéenne. Ces données relevées laborieusement, "in situ", sont à comparer avec celles des autres cartes illustrant cet article et établies par ordinateur.

100 mm. L'indice spectral de végétation est en accord avec l'observation saisonnière et les données climatiques. Toutefois il montre que les périodes sèches sont plus sévères et plus fréquentes que ne l'indiquent les diagrammes climatiques, lesquels sont établis sur des valeurs moyennes à long terme. Le caractère accentué des périodes humide et sèche dans les diverses zones de végétation a pour effet qu'à certains moments on a le même indice spectral pour la savane que pour la forêt pluvieuse (voir carte 1A), tandis qu'à d'autres l'indice est plus élevé pour la forêt tropicale (carte 1B) ou au contraire pour la savane (carte 1D).

Restait à quantifier le comportement de la végétation africaine non plus sur des périodes de quelques semaines mais sur toute une année. Dans ce but, les auteurs ont intégré l'indice spectral de végétation pour douze mois compris entre avril 1982 et avril 1983. On a ainsi fait apparaître des zones correspondant à des déserts et des semi-déserts, à des savanes sèches et des prairies sèches, à des forêts et des savanes humides (voir carte 2). Des chercheurs avaient déjà montré que l'indice spectral de végétation intégré d'après des mesures effectuées par intervalles est étroitement corrélé à la quantité totale de matière sèche accumulée par les diverses espèces végétales. On constate effectivement un bon accord entre cette image de l'Afrique et la production primaire des divers écosystèmes, là où elle est connue. Une vérification plus poussée serait fastidieuse et l'on peut admettre qu'elle ne ferait que confirmer la pertinence de la méthode utilisée pour établir cette carte.

Le bon accord constaté entre la carte intégrée et la distribution de la plupart des types de couverture végétale connus en Afrique, pris séparément, ainsi que l'exacte correspondance des courbes du graphique 2 avec les variations climatiques, ont suggéré aux auteurs de

la méthode qu'elle pourrait servir à un classement des couvertures végétales à l'échelle d'un continent.

L'établissement d'un classement rationnel des objets observés, d'après leurs caractéristiques principales, est une préoccupation familière aux spécialistes de la télédétection, surtout lorsque ces objets ne leur sont connus que par les données numériques fournies par la radiométrie. Pour classer les objets, ils utilisent le fait que certains d'entre eux qui, à une époque et dans des circonstances déterminées, fournissent les mêmes valeurs radiométriques, cessent d'être identiques à un autre moment et dans d'autres conditions. Une comparaison multitemporelle aboutit à les classer séparément, pourvu que les temps de saisie des données aient été judicieusement choisis.

Dans le cas qui nous occupe, on a sélectionné huit périodes suffisamment espacées, comprises entre avril 1982 et février 1983. L'ordinateur a pris en compte, outre la variable constituée par l'indice spectral de végétation, des composantes telles que les caractères saisonniers de certaines valeurs, la place qu'elle occupe dans le temps et dans l'espace, etc. Les unités élémentaires de surface (pixels) correspondant à une seule mesure radiométrique ont pu être ainsi réparties en classes, dont il restait à déterminer la nature physique et les limites exactes. Une telle opération s'appelle en télédétection la "vérité terrain": on étiquette les catégories obtenues par le traitement mathématique par référence à des surfaces entrant dans les mêmes catégories et dont la couverture végétale est bien connue grâce à des relevés effectués au sol.

Tucker, Townshend et Goff disposaient, grâce à leur propre expérience de l'Afrique et aux études antérieures réalisées par d'autres auteurs, de zones de référence correspondant à environ 5 % du territoire africain. Ils ont ainsi réparti la couverture végétale de l'Afrique en un certain nombre de classes, comme l'eau (lacs et fleuves), le désert, les prairies sahariennes semi-arides, les savanes

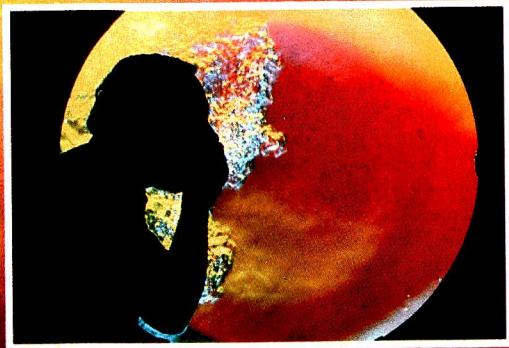
sèches, les savanes humides, la forêt tropicale (voir carte 4).

Les auteurs de ce travail tiennent à en souligner eux-mêmes les insuffisances. Elles sont dues en partie aux nombreuses divergences qui opposent les cartes existantes de la végétation africaine (carte 5), utilisées pour l'opération "vérité terrain". La carte composite (voir carte 4) qu'ils ont établie à partir des données de NOAA-7 est cependant en bon accord avec les plus sûres de ces cartes, en dépit de quelques erreurs. Le classement des sols au nord de l'équateur met ensemble des déserts et des zones semi-arides, avec une partie du Sahel. L'extension de la couverture forestière continue est probablement surestimée, celle de la forêt pluvieuse au Gabon et au Cameroun légèrement sous-estimée.

Les auteurs sont bien résolus à affiner leur méthode et à poursuivre sur le terrain une exploitation qui enrichira la confrontation des résultats théoriques avec la réalité. En attendant, ils ont prouvé qu'il est possible de classifier et de cartographier la couverture végétale de vastes surfaces continentales en utilisant les mesures radiométriques réalisées par les capteurs des satellites météorologiques. Ce qui intéresse, non seulement l'Afrique, mais aussi les immenses étendues de l'Asie et même de l'Amérique du Sud, dont les relevés au sol et ceux fournis par les *Landsat* sont loin d'avoir donné des images globales précises, renouvelables d'année en année, et permettant ainsi de suivre (parfois de prévoir) l'évolution de la couverture végétale.

Entre autres applications, une cartographie globale du continent africain mise à jour à intervalles réguliers contribuerait à éclairer le problème de la désertification du Sahel encore controversé. S'agit-il d'une évolution climatique à long terme, irréversible, comme l'Afrique en a déjà connu, ou d'un épisode plus bref dont on pourrait arrêter le développement ?

FILMER DE L'AIR



Ce n'est pas un cracheur de feu, mais simplement la manifestation la plus banale d'une rhino-pharyngite : la toux. Chaque fois que quelqu'un tousser, il expédie un vrai geyser d'air chaud bourré de bactéries, de virus et de poussières mouillées que seule la technique Schlieren permet de voir. La personne courtoise qui met un mouchoir devant la bouche limite les dégâts pour son vis-à-vis, mais pas pour l'entourage, que le brouillard chargé de germes finira par atteindre.

UN ETERNUEMENT, UNE BAUDRUCHE QUI CLAQUE, UNE ONDE SONORE QUI S'ETALE, autant

de processus qui ne mettent en jeu que des mouvements d'air violents et rapides que l'œil ne voit jamais, pour la simple raison que l'air est transparent.

Mais pour l'optique, cette transparence n'est pas uniforme et un montage très particulier, dit optique Schlieren, permet de filmer l'air en couleurs.

Présenter aujourd'hui une photographie ayant quelque originalité relève quasiment du miraculeux. Depuis plus de 50 ans, on peut dire que pratiquement tout a été fixé sur film, aussi bien par des artistes que par des ingénieurs, des reporters, des biologistes ou des astronomes. Dans le domaine de l'artistique, on a tout fait, au grand angulaire, à la focale standard ou avec des télesobjectifs si grands que le Soleil devient

aussi gros qu'une maison. Nous glisserons sur la photo dite coquine qui, à force de se rapprocher de son sujet, finira par montrer des cellules, puis les chromosomes eux-mêmes.

Dans ce domaine de la photo au microscope on a également vu les pattes de mouche aux dimensions d'une patte d'éléphant ou les failles intercristallines d'un alliage métallique comme un granit de Bretagne. Le seul domaine qui restait difficile à explorer était, bien sûr, celui de l'invisible dans toutes ses versions. Est invisible, par exemple, ce qui est trop loin pour être atteint directement : c'est le domaine des télescopes et des sondes spatiales. On ne réalise pas à quel point la photo d'une galaxie ou d'un satellite de Saturne représente un tour de force inouï.

Est encore invisible ce qui est trop petit pour être vu à l'œil nu, et c'est le domaine des microscopes, ou normalement caché, et cela relève des radiographies. Et puis il y a l'invisible par excès de vitesse, comme une hélice d'avion ou par faiblesse de l'œil comme les ondulations de l'atmosphère un jour de vent. Enfin, il y a l'invisible qui cumule ces deux obstacles : trop rapide et de toute façon imperceptible ; par exemple la boule d'air dans un ballon qui éclate, le gaz comprimé qui précède une balle de fusil ou la volée de postillons qui accompagne tout éternuement.

Filmcer cet invisible était peu commode, mais faisable comme le prouvent nos photos. Toutefois, pour en arriver là, il fallut beaucoup de temps à un chercheur américain de l'université de Princeton, Gary Settles, qui s'est spécialisé depuis des années dans une technique photographique bien spéciale, le procédé Schlieren. Le mot est allemand, et vient du pluriel de schliere, qui veut dire enflure, boursouflure, vague (également le verbe schlieren : glisser, en parlant d'un bateau).

Le procédé Schlieren vise donc à rendre visible les enflures, les vagues de l'air en mouvement que l'œil ne perçoit pas, sauf exception : par exemple, les ondulations de l'air chaud au-dessus d'un fourneau, ou sur une route en été.

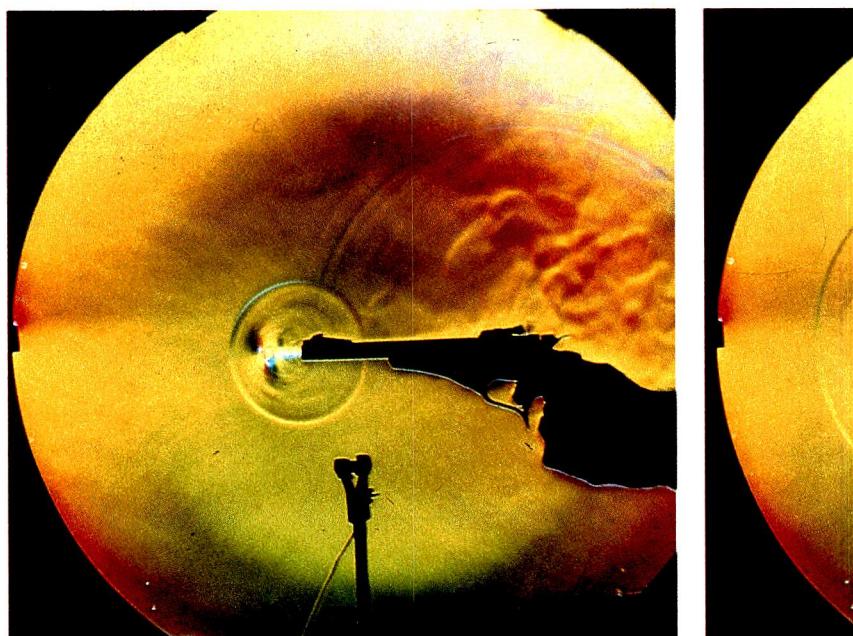
Mais, pour être imperceptible, le reste du temps ces boursouflures de l'air sont bien réelles et sont même présentes autour de nous presque tout le temps : il suffit de tousser, d'éternuer, de lancer un verre d'eau, de pulvériser une peinture, de mettre en route un ventilateur pour que tout un flux gazeux se mette en route, s'étale et se dissipe.

Bien sûr, ces flux sont encore bien plus puissants autour d'un avion, d'un réacteur ou d'une roquette ; c'est pourquoi le procédé Schlieren est surtout employé dans les souffleries pour visualiser

cilles est éjecté dans l'air à chaque fois ; cette pulvérisation de germes sèche rapidement, mais les particules allégées par l'évaporation continuent à flotter dans la pièce pendant des heures. On notera que les gens courtois qui se donnent la peine de mettre un mouchoir devant la bouche ne font que limiter le processus : le flux d'air chargé de germes s'échappe encore tout autour de la figure.

Second exemple, le ballon de baudruche (plus exactement aujourd'hui de caoutchouc très fin) qui claque brusquement par surpression, ou sous un coup

En trois séquences, le tir d'une balle avec un pistolet Thompson-Contender. Première vue : une bouffée d'air jaillit du canon, prouvant que quelque chose à l'intérieur se propulse en avant.



les écoulements d'air, pour étudier les paramètres aérodynamiques d'une aile, les ondes de choc d'un projectile ou plus simplement les transferts entre la peau et l'air et dans lequel baigne le corps. Mais outre cet intérêt scientifique, la méthode permet aussi de montrer des processus hydrodynamiques en général invisibles, souvent mal connus et de toute façon très étonnantes à observer.

Considérons par exemple le simple fait de tousser tel que le révèle dans notre document page précédente la technique Schlieren : un véritable geyser de bulles, de postillons et de brouillard chargé de ba-

d'épingles. Là, on peut dire qu'à l'œil nu, on ne voit vraiment rien sur le coup : on entend le claquement et on découvre quelques bouts de caoutchouc par terre. Il faut la photo pour révéler un phénomène incroyablement rapide : dès que la peau du ballon est percée ou déchirée, le gaz sous pression à l'intérieur commence à s'échapper mais il n'a même pas le temps de s'en aller complètement ; le caoutchouc s'enroule sur lui-même, à partir de la déchirure, bien plus vite encore, à la manière d'un couvercle de boîte à sardines. Le processus est si rapide que toute l'enveloppe est roulée avant

Seconde vue : la balle apparaît suivie d'une boule d'air surcomprimé devenu opaque.

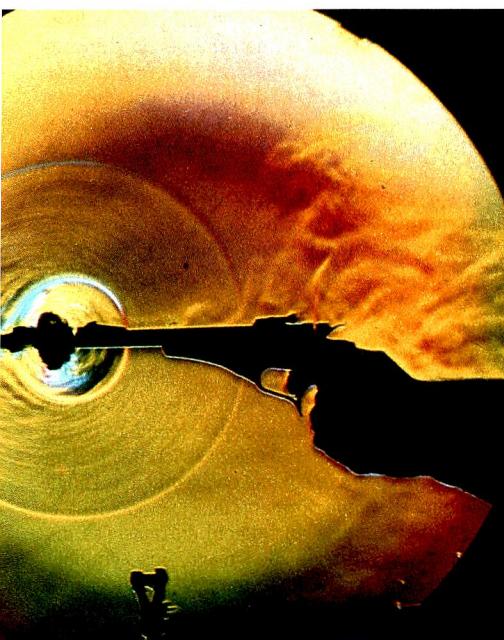
que l'air contenu à l'intérieur se soit réellement détendu : il continue à former une boule ayant la forme d'un ballon alors que celui-ci est déjà complètement rétréci.

Bien entendu, le procédé a été appliqué aux balles de fusil ou de pistolet, et la phase dynamique du tir a pu être ramenée à quelques clichés faciles à suivre. Pour commencer, une brusque bouffée d'air apparaît au bout du canon, prouvant que quelque chose se déplace à l'intérieur. On voit ensuite la balle émerger à la limite d'une boule sombre d'air soudain com-

Cela, seule la technique Schlieren pouvait permettre de le montrer. Dans son principe elle n'est pas strictement nouvelle puisqu'il semble bien que ce soit le physicien Foucault qui ait eu l'idée de cette méthode de visualisation des écoulements fluides dès 1850 ; mais la photographie n'étant pas, à cette époque, au niveau de la théorie il fallut laisser passer quasiment un siècle pour que les *Schlieren*, les fluctuations, puissent être filmées avec suffisamment de précision. Il s'agit en effet d'enregistrer les perturbations et les différences de densité dans les

méthode des ombres, très souvent utilisée avec les projectiles supersoniques.

Celle-ci, comme la méthode Schlieren, utilise la déviation des rayons lumineux traversant des milieux de densités variables selon la pression ou la température. Dans le montage de Schlieren le plus simple, on utilise une source lumineuse puissante dont le faisceau est concentré par une première lentille qui en donne une image géométriquement bien définie. Dans le plan vertical où se forme cette image, on interpose un diaphragme bien particulier, et



primé par le projectile ; un second front d'ondes sonores sphériques commence à se développer.

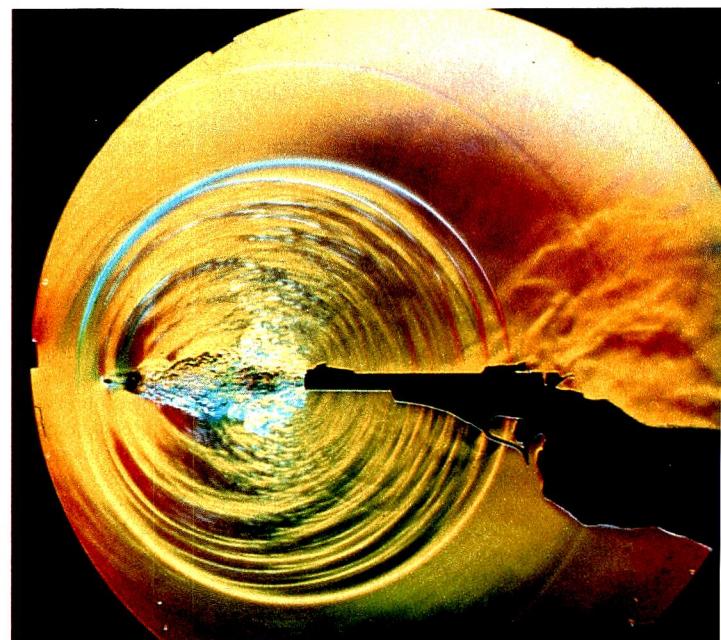
Quand la balle est un peu plus loin, on voit apparaître derrière elle une masse turbulente et bouillonnante : ce sont les gaz de combustion de la poudre, ceux qui étaient étroitement confinés au fond du canon et qui viennent de propulser la balle. Sur le dernier cliché, on voit l'onde sonore, qui s'étale circulairement autour de la bouche du canon, atteindre la face du tireur — pas encore ses oreilles. Autrement dit, la balle est déjà loin du canon qu'il n'a toujours rien entendu.

gaz qu'on rencontre dans le cas des écoulements compressibles.

Aujourd'hui, on peut recueillir sur une émulsion photographique l'image du système d'ondes de choc et les turbulences autour d'une maquette en soufflerie, et cela sans aucun artifice genre brouillard coloré ou émissions de fumées. Cette image permettra même la mesure des pressions au voisinage de la maquette en fonction des densités optiques sur les différentes zones du cliché. On peut certes obtenir des résultats similaires par interférométries, mais au prix d'un appareillage important et très délicat, ou par la

très différent de l'iris utilisé habituellement sur les appareils photo. Souvent il s'agit d'une lame mince au bord très net, genre lame de rasoir, placée perpendiculairement au chemin optique et qui intercepte une partie du faisceau lumineux ; la partie restante qui se propage au-delà possède alors une limite très nette.

Une seconde lentille concentre ce faisceau de telle sorte qu'il tombe sur un second diaphragme identique au premier et placé dans l'axe optique du système. La zone comprise entre la lentille et ce deuxième diaphragme constitue l'espace utile où seront analysés



Troisième vue : la balle s'éloigne et un tourbillon de gaz violemment comprimés apparaît juste derrière : ce sont les gaz de combustion de la poudre.

les phénomènes à étudier. En déplaçant le diaphragme perpendiculairement au chemin optique, on intercepte une section plus ou moins importante du faisceau lumineux. Ensuite, la lumière tombe sur un film qui enregistrera les différences de densité et de transparence de l'air entourant l'objet étudié.

A l'œil nu, ces différences ne sont pas visibles, mais elles le deviennent justement avec le montage de Schlieren. Ce qu'il s'agit de mettre en évidence, c'est la déviation des rayons lumineux quand ils traversent des zones où l'indice de réfraction varie ; en effet, chaque fois que la lumière passe d'un milieu où l'indice a telle valeur à un milieu où il a telle autre, elle est déviée. La valeur de cet écart n'est directement perceptible que quand les différences d'indice sont importantes entre l'air et l'eau, par exemple, la marge est telle (de 1 à 1,33) que même une cuiller plongée dans un verre apparaît coudée juste à l'endroit où elle longe dans l'eau ; la même remarque vaut pour le bâton bien droit qui semble plié quand on l'enfonce dans une rivière.

Dans les conditions habituelles de température et de pression, l'indice de l'air (par rapport au vide qui vaut 1) est de 1,00027. Mais cet indice change avec la masse spécifique m selon la formule $n - 1 = k \cdot m$, k étant une constante. Or la masse spécifique à son tour change avec la température : l'air chaud se dilate, donc pèse moins lourd pour un même volume ; inversement, il se contracte avec le froid et devient plus dense. Pour des raisons similaires, la densité change aussi avec la pression ; quand on comprime un gaz, on en fait tenir une masse plus grande dans un volume donné. Enfin, il faut savoir que l'indice de réfraction dépend aussi de la longueur d'onde de la lumière considérée, donc de la couleur : il n'est pas le même pour le rouge et pour le vert par exemple.

Dans le cas de l'air, cet indice est, comme nous l'avons vu, très voisin de 1 ; les variations dues aux changements de température et de pression sont faibles, et les dévia-

tions des rayons lumineux le sont également. Mais comme cette courbure du trajet joue sur des longueurs relativement importantes (plusieurs décimètres, voire plusieurs mètres) elle peut devenir perceptible. On connaît ainsi les effets de mirage au-dessus d'un fourneau (la température est très élevée) ou au-dessus d'une route (la longueur du trajet courbe est grande) ; dans ce dernier cas, on connaît le mirage classique en été qui fait apparaître des plans d'eau sur la chaussée : c'est tout simplement la lumière venue de l'horizon qui se trouve recourbée vers le haut par les changements continus d'indice à mesure que le rayon se rapproche du bitume.

Des déviations tout à fait similaires, mais beaucoup plus faibles, existent autour de nous, ne serait-ce qu'autour du corps : l'air est plus chaud au niveau de la peau que dans le reste de la pièce. De même les pressions importantes engendrées dans les souffleries sur les profils de maquette, ou à la bouche d'un canon de fusil, engendrent des déviations sensibles. A l'œil nu, elles restent en général invisibles : ou elles sont trop ternes, ou elles sont trop brèves.

Avec l'optique Schlieren, le faisceau lumineux délimité par les diaphragmes ayant des bords très nets, les déviations les plus minces vont être mises en évidence : dans le volume de la zone de travail, les discontinuités de température ou de pression entraînent des déflexions des rayons lumineux telles que la somme de ces effets dans la direction de propagation de la lumière entraîne, soit un effet de masque par le diaphragme, soit au contraire le démasquage d'une partie du faisceau normalement occulté. La baisse de lumière se traduit par une zone sombre sur l'éмуulsion, l'inverse par une zone claire. Il faut bien voir en effet que sur un faisceau très nettement délimité, toute courbure, même minime, du rayon va l'envoyer sur le diaphragme, ou au contraire lui permettre de passer alors qu'il aurait été masqué s'il avait continué en ligne droite. Le procédé Schlieren revient donc à isoler des fluctuations qui autrement passe-

raient inaperçues dans le flot des rayons lumineux qui baigne normalement tout objet éclairé. On peut d'ailleurs le perfectionner : pour observer les variations d'indice dans deux ou plusieurs directions de l'espace, on peut utiliser un second jeu de diaphragmes perpendiculaires aux précédents, voire deux diaphragmes circulaires.

Toute la difficulté, bien sûr, consiste à obtenir un faisceau lumineux avec des bords nets comme un fil de rasoir malgré les défauts inhérents à tout système optique, en particulier la diffraction, l'absence d'une source lumineuse réellement ponctuelle au sens géométrique et la diffusion par les poussières de l'air. La qualité des composants optiques est donc importante car les moindres défauts introduisent des déflexions parasites. En particulier, il est très difficile de trouver des lentilles de grand diamètre et de qualité convenable, à moins de se contenter d'une zone de travail de très faible volume.

En pratique, on utilise plutôt des miroirs paraboliques, genre télescope, mais si on n'utilisait qu'un seul miroir on tomberait sur un défaut classique : comme on ne peut travailler strictement dans l'axe comme en astronomie, l'angle que forment faisceau incident et faisceau réfléchi entraîne des distorsions de l'image. Aussi emploie-t-on deux miroirs placés face à face, ce qui laisse une zone de travail de large section où tous les rayons lumineux sont parallèles : la définition est très améliorée. Le chemin optique total affecte la forme d'un Z, avec un miroir à chaque saillant du Z ; de ce fait, les aberrations dues à l'inclinaison sur l'axe et produites par la réflexion sur le premier miroir sont compensées par celles du second.

On peut alors visualiser, surtout avec des sources lumineuses à très brève durée d'éclair (le dixième de microseconde, ou moins), les écoulements d'air en soufflerie et en balistique. On peut aussi améliorer le procédé, normalement filmé en noir et blanc, en introduisant la couleur. C'est un chercheur américain, Gary Settles, qui a poussé le

plus loin les recherches en ce sens, inventant un montage avec filtres colorés qui permet l'enregistrement dans deux directions de l'espace.

La lumière pénètre dans la zone de travail à travers un système de quatre filtres allongés (bleu, vert, jaune, rouge) formant les quatres côtés d'un carré dont le milieu et l'extérieur sont opaques et servent donc de diaphragme amont. A l'autre bout, le diaphragme aval est fait d'une ouverture rectangulaire de dimensions équivalentes à celles du carré dessiné, à l'entrée, par les quatre fentes. La lumière

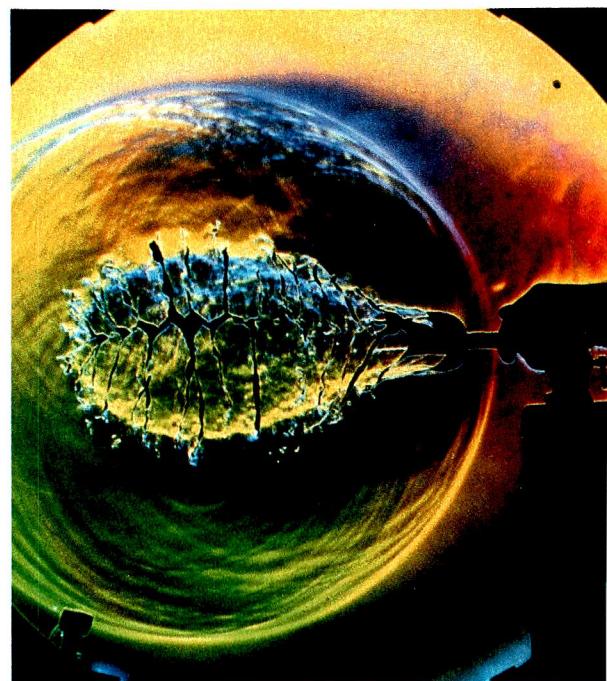
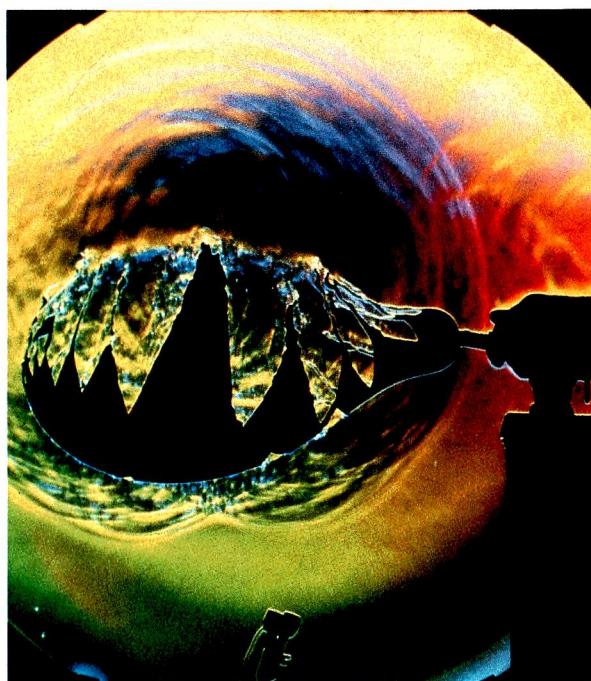
les deux, indique une déviation dans une direction quelconque. Il y a donc là le moyen de déterminer très facilement le sens de la déviation. La technique de Schlieren en couleurs a permis d'obtenir des images remarquables et d'un intérêt scientifique certain.

Celles que nous publions ici, et qui sont dues à Gary Settles, ont certes une valeur technique importante, mais elles ont surtout le mérite d'être spectaculaires et de révéler une succession de processus peu connus — comme l'air contenu dans le ballon qui est encore en boule alors que l'enve-

c'est le modelage du faisceau par les diaphragmes et l'emploi de miroirs à usage astronomique ayant 1 m de diamètre. Cette taille considérable permet une excellente concentration de la lumière et une finesse d'image que ne pouvaient donner des miroirs plus modestes.

Le procédé devient évidemment beaucoup plus coûteux, d'autant plus que l'utilisation de très grands miroirs oblige à disposer d'une infrastructure nettement plus lourde. Il ne s'agit plus d'un simple montage de laboratoire, mais d'une installation technique nécessitant des lampes très puissantes

Quand on gonfle un peu trop fort un ballon de baudruche, il arrive que l'enveloppe éclate. Ce que l'on ne sait pas, et que révèlent ces deux clichés en optique Schlieren, c'est que le caoutchouc se rétracte en s'enroulant sur lui-même bien plus vite encore que le gaz com-



issue de ces quatre filtres et mélangée en une lumière plus ou moins blanche dans la zone de travail. Elle redonne dans le plan du diaphragme aval l'image de chacune des fentes. Les variations de densité rencontrées par le faisceau entraînent des déviations des rayons qui vont dériver préférentiellement vers l'ouverture carrée telle ou telle couleur.

L'apparition d'une teinte pure traduit une déviation horizontale ou verticale complète ; celles de deux couleurs simultanément, avec une zone de mélange entre

les deux est déjà en miettes. La méthode mise en jeu fait appel à la technique des miroirs. Pour réussir une photo Schlieren, la première étape consiste à lancer un éclair aussi bref que puissant et dirigé vers le processus à filmer. Obtenir un flash éblouissant durant à peine un millionième de seconde est peu commode, mais faisable.

Un tel éclair gèle le phénomène, aussi rapide soit-il, mais n'apporte rien de très nouveau : des boulets de canon figés en plein vol font maintenant partie de la photo classique. Ce qui fait la différence ici,

et des supports très solides et très précis.

La technique de Schlieren ainsi améliorée est couramment utilisée dans les recherches aérodynamiques, dans l'étude des avions et fusées, dans les travaux concernant la mécanique des fluides et même pour certaines expertises légales. Mais c'est aussi une manière de se rappeler par la vue l'immense océan d'air qui nous entoure et de mettre en évidence tous les tourbillons, courants et bouillonnements qui sont normalement invisibles.

primé se détend. Résultat : la membrane du ballon est déjà recroquevillée en spirale comme un couvercle de boîte à sardines, et le gaz comprimé occupe encore dans l'air un volume bien délimité ayant la forme du ballon.

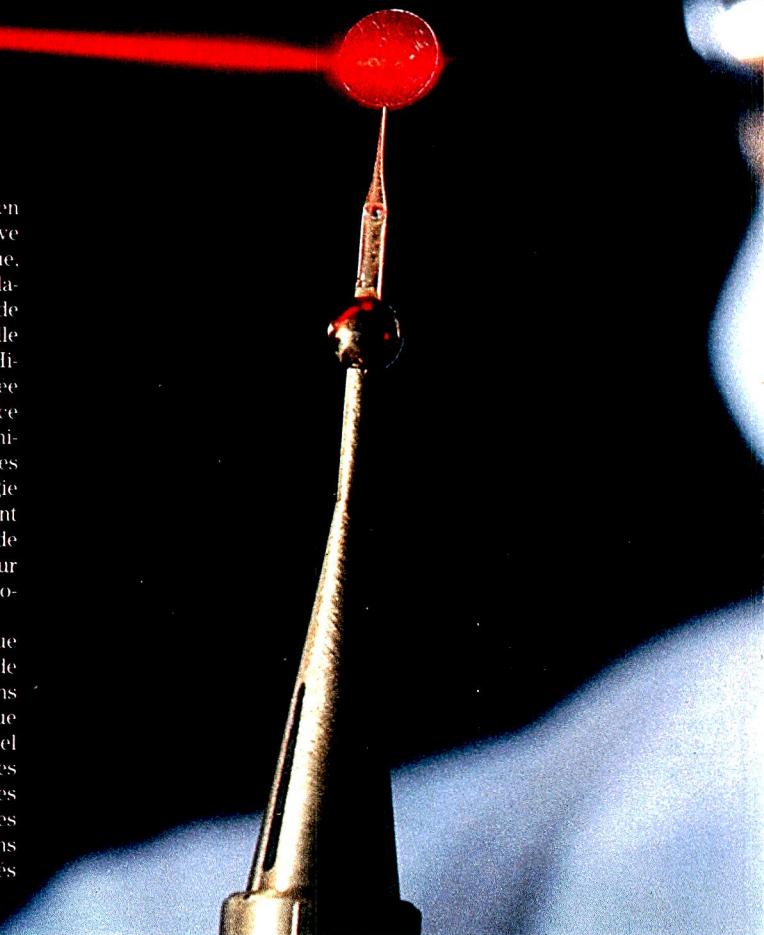
LA FOUDRE AU BOUT D'UN LASER

UN ECLAIR A JAILLI POUR LA PREMIERE FOIS DE NOVA, LE PLUS PUISSANT LASER DU MONDE.

Flash bref, moins d'un milliardième de seconde, mais d'une terrible puissance : 60 000 000 000 000 W. Il illumine la toute dernière avance scientifique vers la maîtrise des réactions thermonucléaires.

Décembre 1984 : en l'espace d'une brève pulsation atomique, les physiciens du laboratoire Lawrence Livermore, de Californie, gagnent une nouvelle étape dans l'ascension de cet Himalaya de la recherche appliquée — l'objectif sur lequel la science s'acharne depuis plus d'un demi-siècle : la fusion contrôlée des atomes. La source d'énergie ultime, immortelle, indéfiniment renouvelable, dont rêve le monde moderne, mais que seules, pour l'instant, les étoiles savent produire.

Cette force remarquable que l'homme tente si furieusement de domester lui fut révélée dans les années 30 quand il comprit que l'énergie qui nous vient du ciel tient à l'activité violente des noyaux d'atomes au cœur de ces fournaises ardentes que sont les astres chauffés à blanc. Dans notre Soleil, de vastes quantités





A peine plus grande qu'un grain de sable, la cible contenant le mélange thermonucléaire recevra les 10 faisceaux de Nova.

d'hydrogène, comprimées dans une enveloppe extérieure, se transforment en une pâte huit fois plus lourde que le plomb. Au sein de cette purée incandescente, les noyaux d'hydrogène sont perpétuellement projetés les uns contre les autres par des températures de centaines de millions de degrés. En se rencontrant, ils fusionnent, et de leur fusion sort un atome d'hélium — la matière solaire par excellence. Cet atome pèse un peu moins que les quatre atomes d'hydrogène qui le forment ; la perte de masse se traduit par une libération d'énergie, sous formes de neutrons, de chaleur et de lumière. Chaque seconde, 600 millions de tonnes d'hydrogène se transforment dans le Soleil en 596 millions de tonnes d'hélium. Et dans la même intervalle, le Soleil perd 4 millions de tonnes de sa masse. A ce rythme, il devrait s'éteindre dans 40 milliards d'années.

Peut-être l'humanité, devenue maîtresse de tout l'Univers, saurait-elle alors raviver le feu du ciel. Elle en est très loin, pour l'instant. La fusion thermonucléaire, on ne sait la synthétiser encore que sous sa forme la plus sauvage : la déflagration d'une bombe H. Pour amorcer la réaction, on utilise une "allumette" capable de développer instantanément des chaleurs de plusieurs dizaines de millions de degrés : cette étincelle détonatrice est formée par une bombe A. On obtient l'effet court et foudroyant qui convient à un but destructeur. Mais aucun pays n'a encore réussi à entretenir cette réaction de manière contrôlée, sous une forme exploitable à des fins énergétiques utiles à l'homme.

Bombe A, bombe H. Fission, fusion. L'énergie de la fission est produite par l'éclatement du noyau atomique d'un corps lourd, tel l'uranium, quand un neutron vient le frapper. Il s'ensuit une réaction en chaîne que l'on peut comparer à une explosion de dynamite, dans laquelle un choc mécanique sert d'amorce ; les ondes de choc, résultat de la rupture des molécules instables, se transmettent d'une molécule à l'autre. Dans la fission, la réaction est déclenchée par les neutrons, chaque

fission de noyau libérant de nouveaux neutrons qui brisent de nouveaux noyaux.

Le processus de fusion ressemble au contraire à une combustion ordinaire. Quand un corps brûle, des molécules se combinent et leur réaction chimique crée de l'énergie. Pour fusionner, les molécules doivent entrer violemment les unes dans les autres, et il faut, pour cela, que le corps soit chauffé. C'est ce qui se passe au niveau des noyaux légers d'hydrogène, quand s'effectue la fusion. Dans les étoiles jeunes, comme notre Soleil, deux noyaux d'hydrogène fusionnent pour former du deutérium, qui comprend un proton et un neutron. Mais la réaction thermonucléaire la plus intéressante, au plan du bénéfice énergétique, est celle qui met en jeu un noyau de deutérium et un noyau de tritium, isotope radioactif de l'hydrogène (un proton et deux neutrons). Chacune de ces unions donne naissance à un noyau d'hélium (deux protons et deux neutrons) et à un neutron libre qui emporte 80 % de l'énergie totale, soit 14 millions d'électron-volts.

Ce type d'énergie engendrée par les étoiles depuis des milliards d'années, pose donc des problèmes complètement différents de ceux qu'on a pu résoudre pour la production de l'énergie A dans les centrales nucléaires actuelles.

Recreer sur terre les conditions qui permettent aux noyaux atomiques de fusionner au cœur des astres, amorcer la réaction de ma-

nière "pacifique", faire qu'elle s'entretienne d'elle-même comme le feu continu du ciel, voilà qui implique des conditions redoutables. D'abord, un point d'allumage fantastiquement élevé : 100 millions de degrés Kelvin, environ. Il faut amener le mélange initial de deutérium et de tritium à des températures suffisamment hautes pour que les atomes fusionnent. Il s'agit, pour ainsi dire, de trouver un "chalumeau" assez puissant pour effectuer cette "soudure" thermonucléaire. Soumise à de telles chaleurs, la matière se transforme en plasma, le "quatrième état de la matière" : un chaos d'électrons libres et de noyaux ; et l'agitation des noyaux y est telle qu'ils peuvent surmonter la force de répulsion protonique (les charges positives qui les repoussent mutuellement comme les pôles de même nom éloignent deux aimants). Il peut alors y avoir fusion.

Dans les astres, celle-ci s'entretient parce qu'un gigantesque champ gravitationnel s'oppose à ce que les noyaux de matière s'échappent du brasier stellaire. Pas question de reproduire un tel champ au laboratoire. Comment contenir alors ces gaz chauffés aux températures solaires ? Les matériaux les plus résistants disparaissent en fumée dès que le plasma atteint seulement quelques dizaines de milliers de degrés — à peine de quoi obtenir une fusion de deux noyaux tous les cinq cents ans —, et que les particules, animées de vitesses de centaines de milliers de kilomètres/heure, viennent heurter

les parois du récipient. Le problème est donc d'arriver à confiner ce plasma ardent dans l'espace, et pendant un temps suffisant ; les conditions physiques de notre Terre semblent n'offrir aucune solution naturelle à ce problème.

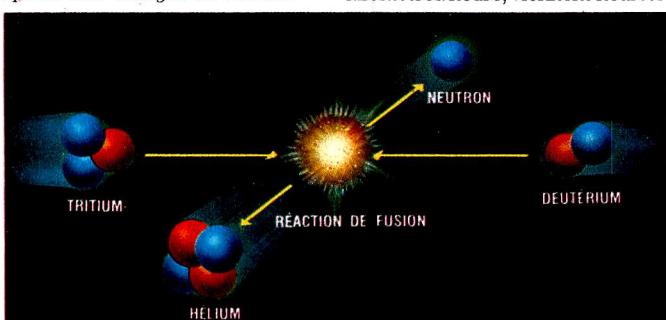
Enfin, si l'on vise une opération rentable, c'est-à-dire qui se solde par un gain d'énergie, il convient que la quantité d'énergie produite par la fusion soit supérieure à celle qu'on a injectée au départ. Pour cela, il faut que la "chaudière" thermonucléaire réponde aux conditions énoncées en 1957 par le physicien anglais John Lawson : le produit de la densité ionique du plasma (la proportion d'atomes privés d'un ou plusieurs de leurs électrons) par la durée du confinement doit dépasser 10^{14} particules/cm³. Pour satisfaire à ce critère, on peut jouer sur les deux facteurs densité-temps : soit confiner assez longtemps (une seconde environ) un plasma peu dense (10^4 particules/cm³), soit confiner brièvement (1 milliardième de seconde soit 10^{-9}) un plasma très dense (10^{23} particules/cm³).

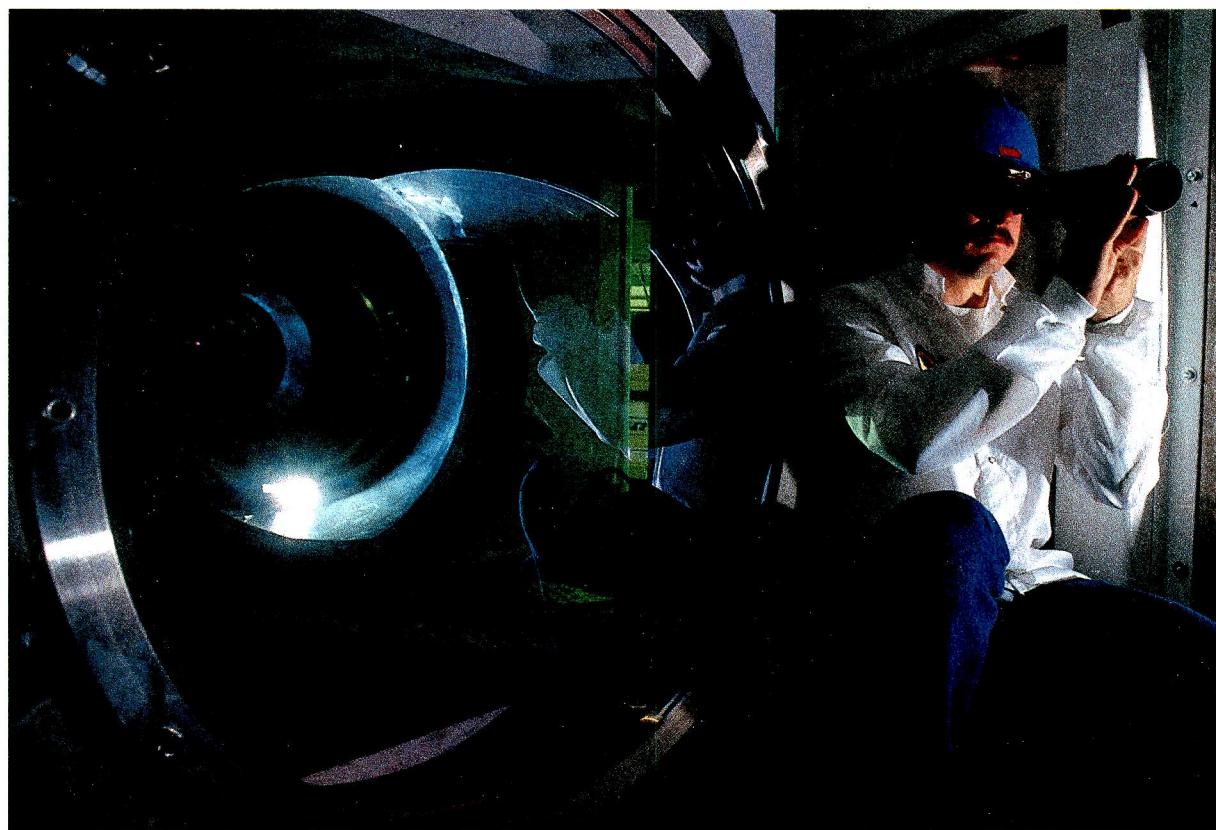
La première solution (long confinement, faible densité), historiquement la plus ancienne, est celle dite du "confinement magnétique". Pour éloigner le plasma brûlant des parois froides du tube de verre scellé contenant le deutérium et le tritium, on l'emprisonne dans des lignes de force invisibles et immatérielles, on l'entoure d'un champ magnétique qui empêche les particules chargées de s'échapper du plasma. On crée des températures colossales, par d'énormes décharges électriques à travers le deutérium. Sous l'effet du courant, la matière se ramasse en une colonne fulgurante. Une mèche de tissu solaire se forme pendant un court instant, on approche les conditions internes du Soleil, quelques neutrons naissent sur le parcours, mais tout cela ne suffit pas pour amorcer une véritable réaction thermonucléaire.

Cette filière "magnétique" est celle que poursuivent actuellement les physiciens du JET (Joint European Torus, laboratoire européen installé à Culham, en Grande-Bretagne), avec un appareil To-

L'UNION DE DEUX NOYAUX

Une réaction très simple pour une étoile, mais très compliquée à reproduire pour les hommes : la fusion du deutérium et du tritium pour former un noyau d'hélium et surtout un neutron qui emporte une énergie de 14 MeV.





kamak. Les paramètres duré-densité de Lawson ont effectivement été tenus : un plasma peu dense est apparu pendant une seconde environ. Les chercheurs ont par ailleurs obtenu des températures suffisantes pour créer l'agitation thermique favorable à la fusion. Mais jamais toutes les conditions nécessaires n'ont été remplies en même temps.

On met aujourd'hui beaucoup d'espoir dans une autre approche, celle du "confinement inertiel". Inertiel, parce que la durée très courte du confinement obtenu par cette méthode est fonction de l'inertie du plasma que l'on veut confiner. On tente cette fois de comprimer brusquement le mélange deutérium-tritium de façon à créer un plasma très dense pendant un bref instant. A cet effet, on utilise, non plus des charges électriques, mais un laser, générateur d'ondes monochromatiques dont les caractéristiques de directivité, d'intensité et de cohérence de phase font un instrument idéal

pour la production du plasma. On exploite ainsi les propriétés très particulières de son rayonnement — sa faible divergence, sa focalisation sur une très petite surface, sa monochromatique et sa cohérence, la puissance instantanée considérable de son émission lumineuse.

Nova représente justement le dernier coup d'éclat de cette difficile recherche. Ce n'est ni la première ni la dernière de ces générations successives de machines de laboratoire par lesquelles l'homme cherche à créer des soleils artificiels. D'autres l'ont précédé : Cyclope, Argus, Shiva. Et Nova n'est lui-même que le prélude d'une prochaine génération de super-lasers. Une évolution qui doit conduire à la réalisation de Zeus, le laser suprême, souverain de l'olympie atomique.

Grâce à Nova, donc, les physiciens tentent de dégager les spécifications requises pour les grands lasers de demain, de déterminer notamment les puissances qu'il faudra atteindre pour que les

atomes fusionnent sous leur tir photonique. Ce n'est pas, à vrai dire, le seul but possible de ce superbe instrument de recherche. Nova pourrait très bien servir éventuellement à certaines études militaires. Un tel laser autorise en effet des simulations très réalistes d'explosions de bombes à hydrogène. Et plus directement encore, il permet de définir les futures armes laser, pièces maîtresses de la stratégie reaganienne de défense spatiale.

Pour réaliser le confinement inertiel du plasma, il faut un laser capable de décharger sur sa cible énormément d'énergie en très peu de temps. Nova est la préfiguration d'un tel dispositif. Ce canon à lumière est en fait plutôt une sorte d'"orgue de Staline". Nova est en effet composé d'une batterie de dix lasers, abrités dans un building plus vaste qu'une cathédrale. Le milieu actif de chacun de ces lasers — c'est-à-dire les atomes que l'on excite pour produire l'émission stimulée de photons — est

Les aiguillages de Nova sont des miroirs aussi parfaits que possible pour orienter et conserver les faisceaux laser.

constitué d'ions métalliques de néodyme noyés dans une matière cristalline d'excellente qualité optique. Pourquoi ce choix ? Justement, parce qu'il n'y avait pas le choix : hormis les lasers utilisant le gaz carbonique à faible pression, seuls les lasers au néodyme envoient une impulsion suffisamment rapide et puissante pour les besoins de la cause. Ils ont en outre l'avantage sur les modèles à CO₂ de permettre une "mise en forme" très souple de l'impulsion laser.

Les faisceaux lumineux émis par les dix lasers Nova, et qui se situent dans l'infrarouge proche à une longueur d'onde de 1,06 micron, ont encore, à la sortie de chaque appareil, une amplitude trop faible pour être utilisés directement. Aussi, immédiatement en aval, leur fait-on traverser un premier amplificateur à oscillation qui accroît la puissance du signal. Chaque faisceau, au long de son parcours, est élargi par une série d'appareils qui agissent à l'inverse d'un télescope ; les rayons finissent par atteindre un diamètre de 74 cm. Cette intervention est nécessaire pour éviter qu'un faisceau trop fin et trop concentré ne focalise une forte densité de puissance sur les fragiles composants des amplificateurs suivants.

Au terme d'un trajet de 150 m, pendant lequel il a été successivement amplifié et élargi, chacun des

dix rayons laser traverse un système cristallin (*Frequency Conversion Array*) de phosphate de potassium ou d'ammonium, à l'action très particulière : le cristal吸 une partie du rayonnement en réémettant à la sortie une lumière de fréquence harmonique, autrement dit de fréquence double, éventuellement triple, de celle qui caractérisait le faisceau à son entrée dans le cristal convertisseur. Ainsi, l'émission infrarouge se transforme en vert (0,53 micron de longueur d'onde), puis en ultraviolet (0,35 micron). L'intérêt de cette conversion ? Un meilleur transfert d'énergie sur la cible, comme on le verra plus loin. Mais avant de parvenir à leur but, tous ces faisceaux vont subir encore d'autres transformations : ils sont reconcentrés, focalisés par l'intermédiaire d'une lentille et envoyés dans une même sphère d'acier de 4 m de diamètre. De là, ils convergeront enfin sur la cible, grâce à un tir symétrique, de manière à frapper la cible régulièrement de tous les côtés, sans quoi l'implosion désirée ne pourrait avoir lieu convenablement.

Cette précieuse cible, c'est le creuset de l'alchimie stellaire dont rêve notre XX^e siècle. Une petite bille de verre à peine plus grosse qu'un grain de sable — 0,25 mm seulement de diamètre — qui enferme en son centre le matériau thermonucléaire. Plusieurs éléments concentriques forment cette microsphère. A l'extérieur, une enveloppe solide amorphe (LiH) — du verre en quelque sorte. En sous-couche, une protection polymérisée constituée d'atomes assez lourds. A mi-chemin du centre est stocké le combustible principal sous forme de deutérium et de tritium solides, maintenu à une température voisine du 0 absolu. Plus au fond, un mélange gazeux à faible densité de ces mêmes éléments. Une minuscule couche d'or les sépare du noyau central où loge une infime quantité de deutérium-tritium solide : l'"allumette" qui doit enflammer l'incendie micro-

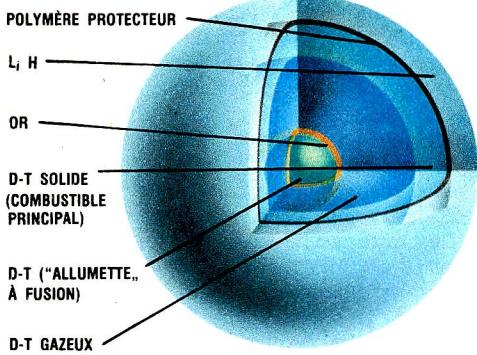


copique qu'attendent les physiciens avec tant d'émotion.

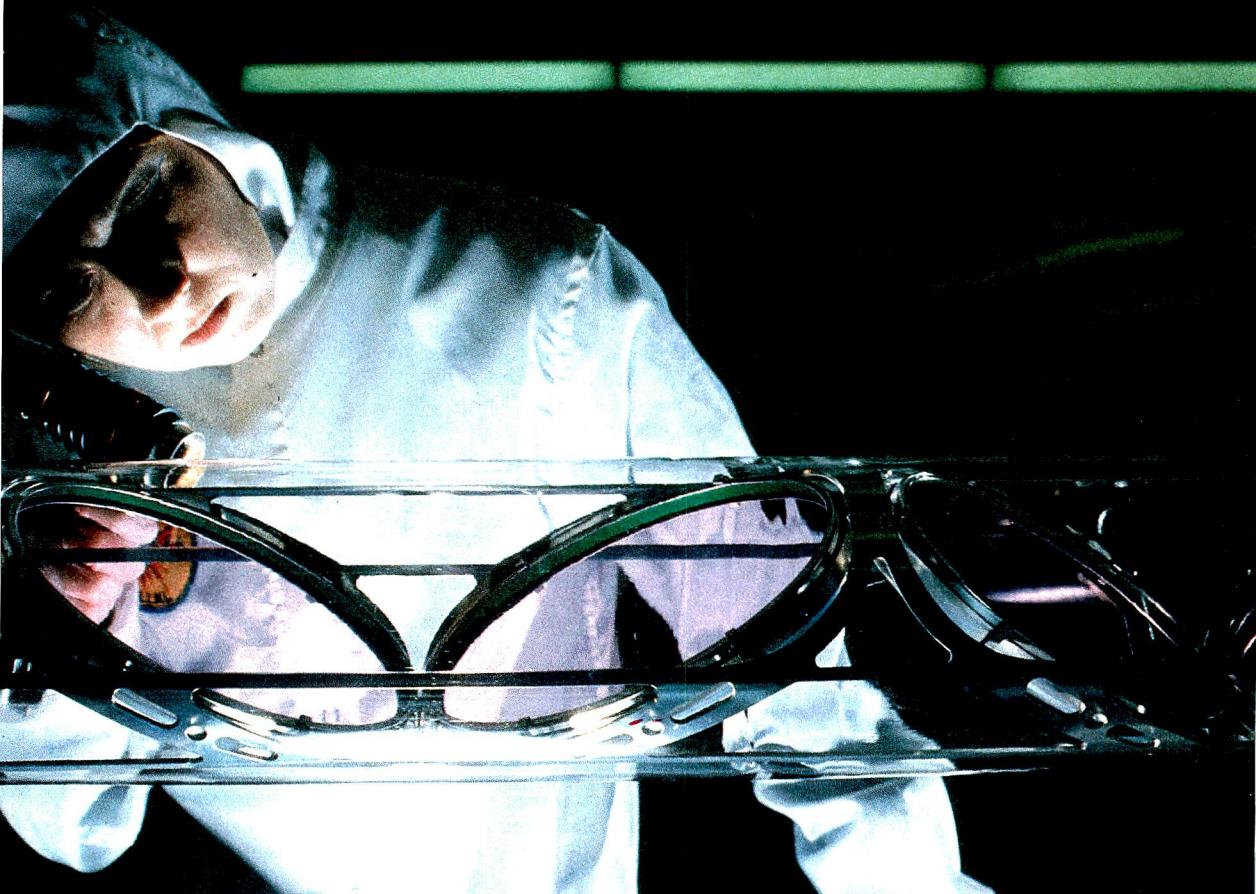
La cible, pourtant, n'a jamais servi. L'expérience n'est encore jamais arrivée à ce point. Nova n'a jusqu'ici illuminé que le vide : pendant moins d'un milliardième de seconde, il a craché 60 000 milliards de watts soit 60 kilojoules ($6 \cdot 10^{13} \text{ W} \times 10^{-9} \text{ s} = 6 \cdot 10^4 \text{ J}$) en infrarouge, 18 000 milliards en ultraviolet (1). Mais ce n'est pas assez pour déclencher la fusion. Il y a dix ans, on estimait que quelques kilojoules seulement y suffiraient ; aujourd'hui, on doute que l'affaire puisse réussir avec même un mégajoule. En outre, dans un réacteur à fusion "vraie grandeur", le laser devrait être incapable de

POUSSIÈRE D'ÉTOILE

A peine un grain de sable. Un quart de millimètre pour ces couches concentriques qui entourent le mélange combustible. Bombardée par un faisceau laser, la couche extérieure de la sphère se vaporisera. Une onde de choc compressera alors l'intérieur et engendrera les premières réactions de fusion dans le mélange de deutérium-tritium (D-T).



(1) La puissance d'une centrale nucléaire classique est de l'ordre d'un milliard de watts.



bombarder la cible 10 à 20 fois par seconde, fréquence d'émission nécessaire pour récupérer suffisamment d'énergie et assurer l'entretien de la réaction par une production adéquate de neutrons. Or, Nova est loin d'être une arme à répétition : dans le meilleur des cas, il peut effectuer un tir toutes les trois heures — le temps de recharger les condensateurs, vidés chaque fois par cette dépense d'énergie énorme et soudaine.

Si l'on a mal calculé, dans les années 70, la quantité d'énergie nécessaire à l'aboutissement de l'expérience, c'est, en particulier, parce qu'on a surestimé le rendement du dispositif projeté. Le transfert d'énergie du rayon laser

vers la cible thermonucléaire est loin d'atteindre l'efficacité absolue. Lorsque la microsphère est frappée par le faisceau lumineux, sa surface se vaporise : il y a génération d'électrons très rapides qui peuvent pénétrer au cœur de la cible et la préchauffer, rendant alors sa compression plus difficile.

Autre phénomène perturbant : la lumière laser est partiellement rétrodiffusée par la cible, surtout lorsque la fréquence de rayonnement (inversement proportionnelle à la longueur d'onde) est égale à la fréquence d'oscillation des électrons à la surface de la petite bille. C'est le cas du rayonnement infrarouge. D'où l'intérêt de changer de fréquence après le

passage du rayon dans le cristal convertisseur.

La solution de ces problèmes passe d'abord par une conception et une fabrication rigoureuses de la cible. Sa surface doit être polie plus soigneusement que celle des miroirs des meilleurs télescopes, car de sa symétrie dépendront toutes les réactions ultérieures.

La coquille de polymère lourd, sous-jacente à l'enveloppe extérieure, doit protéger l'intérieur de la sphère en empêchant que les électrons ne viennent préchauffer le mélange deutérium-tritium. Pour que la réaction s'établit dans les meilleures conditions, il faut en effet soumettre le combustible à un réchauffement brutal au mo-

A la sortie du laser chaque faisceau augmente sa puissance grâce à une série d'amplificateurs identiques à celui-ci

ment même où la réaction est amorcée dans toute la sphère. En d'autres mots, éviter que sa température ne s'élève prématurément au-dessus du zéro absolu proche duquel on le maintient.

Imaginons les difficultés écartées et toutes les conditions d'une fusion satisfaites. Sous l'impact des faisceaux laser, l'enveloppe de verre de la sphère atteint une température de l'ordre de celle qui règne dans le Soleil. Immédiatement, cette couche superficielle se vaporise et s'ionise (les électrons se séparent de leurs noyaux). Elle est réduite à l'état de plasma, que la détente centrifuge projette vers l'extérieur. Mais dans le même temps, et par un effet de réaction analogue à celui qui propulse une fusée, il y a compression à l'intérieur de la sphère ; une onde de choc se crée, le gaz intérieur s'échauffe aussitôt et vient comprimer la coquille d'or qui délimite le noyau central. Si cette pression devient assez forte (plusieurs millions d'atmosphères), la densité du mélange deutérium-tritium contenu dans la coquille d'or peut approcher celle du plomb.

Dès lors, c'est la micro-explosion thermonucléaire. Les réactions de fusion sont amorcées et se propagent dans la cible entière. Des neutrons éclatent dans toutes les directions, capables, du moins en théorie, de fournir cent fois plus d'énergie que le système n'en a consommé en lumière-laser.

Tous ces extraordinaires phénomènes auront eu pour siège une bille d'un quart de millimètre de diamètre ! Mais le chemin est long de la théorie à la réalité. Avec la machine Nova, dans les meilleures perspectives d'expérience, les chercheurs californiens obtiendront un taux de compression qui ne dépassera pas 1 000 (le rapport entre la densité de la matière avant et pendant l'amorce de la fusion). Alors qu'il s'en faut d'une grandeur supérieure (un taux de 10 000) pour qu'une réaction thermonucléaire se déclenche au cœur de la sphère. Pour arriver à de telles performances, on devra attendre que l'appareil Zeus, maxi version de Nova, soit devenu opérationnel.

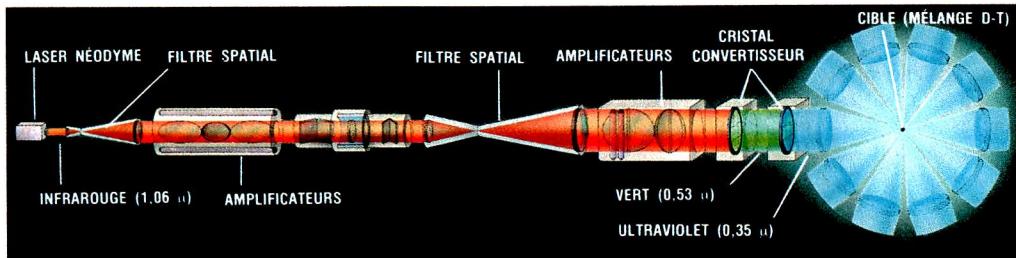
A partir de là, les projections futuristes n'ont rien d'utopiques. Récupérer l'énergie des neutrons engendrés par la fusion ne soulève, techniquement, aucun obstacle redhibitoire. Il suffit d'introduire, devant le flux de neutrons en provenance du réacteur, un milieu ralentisseur qui absorbe une partie de leur énergie. Une cascade de lithium liquide, par exemple. Le lithium présenté en effet un double avantage : outre qu'il reste liquide jusqu'à près de 180 °C, c'est aussi le plus léger des métaux ; de ce fait, il interagit bien avec les neutrons. Il ne resterait plus qu'à faire passer le lithium, réchauffé par le flux du réacteur, dans un échangeur de chaleur pour qu'il convertisse l'eau en

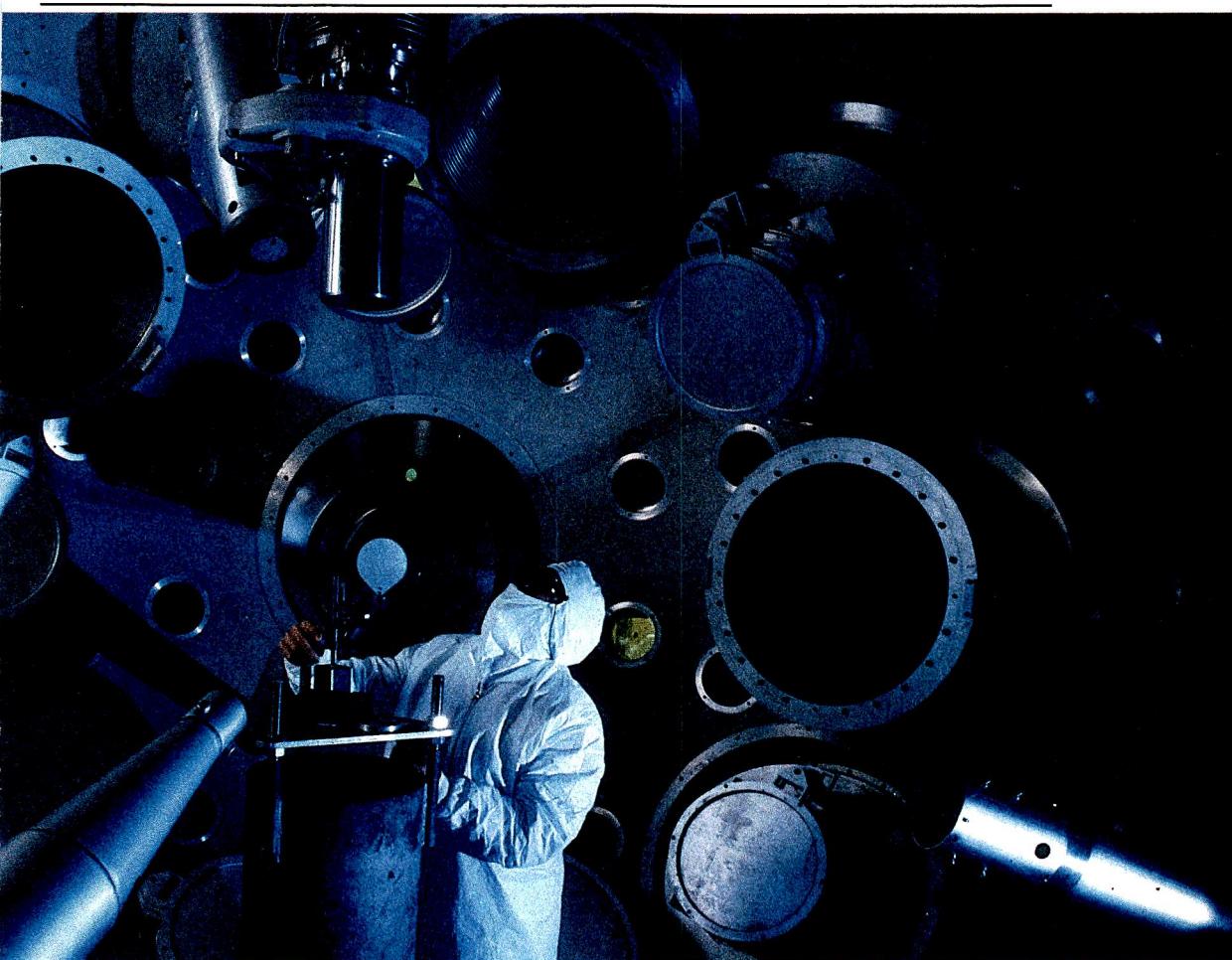


LES 10 BRAS DE NOVA

Chacun des 10 faisceaux laser qui composent le rayonnement de Nova, suit un même chemin : à la sortie du laser (néodyme), le faisceau est alternativement, élargi par des filtres spatiaux (qui sont des télescopes fonctionnant à l'envers) et amplifié par des appareils qui accroissent sa puissance selon un principe identique à celui qui préside à la formation du rayon laser. Ensuite le faisceau traverse un cristal convertisseur qui transforme le rayonnement infrarouge en vert ou en ultraviolet. Dès ce moment, chaque faisceau est reconcentré au centre d'une sphère d'acier de 4 mètres de diamètre : c'est là que se trouve la cible contenant le mélange thermonucléaire.

vapeur. Comme dans n'importe quelle centrale, cette vapeur actionnerait une turbine, laquelle produirait de l'électricité. L'opération ne manquerait pas d'intérêt économique, comme le montrent ces chiffres comparatifs concernant la quantité de combustible requise pour faire marcher une centrale de 1 000 mégawatts : 0,6 tonne (deutérium) pour une centrale de fusion, 30 tonnes (uranium) pour une centrale à fission, 2 millions de





tonnes (charbon) pour une centrale thermique.

Il n'est pas impossible, même, que l'énergie thermonucléaire puisse un jour livrer directement de l'électricité, sans passer par le cycle chaleur-vapeur-turbine-générateur. Dans la centrale à fusion de demain, une masse électrisée, en vibration violente, pourrait — c'est théoriquement envisageable — produire par induction d'énormes puissances électriques.

On aurait alors trouvé l'énergie parfaite, idéale. Et quasiment gratuite. Car la mine intarissable du combustible de demain serait l'immensité même des océans, la plus grande réserve d'énergie au monde, encore inexploitée. Cette énergie est scellée dans les noyaux d'atomes de deutérium, isotope lourd de l'hydrogène, que l'on

trouve dans n'importe quelle eau, en quantité relativement faible (un atome de deutérium pour 6 400 d'hydrogène ordinaire), mais suffisante pour que l'énergie en puissance dans un litre d'eau soit 350 fois supérieure à celle d'un litre de pétrole. En "brûlant" intégralement le deutérium et ses produits (tritium, hélium) dans le cycle thermonucléaire, on tirerait de chacun de ses noyaux une énergie de 7 000 000 électron-volts, c'est-à-dire 86 000 000 kWh par kg de combustible. Avec la même quantité de pétrole, on obtient 6 kWh.

Néanmoins, d'aucuns doutent encore des avantages économiques de la fusion. Essentiellement, parce que le flux intense des neutrons contaminera l'enceinte du réacteur et rendra la structure radioactive. Un inconvénient qui pèsera indiscutablement sur la com-

plexité et le coût d'une centrale thermonucléaire. La question se pose à certains esprits de savoir si, dans l'avenir, l'amélioration des centrales nucléaires classiques, avec l'avance dont elles bénéficient déjà, ne les rendra pas plus compétitives et plus sûres que les centrales à fusion, qui ne sont pas encore entrées dans la course. Le thermonucléaire prendra toutefois le départ avec, en plus de ses autres atouts, de sérieux avantages au plan de la sécurité par rapport à la fission : il ne laisse pour ainsi dire pas de déchets radioactifs et, de plus, un réacteur à fusion ne peut pas s'emballer.

Le thermonucléaire est-il "trop beau pour être vrai" ? Si c'est un simple mirage (2), c'est en tout cas la grande illusion dans laquelle les gouvernements n'hésitent pas à investir.

Toute la puissance de Nova se concentre dans cette sphère (4,6 m de diamètre) à la paroi d'aluminium (13 cm d'épaisseur).

(2) L'expérience Nova a coûté 176 millions de dollars.

MAMANS- POUSSIÈRES BÉBÉS- PLANÈTES

*HONNEUR A LAPLACE :
DES THEORIES
QUI EXPLIQUENT
LA NAISSANCE
DES PLANÈTES.*

c'est probablement la sienne qui tient le mieux la route. C'est ce qui résulte de la découverte et de l'analyse de trois anneaux de poussières dans l'espace. Poussières qui accoucheront peut-être un jour de bébés-planètes.

La chasse aux planètes hors du système solaire est vraiment ouverte dans les observatoires du monde entier ; derrière leurs télescopes, les astronomes ratisseont le fond du ciel autour des étoiles les plus proches. Ils guettent les moindres mouvements suspects. Vingt ans déjà qu'ils fourbissaient leurs armes, mais les planètes sont difficiles à débusquer : elles se planquent dans la lumière des étoiles, et aveuglés, les astronomes n'y voient que du feu.

Pour mieux en saisir les contours, ils scrutent le ciel dans l'infrarouge car les planètes, qui sont froides rayonnent, presque toute leur énergie dans ces longueurs d'onde (¹).

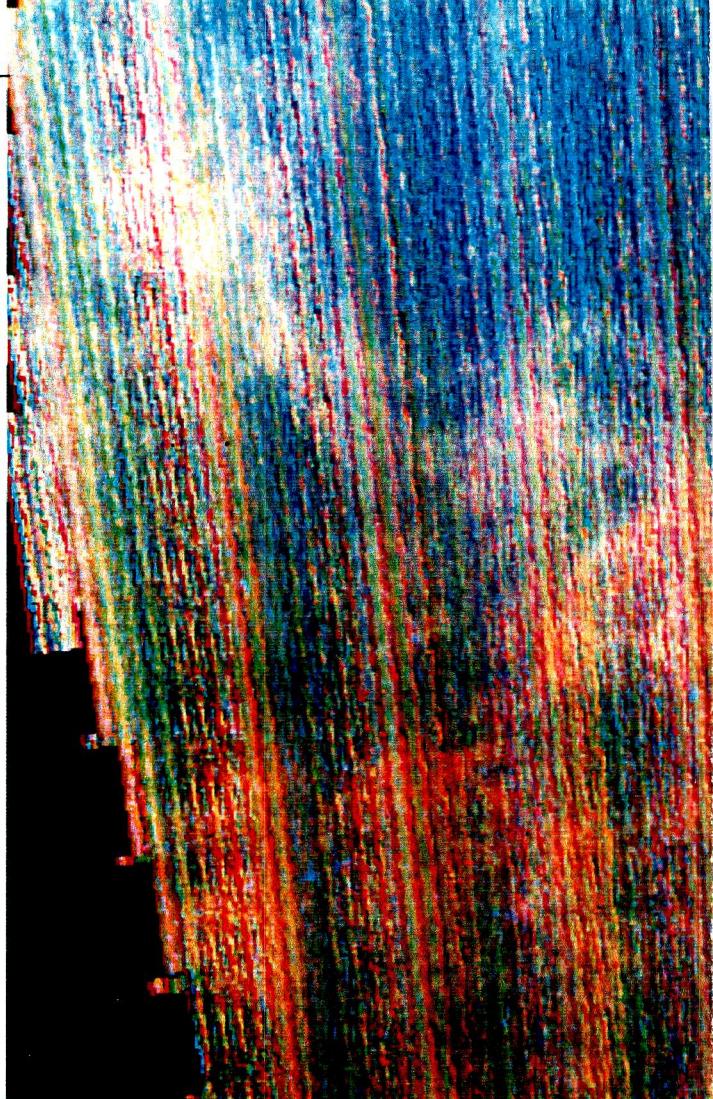
Une émission excessive d'infrarouge au voisinage d'une étoile devrait trahir la présence d'une planète. Malheureusement, la vapeur d'eau que contient notre atmosphère absorbe les rayonnements I.R. qui nous viennent du ciel. Pour les capter correctement, il faut monter sur orbite.

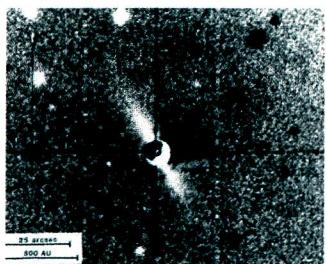
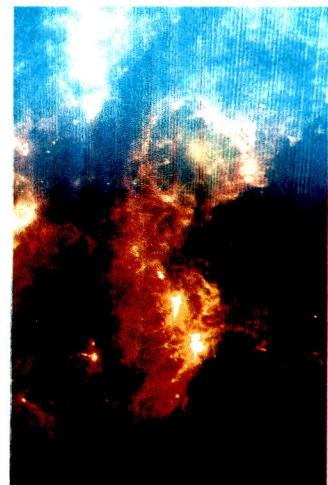
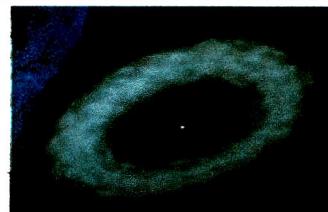
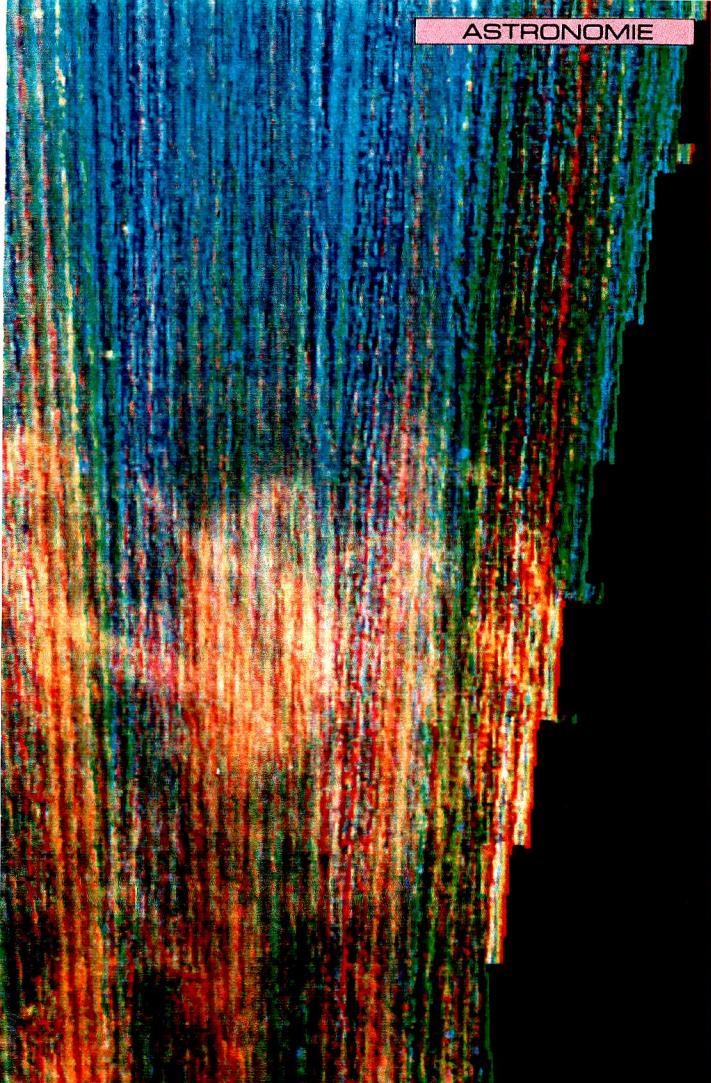
IRAS (Infrared Astronomy satellite) fut le premier et, du reste, le seul satellite spécialement construit pour détecter les émissions infrarouges (d'autres projets tels le satellite européen ISO sont actuellement à l'étude). Il ne voyait que dans quatre bandes monochromatiques centrées sur les longueurs d'onde de 12, 25, 60 et 100 micromètres (infrarouge lointain). Cependant, placé sur orbite le 25

janvier 1983, IRAS découvrait, cinq mois après son lancement, un anneau de corps solides en orbite autour de l'étoile Véga. Il en observait un autre autour d'un bébé stellaire du type T. Tauri (²) dans la région d'Orion et un autre encore autour de l'étoile bêta Picoris. Une quarantaine d'autres anneaux auraient été découverts et mis au secret. Puis le satellite rendit l'âme le 24 novembre après dix mois de loyaux services.

Au cours de sa brève vie ses pauvres yeux n'avaient vu que de la poussière. Rien que de la poussière ! Car, à l'analyse, les beaux anneaux autour des trois étoiles ne semblent faits que de débris.

L'excitation des astronomes n'en est pas moins à son comble.





On ne fait pas souvent le ménage dans le ciel ; il est plein de poussières, dont un ruban traverse notre photo de gauche (prise dans l'infrarouge par le satellite IRAS). La première photo ci-dessus est une vue d'artiste du nuage de Véga ; celle du centre, la constellation d'Orion vue dans l'infrarouge ; enfin, en bas, le nuage de Béta Pictoris, dans le visible cette fois.

Car les disques de poussières entrevus par IRAS ressemblent à s'y méprendre à des planètes en gestation. Grande première : on va enfin pouvoir confronter à la réalité les nombreuses théories sur l'origine du système solaire. Jamais on n'avait réussi à observer de planète, même à l'état embryonnaire autour d'une autre étoile que le Soleil. Difficile donc de généraliser en se basant sur un seul cas, le nôtre. Ce qui n'a d'ailleurs jamais arrêté les astronomes.

En se fiant principalement à leur intuition, ils ont échafaudé au cours de ces trois derniers siècles une multitude de modèles décrivant la naissance des planètes. Suivant qu'ils avaient tendance à dramatiser les événements ou pas, les

scénarios qu'ils proposaient changeaient du tout au tout.

Dans un cas, le cortège planétaire se formait à la suite d'une formidable catastrophe, dans l'autre, il naissait en douceur.

Avec la manie du classement qui caractérise notre XX^e siècle, les astronomes ont réparti aujourd'hui les modèles en quatre classes, en fonction des hypothèses de départ. A l'intérieur d'une même classe, les modèles ne se différencient que par des points de détail, mais suivent la même trame.

○ La première classe, défendue au début des années 40, suppose que le Soleil, à sa naissance, avait un frère jumeau, ou était, comme on dit, une étoile double. Mais pour une raison ou une autre, son

"frère" fut déchiqueté très jeune par une violente explosion. Sa matière s'est alors répandue dans l'espace. Le Soleil, profitant de son champ gravitationnel intense, s'est approprié une partie des restes fraternels et s'est "roulé" dedans. Une vaste nébuleuse s'est créée autour de lui, où les planètes ont pu se condenser par la suite.

○ Dans la deuxième classe, soutenue au début du siècle, la catastrophe initiale n'a pas pour origine un drame familial. Point de frère jumeau pour vous jeter en mourant sa matière à la face. Une simple étoile, apparemment sans lien de parenté avec le Soleil, fonce droit sur lui au hasard de sa course. Le choc frontal est évité de justesse. Cependant l'étoile, en frô-

lant le Soleil, déclenche de grands bouleversements à sa surface : de gigantesques raz de marées éjectent les couches externes. Et la matière arrachée se met en orbite autour du Soleil, formant une nébuleuse dans laquelle les planètes pourront se condenser plus tard.

○ Le troisième type de scénario, proposé il y a deux cents ans par le Français Pierre Simon de Laplace, n'invoque, lui, aucun accident au départ. Tout simplement, Soleil et planètes naissent simultanément d'un même nuage interstellaire. En souvenir de son promoteur, cette naissance sans violence, l'hypothétique "nuage originel", porte le nom de "nébuleuse protosolaire de Laplace". Il aurait eu la forme d'un disque aplati tournant sur lui-même. Dans les régions froides, loin du centre, les éléments non volatils se seraient condensés en donnant naissance aux planètes ; la partie centrale, en se contractant brutalement, serait devenue rien moins que le Soleil.

○ Vient enfin le modèle d'Alfvén, le plus marginal de tous, le plus décrié, mais qui éveille toujours la sympathie de certains astronomes, les touche et les attendrit. Car cette fois, le Soleil naît complètement nu. Toute la matière du nuage interstellaire a servi à fabriquer son grand corps et il ne reste plus la moindre petite nébuleuse résiduelle pour l'envelopper. Mais le jeune Soleil est particulièrement

attirant, il a belle prestance (la force d'attraction gravitationnelle est proportionnelle à la masse). De plus, il est doté d'un formidable champ magnétique. Sans problème, il capture la matière qui, par malheur, passe à ses côtés. Sous son souffle chaud, la matière captive s'ionise. Devenue électriquement chargée, elle est sensible au champ magnétique, se fait piéger et se trouve contrainte à tourner avec le Soleil. Une gigantesque couronne de gaz se forme, qui tourbillonne sur elle-même, dans laquelle les atomes non volatils s'agglutinent pour donner naissance à des planètes.

taire et riche en éléments lourds (3). En revanche, dans les scénarios qui éliminent la violence, la matière de la nébuleuse primitive est d'origine interstellaire, c'est-à-dire qu'elle est pauvre en éléments autres que l'hydrogène, le deutérium et l'hélium.

Comment savoir maintenant les quelles de ces hypothèses sont les bonnes ? La réponse à cette question est certainement gravée dans les cieux. Aussi, pour vérifier la première thèse, longtemps les astronomes ont recherché la trace du frère jumeau du Soleil mort prématurément. Encore récemment l'affaire Géminga (4) avait donné un faux espoir. Aujourd'hui il semblerait que notre brave Soleil fasse partie de cette petite minorité d'étoiles (moins de 25 %) qui naissent dans l'isolement total.

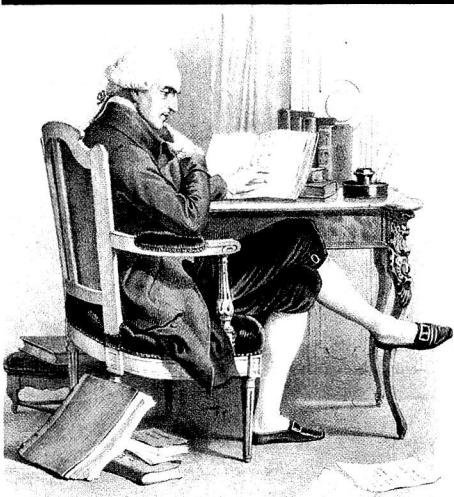
Cependant, les recherches continuent. La sonde *Pioneer* vient de franchir les limites du système solaire, ou plutôt celles de l'orbite de Pluton. En violant les espaces vierges, cette sonde retrouvera peut-être le cadavre dépecé du double du Soleil. Mais en attendant d'avoir de ses nouvelles, nos chasseurs-astronomes rejettent provisoirement cet itinéraire.

L'analyse de l'atmosphère de Jupiter ouvre d'autres voies. Plus distante du Soleil que ne l'est notre Terre, plus massive aussi, cette planète, la plus grosse du système solaire n'a pas subi l'influence de l'astre du jour. Sur Terre, le vent solaire a soufflé les éléments légers. Trop petite et trop chaude, la Terre n'a pas su les retenir et l'hydrogène, le deutérium et l'hélium étaient déjà absents de notre atmosphère primitive.

L'air que nous respirons n'a d'ailleurs plus rien à voir avec celle-ci. Il nous a été gracieusement offert par le dégazage des volcans. C'est donc d'une atmosphère très évolutionnée que nous remplissons chaque jour nos poumons. Les atmosphères de Mars et Vénus, bien qu'irréprochables, sont aussi très évolutionnées.

Rien de semblable sur Jupiter. Il a su tenir tête au vent solaire, très affaibli, qui soufflait doucement au niveau de son orbite. Le gros mastodonte a retenu les éléments lé-

Pierre Simon de Laplace (1747-1827) : le système solaire protiendrait d'une "nébuleuse primitive", les planètes, elles, des anneaux de poussières refroidies tournant autour d'un noyau très chaud qui aurait formé le Soleil.



gers avec son puissant champ gravitationnel. Il les a même enfermés dans son noyau, puis s'est recouvert frileusement d'un bout de nébuleuse primitive. Cette atmosphère n'a guère changé par la suite, le vent solaire ne l'atteignait pas et il n'y avait pas le moindre volcan sur la surface de cette planète pratiquement gazeuse.

Donc, la composition de l'atmosphère actuelle de Jupiter devrait être très proche de celle de la nébuleuse primitive. Les sondes *Voyager* qui ont survolé la planète géante ont déterminé la composition de son atmosphère. Le diagnostic est formel : elle est en majorité constituée d'hydrogène, d'hélium et de deutérium. Or, le deutérium est un élément trop fragile pour survivre, même à un séjour très écourté, dans le ventre d'une étoile. La forte teneur en deutérium de l'atmosphère jovienne indiquerait donc que la nébuleuse primitive n'était pas faite de matière stellaire (lourde) mais de matière interstellaire (légère). Ce résultat élimine les deux classes "catastrophes" dont les scénarios affirmaient que les planètes s'étaient condensées à partir d'une nébuleuse stellaire, l'une volée à un frère jumeau, l'autre arrachée au Soleil par une étoile de passage.

Cependant, rien ne prouve que la nébuleuse primitive ait été parfaitement homogène. Jupiter a pu se former dans une région particulièrement riche en deutérium. La parole est aux sondes *Voyager* qui s'approchent maintenant d'Uranus. Cette grosse planète devrait elle aussi avoir pour atmosphère un bout de la nébuleuse primitive. Mais taillé en un autre lieu, donc n'ayant aucune raison de présenter les mêmes défauts. On pourra alors vérifier si l'abondance en deutérium est significative.

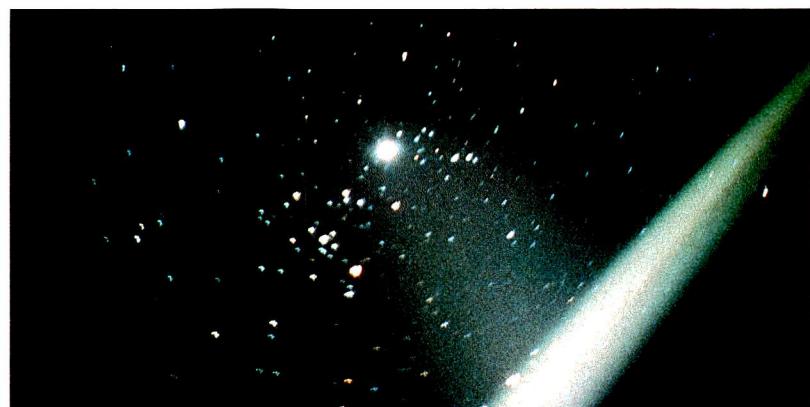
En attendant les astronomes sont revenus aux méthodes douces. La mode est même au "rétro", puisque la grande majorité d'entre eux opte aujourd'hui pour le modèle de Laplace vieux de deux cents ans. Le scénario en vogue est le suivant : dix milliards d'années se sont écoulées depuis le "grand boum" initial. Plusieurs

générations d'étoiles massives se sont succédées dans l'Univers. Dévoreuses de combustibles nucléaires, les grosses étoiles ne vivent que très peu de temps, quelques millions d'années à peine. Puis à bout, elles explosent en supernova et recrachent dans le milieu interstellaire le fruit de leurs entrailles, à savoir les éléments lourds qu'elles ont fabriqués dans leur ventre par réactions thermonucléaires.

En 10 milliards d'années le gaz de la Galaxie est donc sérieusement enrichi par les explosions successives de supernovae, sa teneur en métaux atteint 2 à 3 % de sa masse totale. Et soudain, dans un coin de la Galaxie, un nuage de gaz et de poussières s'effondre sur lui-même de son propre poids comme il arrive de temps en temps. Il se fragmente et partage

Aussi les glaces d'eau, d'ammoniac et de méthane se condensent à la surface des grains de poussière. Près du centre, au contraire, la température est telle, que seuls silicates et fers peuvent prendre l'état solide.

Pour quelles raisons le disque de poussières se scinde-t-il en anneaux ? Et pourquoi chaque anneau se transforme-t-il en planète ? Nul ne le sait. Tout ce qu'on peut dire c'est que des noyaux planétaires se forment sur neuf orbites concentriques. Parallèlement le diamètre du disque protosolaire se rétrécit. La nébuleuse se retire vers son centre laissant derrière elle une multitude de corps célestes, petits et grands. Sa température augmente, elle commence à être secouée par la convection, un peu comme si elle entrait en ébullition. Un vent de



son énergie de rotation première entre ses différents morceaux.

Chaque fragment continue à se contracter tout en tournant rapidement sur lui-même et finit par s'platir en crêpe. La température et la densité de son cœur augmentent. Les collisions entre les atomes deviennent de plus en plus fréquentes. Des molécules se forment. Tous les fragments vont donner naissance à des étoiles mais autour de l'un d'entre eux, en particulier, les éléments non volatils se condensent très vite. Sous l'effet de la gravité, les poussières tombent rapidement vers le plan équatorial du disque. Loin du centre, là où se trouvent aujourd'hui les planètes majeures, la température est relativement basse.

particules se lève alors, s'intensifie et balaye les planètes. C'est l'ancêtre du vent solaire qui expulse de ce qui va devenir le système solaire, tous les atomes qui ne sont pas assez fortement liés à leurs corps parents.

Dans les météorites qui tombent sur Terre, on retrouve des traces de ce vent. Sur leurs surfaces on lit la marque des atomes ultrarapides. Dans certains cas, l'irradiation a provoqué des peaux superficielles amorphes dont les propriétés adhésives ont peut-être joué un rôle dans le mécanisme d'agglomération des planètes.

Mais revenons à notre récit : la nébuleuse protosolaire continue à se contracter, ressemblant de plus en plus au Soleil que nous

La lumière zodiacale : l'espace entre les planètes n'est pas vide, d'immenses grains de poussières y réfléchissent la lumière du Soleil. Il y a peut-être là des restes de la nébuleuse primitive. Pour la première fois, le satellite IRAS a pu repérer la distribution de ces poussières interplanétaires.

Pour "nettoyer" l'espace de ses poussières, on utilise des avions stratosphériques. Ils sont équipés, sous leurs ailes, d'aspirateurs qui peuvent glaner les particules (page de droite), sans démolir leur structure. Celles-ci sont ensuite analysées en laboratoire.

connaissons. Elle prend la forme d'une sphère. Dans son ventre brûlant, la température a déjà dépassé les 10 millions de degrés kelvin (5) et les réactions thermo-nucléaires l'ont embrasé. Sans s'en rendre compte, le Soleil vient d'entamer une longue période de sa vie : il a "rejoint la séquence principale", c'est-à-dire qu'il convertit l'hydrogène en hélium dans ses entrailles, comme il le fait encore aujourd'hui et comme il le fera, si tout va bien, pendant cinq milliards d'années encore. A cette différence près, que le jeune Soleil n'est pas encore complètement stabilisé dans son comportement. Il tourne encore très vite sur lui-même et c'est son propre vent qui va mettre un frein à son enthousiasme. Le Soleil verra sa vitesse de rotation passer de quelques centaines de kilomètres à quelques kilomètres par seconde en moins d'un milliard d'années. Le Soleil se bloque de lui-même ! Son assagissement n'est apparemment pas lié à la naissance des planètes dont le

sur sa peau y laissent des cicatrices indélébiles. Les cratères profonds que l'on voit actuellement sur la Lune, Mars ou Mercure sont les stigmates de cette époque troublée. La Terre est aussi marquée, mais l'activité magmatique et l'érosion atmosphérique ont effacé toute trace inesthétique.

Les planètes massives ayant balayé la grande majorité des petits corps, le calme est revenu. Le Soleil n'a gardé de son ancienne fougue que le cycle de onze ans de ses sursauts d'activité. Comme s'il se révoltait contre la vieillesse qui le guette, il pique une crise de temps en temps, devient la proie d'un orage magnétique qui le secoue dans tout son corps. Tandis que planètes et astéroïdes, sortis traumatisés des bombardements météorotiques du début, poursuivent silencieusement leur course sur des orbites très sages.

Il reste encore cependant des traces de la nébuleuse primitive dans le système solaire. L'espace entre les planètes n'est pas vide, mais rempli de poussières très fines qui diffusent parfois la lumière du Soleil, provoquant la lumière zodiacale, langue lumineuse qui traverse le ciel nocturne dans les régions tropicales.

Pour la première fois, le satellite IRAS a pu voir la distribution exacte de ces poussières : une partie se répartit en trois anneaux autour du Soleil. L'un est dans le plan de l'écliptique, mais les deux autres, dont on ne soupçonnait pas jusqu'ici l'existence, font un angle de 9° avec le reste du système solaire. Ce sont probablement des débris de quelques comètes qui se sont rentrées dedans.

D'autres poussières forment des nuages en filaments, des espèces de cirrus, composés de microparticules riches en carbone et qui tissent une véritable toile d'araignée autour du système solaire. Notre Soleil et son cortège planétaire traînent donc dans la poussière et de temps en temps la Terre en est aspergée.

Quelque 10 000 tonnes de cette matière extraterrestre se déversent chaque année sur le sol. Certains grains semblent antérieurs au système solaire et portent en eux

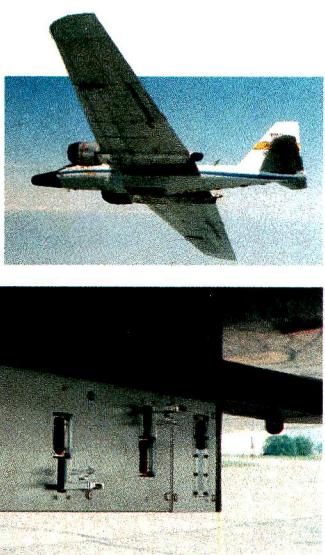
la marque des conditions physiques qui ont régné au moment de sa naissance. Malheureusement la plupart des grains s'allument en passant dans l'atmosphère terrestre, se changeant l'espace de quelques instants en étoiles filantes. La chaleur détruit leurs délicates structures et il est impossible d'en tirer la moindre information intéressante.

Aussi, pour en savoir plus, les astronomes, depuis les années 1950, ont cherché à cueillir les poussières directement dans l'espace d'abord au moyen des fusées d'abord, qui vont très loin mais pas pour très longtemps. Ce fut sans résultat. Puis avec des ballons et des avions stratosphériques qui permettent des moissons de poussières plus abondantes, et qui ont l'avantage de ne pas en détruire les structures, mais qui ont l'inconvénient de ne pas quitter la proche banlieue. Les satellites, eux, étaient inutilisables, puisque jusqu'à encore très récemment on ne savait pas les décrocher de leurs orbites pour les ramener sur Terre. Tout ce qu'on pouvait leur demander, c'est de renvoyer quelques informations sur la masse des grains.

Aujourd'hui, grâce à la navette spatiale, les allers-retours dans l'espace sont enfin possibles. Les astronomes mettent donc sur pieds de vastes programmes de cueillette de grains de poussières, de véritables campagnes de nettoyage de l'espace interplanétaire. Les aspirateurs ne sont pas encore tout à fait au point. On leur apporte sans cesse des améliorations de manière à ce qu'ils ramènent un jour sur Terre, sans l'abîmer, un peu de cette matière originelle. Les astronomes arriveront peut-être alors à lire notre passé dans ses grains.

Une autre solution est de contempler ce qui se passe ailleurs. Les anneaux vus par IRAS autour des trois étoiles pourraient nous en dire long sur la naissance du système solaire.

Les trois astres sont très différents. Ils n'ont ni la même masse, ni le même âge. Aucune raison donc, pour que les anneaux soient au même stade d'évolution. Ils



surtout n'est pas encore réglé.

Les planètes mènent alors une vie très chaotique. Un nombre invraisemblable de petits corps traînent un peu partout. Ils se croisent, s'entrechoquent, se bousculent ou s'accroient et, amaigris ou grossis, reprennent leur course folle, jusqu'à ce qu'ils tombent sur une planète. Ils se plaquent alors

(5) $0^{\circ}\text{K} = -273^{\circ}\text{C}$.

n'ont pas non plus le même aspect. O L'anneau qui entoure l'étoile nouvelle née de la région d'Orion est immense. Son diamètre, mille fois plus grand que celui de l'orbite de Pluton, s'étend sur 40 000 U.A., soit 6 mille milliards de kilomètres. Dans notre système solaire cela correspond au rayon de la ceinture d'Oort, le réservoir d'où sortent toutes les comètes. L'équipe japonaise de N. Kaifu a observé l'anneau d'Orion à partir de la Terre, aux longueurs d'onde radio. Elle a montré que le disque de poussières tourne sur lui-même et pourrait être, par conséquent, un système planétaire juvénile en pleine croissance. Mais il faut bien se l'avouer, il ne fera jamais bon vivre là-bas. L'étoile T. Tauri, trois cents fois plus massive que notre Soleil, dégage une chaleur absolument intenable.

O Autour de Véga, on retrouve des conditions qui ressemblent davantage à celles de notre système solaire. L'étoile n'est que 2,5 fois plus massive que notre Soleil, et son disque de poussières ne s'étend que sur 80 U.A., soit deux fois seulement l'orbite de Pluton. D'après l'allure générale du spectre infrarouge, il semblerait que la température des poussières ne dépasse pas les 90° Kelvin (-183°Celsius). Une température parfaite pour commencer une condensation. D'ailleurs pour expliquer l'émission observée, il faut admettre que la taille des grains est déjà supérieure à 100 microns. C'est un bon début. Mais Véga, 40 fois plus lumineuse que le Soleil, brûle rapidement ses réserves de combustibles nucléaires. Sa gourmandise va abréger dramatiquement sa vie. Ses jours sont comptés. Aux dernières estimations elle devrait vivre au plus 300 millions d'années. Aura-t-elle le temps, au cours de cette courte vie, de voir naître des planètes autour d'elle ? Les paris sont ouverts.

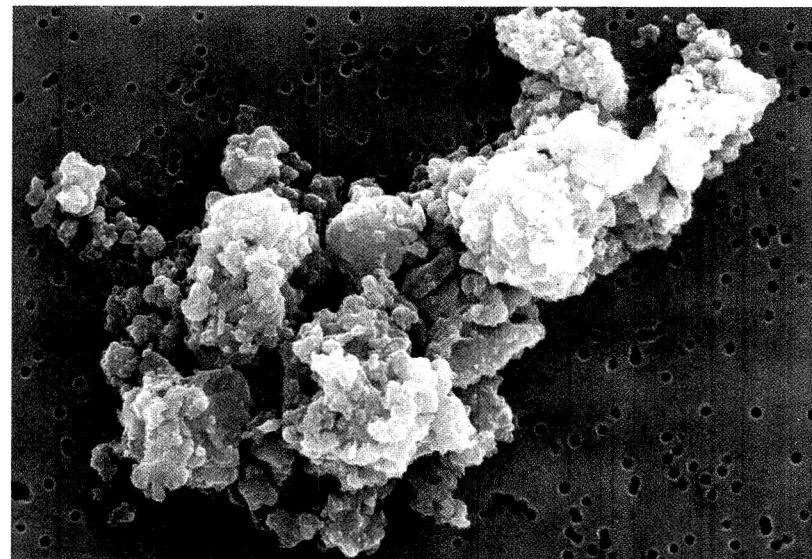
O Le cas de Béta Pictoris, dernière étoile vue affublée d'un anneau poussiéreux, est encore très différent. Déjà cette étoile est très discrète. Pour un œil non averti elle peut paraître comme une étoile sans importance d'une

constellation tout aussi obscure. Plantée très bas sur l'horizon, on la voit à peine dans le ciel boréal. Située à 53 années-lumière de nous, cette petite étoile fait partie du voisinage immédiat du Soleil. D'ailleurs elle est au même stade d'évolution que lui. Mais sa masse est double et sa luminosité dix fois plus élevée. Son disque de poussières a été vu pour la première fois par IRAS dans l'infrarouge, mais depuis on l'a également observé à partie du sol, dans le visible. Les observations ont été faites de l'ESO au Chili, par deux

ractéristiques du calcium ionisé et du sodium neutre. On sait donc qu'au moins ces deux éléments sont présents là-bas. Mais on doit en trouver une foule d'autres. Pour les voir il faut observer à d'autres longueurs d'onde, évidemment inaccessibles du sol. Et déjà la même équipe prépare des observations dans l'ultraviolet. Elle veut fouiller la poussière. Car n'est-ce pas de là qu'est sortie la vie ?

« Tu es poussière et tu retourneras à la poussière », dit Dieu en chassant l'homme du paradis.

Aujourd'hui, l'astronome cons-



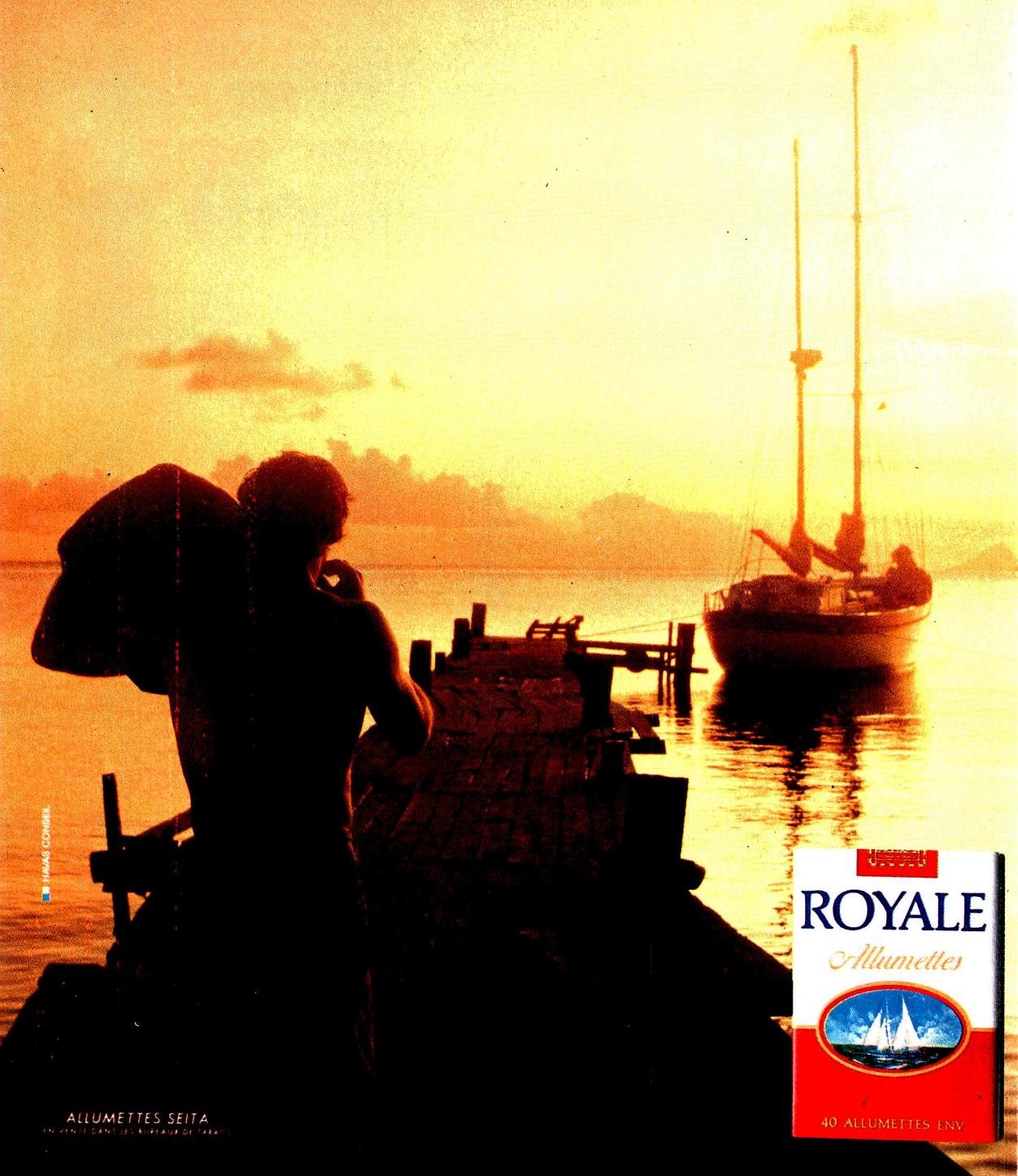
procédés légèrement différents, l'un développé à l'université de l'Arizona, l'autre au Jet propulsion Laboratory.

Le disque est vu par la tranche et semble beaucoup plus grand dans le visible que dans l'infrarouge. Il occupe quelque 400 U.A., c'est-à-dire qu'il est dix fois plus grand que le disque de Véga, et vingt fois plus grand que le système solaire. On le soupçonne aussi de contenir des planètes en formation. Il a cependant un avantage sur les deux autres. Étant mieux placé, on peut distinguer le gaz entre les poussières et l'analyser très facilement. Les Français A. Vidal Madjar et R. Ferlet, et des Américains ont étudié son spectre visible et ont trouvé des raies ca-

tate qu'effectivement nous sommes de la poussière mais de la poussière d'étoiles. Et cette constatation nous remplit d'orgueil et nous fait relever le front. Nous pouvons envisager l'avenir avec beaucoup plus d'optimisme. D'autant plus que le satellite IRAS a révélé que l'Univers était plein de poussières. Ce serait donc bien le diable si cette poussière n'avait pas pris aussi une forme humaine quelque part ailleurs dans le cosmos. Un jour peut-être, nous rentrerons en contact avec une intelligence extra-terrestre qui nous aidera à comprendre comment tout a commencé. Mais en attendant nous ne pouvons compter que sur nous-mêmes. Et ce n'est déjà pas si mal.

L'analyse de la composition et de la structure de ces poussières interplanétaires, une à une, permettra peut-être un jour de confirmer l'une des quatre hypothèses de la naissance de l'Univers.

ROYALE



ALLUMETTES SEITA
EN VENTE DANS LEUR BOITE DE TABAC



POLICE**TERRORISTES,
VOS URINES !*****LES EXPLOSIFS SONT PULVERULENTS
ET ON EN AVALE TOUJOURS UN PEU***

en les manipulant. Ils sont fortement toxiques d'ailleurs, et métabolisés lentement. On peut donc les retrouver dans les urines, par une technique nouvelle de chromatographie et spectrographie de masse, qui permet de les identifier rapidement. La méthode, mise au point par le Dr Yehuda Yinon, de l'Institut Chaïm Weizmann, d'Israël, va donc permettre une recherche bien plus efficace des terroristes parmi des suspects.

GÉOLOGIE***... ET MAINTENANT,
UN TROU DE 14 km******LE PROPRE DES RECORDS EST
D'EN SUSCITER D'AUTRES***

L'exemple soviétique constitué par un trou de 12 km dans la croûte terrestre (voir notre article dans le n° 809) a incité les

géologues allemands à envisager un trou, de 14 km cette fois, qui serait creusé dans le Taunus ou en Bavière. Budget : 1,5 milliard de

francs. Objet : compléter les données recueillies par les Soviétiques sur les structures et la composition de la croûte terrestre. On espère que la couche granitique sera mince et facilement traversée. Température prévue au fond : quelque 220 °C.

VÉNUS ENFIN VUE DE PRÈS

**CES IMAGES,
INEDITES
DANS LA PRESSE
OCCIDENTALE,**

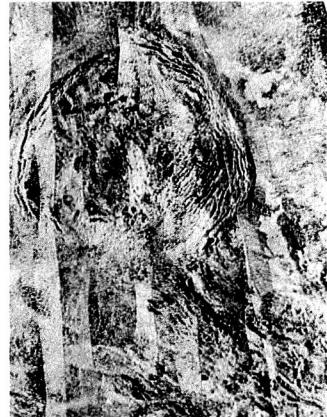
ont été obtenues au cours de l'été 1984 par le radar à visée latérale des sondes soviétiques *Venera 15 et 16*, actuellement en orbite autour de Vénus. Elles ont une résolution de 1 à 2 km.

Les analystes soviétiques et leurs confrères américains avec lesquels ils travaillent en coopération, ne possèdent pas encore d'interprétation de ces structures. Le relief "en couronne" a un diamètre de 400 km et se situe au sud du plateau Ishtar Terra, sorte de continent septentrional où l'on a cru déceler des signes de volcanisme. L'âge de la couronne serait de 100 millions à un milliard d'années ; il pourrait s'agir, selon un spécialiste américain, d'un ancien cratère de volcan effondré sous son propre poids, ou des restes "fossiles" d'un ancien cratère météoritique, conservés dans la croûte vénusienne sous forme de fissures,



élargies par l'activité tectonique de la planète.

La structure "en parquet" est située à l'est d'Ishtar, dans les régions Téthys et Tellus, et se compose de stries parallèles d'une largeur de 100 km chacune, évoquant des mouvements longitudinaux. Un planétologue américain a suggéré qu'il pouvait s'agir de structures de compression à grande échelle, voire de « formes d'écoulement ou du fond d'un ancien océan ». La présence d'eau sur Vénus aux premiers temps du système solaire est encore incertaine. Reste qu'il n'y a pas de Vénusiens... **s.c.**



MÉDECINE

RAPPORT INATTENDU ENTRE VIRUS ET ATHÉROSCLÉROSE

**L'IDEE PARAISAIT
ABSURDE.**

Ce n'est plus le cas : les virus seraient responsables de l'athérosclérose, ces dépôts de cholestérol calcifié dans les artères. Des cultures de cellules d'artères de poulet infectées de virus (le cytomégalovirus) se sont mises à accumuler du cholestérol. Puis on a retrouvé le virus de l'herpès dans un tiers des prélevements d'artères chez des humains atteints d'athérosclérose. Les virus provoquent des micro-tumeurs qui accumulent le cholestérol.

Ce ne serait pas la seule cause

possible d'athérosclérose, toutefois. En effet, un travail du Dr Monique Simonof, au Centre d'études nucléaires de Bordeaux, basé sur une technique très sensible de dosage du chrome dans les tissus vivants, a permis d'impliquer les carences en chrome dans les maladies cardiovasculaires et les désordres métaboliques.

Le chrome apporté par l'alimentation se répartit en chrome métallique, très sensible aux mécanismes d'oxydoréduction, et en un élément moléculaire dit GTF ou *Glucose Tolerance Factor*, co-hormone de l'insuline, qui joue un rôle essentiel dans l'équilibre du cholestérol. Des

expériences sur le rat ont permis de confirmer cet effet : des animaux soumis à un riche athérogène ont, en effet, enregistré une régression des plaques d'athéromes quand ils étaient soumis à un régime riche en GTF. Car c'est bien le GTF qui est la molécule clé : l'injection intraveineuse de chrome métal n'entraîne aucun résultat.

Les quantités de chrome nécessaires sont de 50 à 200 microgrammes par jour, mais il suffit de 4 microgrammes de GTF pour assurer l'équilibre du cholestérol. L'ennui est que, vers 35-40 ans, l'homme perd progressivement sa capacité de synthèse de GTF, ce qui entraîne un accroissement de la sécrétion de l'insuline, d'où un épuisement du pancréas. Un fait est sûr : une consommation excessive de sucre appauvrit l'organisme en GTF. Première conclusion : limitons le sucre alimentaire.

G.M.

CHIRURGIE

LA CRYOSONDE FRANÇAISE À L'ASSAUT DES ARTÈRES

L'ARSENAL DE LA CHIRURGIE

s'est enrichi d'un nouvel instrument, français de surcroît. Il n'en est qu'au stade expérimental, mais le Conseil général de l'Isère a décerné, le 14 février, la première édition de son prix de l'Union recherche et industrie, d'une valeur de 150 000 F, à une demi-douzaine d'ingénieurs du Service des basses températures au Centre d'études nucléaires de Grenoble, et d'une société iséroise fondée par leurs anciens collaborateurs, la DATE, tous créateurs de la cryosonde.

L'histoire commence pourtant aux États-Unis, quand le Pr I.S. Cooper confie à Union Carbide la réalisation d'un nouvel instrument chirurgical capable de congeler les tumeurs à très basse température, donc de les détruire. Les perspectives de la cryosonde sont vastes : sans anesthésie et sans douleur, sans séquelle ni opération particulière, donc sans hémorragie, un courant liquide de gaz carbonique à - 78,5 °C, de protoxyde d'azote à - 89 °C ou d'azote liquide à - 196 °C peut congeler un centimètre de tissus en quelques dizaines de secondes, et détruire verrues, hémorroïdes, varices et néoplasmes. On songea même à s'attaquer ainsi aux tumeurs cérébrales. De nombreuses applications apparaissent en urologie, en oto-rhino-laryngologie et en dermatologie.

Puis la cryosonde connaît un long déclin. Outre la méfiance suscitée par ce procédé encore inhabituel, elle se voyait reprocher d'être lente à mettre en œuvre ; et surtout, il n'existe pas deux cryosondes identiques, d'où la quasi-impossibilité de définir un protocole d'utilisation universel. Enfin, l'instrument était rigide, pesant, encombrant, inutilisable sur un endoscope, ces tubes souples très fins que l'on introduit dans les organes et jusque dans les veines.

Vers 1975, le Dr Patrick Le Pivert, chirurgien de l'Unité de recherche en cryochirurgie et instrumentation biomédicale à l'hôpital des Broussailles de Nice, et président du Groupe

d'études de la cryochirurgie, alla frapper à la porte d'un industriel, comme l'avait fait le Pr I.S. Cooper, et demanda à la DATE de l'aider à résoudre ces problèmes.

Ceux-ci semblent résolus avec la mise au point d'une cryosonde flexible, constituée d'une canalisation capillaire souple, où du protoxyde d'azote circule sous une pression de 45 atmosphères jusqu'à une cryode, c'est-à-dire une "tête froide" où un détendeur, constitué de deux rondelles métalliques de taux de dilatation différents, sert à réguler le débit et à refroidir le gaz à - 80 °C, en moins de dix secondes. La température est contrôlée par un échangeur constitué d'une superposition de grillages très fins. Lorsque la congélation des tissus est achevée, des électrovannes arrêtent la circulation de réfrigérant et un flux d'hélium est dirigé vers la boule de glace qui s'est formé au contact de la cryode et du tissu, pour la faire fondre et décoller l'instrument.

Miniaturisée jusqu'à un diamètre de cryode d'environ 2 mm, la cryosonde française peut donc explorer l'organisme et détruire des tumeurs bronchiques, intestinales ou œsophagiennes, sous la surveillance attentive des dernières merveilles de l'imagerie médicale (scanner, échographie ou résonance magnétique nucléaire — RMN).

Des équipes de chercheurs américains et japonais, voici quelques années, ont montré que la destruction de la tumeur cancéreuse (adénome) de la prostate par la cryosonde semble stimuler les défenses immunitaires de l'organisme et réduire les métastases pulmonaires qu'entraîne éventuellement cette variété de cancer.

Une autre application serait l'extraction du cristallin chez les sujets atteints par la cataracte. A cet égard, la cryosonde pourrait se révéler moins coûteuse que le traitement par laser. En outre, elle n'utilise pas d'électricité, ce qui permet à ses concepteurs de lui prévoir des débouchés



importants dans le Tiers-Monde.

Les coûts exacts n'ont en fait pas encore été déterminés. « Nous n'avons pas de commandes fermes pour l'instant, parce que nous sommes encore dans une phase commerciale qui consiste à prêter des cryosondes à des médecins », indique M. Christian Galmar, responsable de ce produit à la société lyonnaise Durillon et Lasseigne, chargée de sa commercialisation par la DATE depuis quatre ans. M. Galmar cite cependant des prix hors taxes de 14 000 — 18 500 F pour les cryodes flexibles, accompagnées d'un impédancemètre servant à mesurer la température des tissus, estimé à 8 500 F. C'est quasiment "donné". Quatre ou cinq cryodes vasculaires seulement seraient actuellement en service en France.

La cryochirurgie n'est plus vraiment une nouvelle discipline, mais la cryosonde vasculaire va certainement contribuer à la rajeunir, et fera peut-être apparaître de nouvelles techniques.

Le froid est également utilisé, outre la conservation des organes et des embryons, en chirurgie cardiaque. De sa trousse, le cryochirurgien extrait alors des sacs de glace qu'il dispose sur le corps du patient, pour refroidir son sang ; lorsqu'il atteint 19 °C, le cœur s'arrête, ce qui simplifie les opérations sur les nouveau-nés. Des cryoautères, servant à la cicatrisation, existent également et permettent, en chirurgie esthétique, d'atténuer considérablement les cicatrices.

S.C.

IL Y A TROP D'OZONE !

LA HAUTE ATMOSPHERE ET LES AVIONS

à réaction ne font décidément pas bon ménage. D'abord, on craignit que les gaz d'échappement des avions supersoniques détruisissent la précieuse couche d'ozone stratosphérique, bien connue pour filtrer les ultraviolets solaires. Inquiétude nouvelle : il y a trop d'ozone là-haut.

De 1956 à 1977, les mesures systématiques effectuées en Grande-Bretagne et aux Pays-Bas ont indiqué un doublement de la teneur en ozone de l'atmosphère au niveau du sol, d'une vingtaine à une quarantaine, voire à une centaine de parties par milliard. De 1968 à 1979, indique la revue britannique *Nature*, la quantité d'ozone présente dans la troposphère, entre 2 et 8 km d'altitude, a augmenté de 1 % par an dans l'hé-

misphère nord.

Les concentrations relevées sont certes encore éloignées du seuil de toxicité : l'ozone, très fortement oxydant, devient nocif — mais non caustique — pour le sang et les vaisseaux à partir de 1,8 partie par million. Il serait par contre assez abondant pour attaquer les forêts en contribuant à la formation des pluies acides, et un doublement de la quantité d'ozone dans la basse atmosphère pourrait augmenter par effet de serre la température globale de 1 °C, s'ajoutant aux 3 °C apportés par l'effet du gaz carbonique.

La pollution par l'ozone est en fait un sujet de préoccupation depuis les années quarante et est apparue à Los Angeles. Plus que les appareils électriques, les responsables semblent être en effet les gaz d'échappement des voitures et des avions. Une étude récente réalisée aux États-Unis par

les Battelle Columbus Laboratories pour le Centre de services et d'ingénierie Tyndall de l'US Air Force, au prix d'un million de dollars, a mis en évidence, dans les rejets de deux réacteurs d'avion courants, le TF 39 de General Electric et le CFM 56 équipant les Airbus, plus d'une centaine de composés organiques, hydrocarbures et oxydes de carbone, qui favorisent la formation photochimique de l'ozone.

La production d'ozone serait cependant beaucoup plus faible qu'on ne le craignait ; malheureusement, elle n'aurait lieu, en ce qui concerne les avions, que sur les aéroports, et serait minimale à leur altitude de croisière.

Les laboratoires Battelle ont également effectué des essais sur un additif capable de réduire la production d'ozone, destiné à être ajouté aux carburants.

s.c.

ASTRONAUTIQUE

UN HOMME SUR MARS EN 2024 ?

ON SE MOQUA DU VICE-PRESIDENT

américain Spiro Agnew quand il proposa, en 1969, d'envoyer un homme sur la planète Mars. Mais on voit actuellement se former, au Congrès américain, selon notre confrère *The Wall Street Journal*, un courant favorable à une mission américano-soviétique vers la planète rouge. Il faudrait pour cela que la technologie astronautique permette de franchir sans trop d'encombre les quelque 50 millions de km qui nous en séparent ; aussi le projet est-il fixé à l'an 2024. Par prudence, on ferait une halte d'observation sur le satellite Deimos...

G.M.

- La France a passé le cap des 55 millions d'habitants le 1^{er} janvier dernier.

NUTRITION

LES SAVANTS S'ENVOIENT LE CAFÉ À LA TÊTE

TEMPÈTE DANS LES TASSES

lors d'un congrès au Togo, en mars. Une centaine de spécialistes, médecins, nutritionnistes, endocrinologues, s'accordent à blanchir le café des soupçons qui pesaient sur lui. Non, il ne donne pas le cancer du foie, du pancréas, de l'utérus ou d'autres organes. On tolère jusqu'à 5 ou 6 tasses de café par jour. En mars aussi, le *Journal of the American Medical Association*, qui vaut son pesant d'autorité, publie une étude dans laquelle il est dit qu'au-delà de 3 tasses/jour le café augmente le cholestérol sanguin.

Personne ne semble s'être intéressé au sucre que l'on met dans le café. Ni aux effets hypoglycémiant du café, qui sont pourtant étroitement liés à l'insulinémie et au cancer du pancréas et à la glycogénèse, donc à la physiologie du foie, ni à son rapport avec le GTF dont il est par ailleurs question dans ces pages, et qui commande la cholestérolémie. Entre-temps, l'on découvre que l'abus de café favorise les névroses.

Depuis plus de vingt ans, les études contradictoires sur le café se succèdent. Aucune encore ne fait autorité. Et aucune ne traite de la manière dont le café est préparé et qui modifie considérablement sa teneur en caféïne, l'alcaloïde actif de la boisson. Renvoyons donc le lecteur à notre article, déjà ancien, sur le sujet : c'est encore ce qui se lit avec le moins de risques d'erreur.

G.M.

ALIMENTATION

LE CHAMPAGNE D'ANANAS COULE À FLOTS À YAMOUSSOUKRO

LE BRUIT

DU BOUCHON

est le même que celui du vrai champagne, mais ce "vin"-là est fait avec du jus d'ananas ! En effet, une unité agricole proche de Yamoussoukro, village natal du président Houphouët-Boigny, est devenue la capitale ivoirienne du champagne d'ananas. Le jus de fruit, dont la plantation était déjà productrice, est soumis à des températures élevées, puis fortement refroidi, clarifié par un filtre rotatif et filtré sous pression avec des adjuvants, notamment des farines à base de coquillages...

Il est ensuite gazéifié et conditionné de la même façon que le champagne, sous le contrôle d'un spécialiste formé en France. Baptisé Cristelor, le champagne d'ananas ivoirien est, selon le dégustateur de l'AFP, « léger, pétillant » mais « un peu trop sucré ». Répondant aux souhaits des autorités de voir les res-

sources ivoiriennes valorisées au maximum, le Cristelor, semble destiné à un brillant avenir au Moyen-Orient : ce champagne-là n'est pas interdit aux musulmans. **S.C.**

○ **Les hivers froids arrivent en séries**, selon des études américaines. Après un refroidissement commencé en 1940, les 8 derniers hivers ont été, aux États-Unis du moins, anormalement froids. On recherche actuellement la rythmicité de ces séries de froids.

○ **Charon, la lune de Pluton**, existe bien : elle a éclipsé cette planète le 17 février dernier. On attendait cette preuve depuis 1982, quand il fut postulé que, si ce satellite existait, on pourrait commencer à en observer une éclipse dès cette année-là. L'éclipse durera jusqu'en 1987 et ne se reproduira pas avant 124 ans.

○ **La jalouse de l'abeille mâle** se manifeste par le fait que le mâle répand sur sa femelle, après l'accouplement, une substance antiaphrodisiaque, destinée à repousser les autres mâles.

DERMATOLOGIE

DE L'INCONVÉNIENT DES "DÉODORANTS"

L'UNE DES

FRIVOLITES

les plus singulières de la dermatologie s'appelle "déodorant" (c'est plus élégant que désodorisant, semble-t-il), mais ce n'est jamais que la même chose). Voilà plusieurs années que les dermatologues s'époumonnent à mettre le public en garde contre ces produits, apparemment destinés à ceux qui ne se servent ni d'eau, ni de savon. Des accidents graves ont été constatés avec des "déodorants intimes", qui ont provoqué des œdèmes des muqueuses génitales ; voilà que l'on signale des granulomes déclenchés par l'utilisation de "déodorants" axillaires. A l'analyse, le produit responsable était à base de talc enduit de trichlorure d'aluminium. Certes, un granulome n'est qu'une tumeur bénigne, et tout ceux qui se servent de "déodorants" n'ont pas de granulomes. Mais tout de même... Est-il bien utile de pousser si loin la fausse coquetterie ?

G.M.

ATOME

URANIUM EUROPÉEN DANS LE PROGRAMME MILITAIRE U.S.

LES THURIFERAIRES DU NUCLEAIRE

ont coutume de soutenir que les matériaux nucléaires civils ne sont jamais, au grand jamais, utilisés dans les programmes nucléaires militaires. Or, pour la deuxième fois, preuve est faite que du combustible civil est employé par les militaires américains.

En 1984 déjà on apprit que 4 t de plutonium fabriqué dans des centrales civiles de type Magnox, appartenant aux Britanniques, avaient été envoyées aux États-Unis. Là, ce matériau est actuellement stocké en attendant d'être mélangé à du pluto-

nium très pur. Le mélange, fait de plutonium de qualité militaire, doit équiper les têtes de missiles MX.

La revue spécialisée *WISE (World Information Service on Energy)* vient de révéler que de l'uranium civil rejoint régulièrement les réacteurs militaires américains. En effet, l'uranium hautement enrichi, qui est brûlé dans les réacteurs de recherche de différents pays européens (Danemark, Pays-Bas, Suède, RFA, France, etc.) et du Japon, retourne aux États-Unis pour y être retraité.

Les produits issus de ce retraitement, et en particulier l'uranium hautement enrichi, sont récupérés, mélangés à d'autres combustibles et envoyés vers les réacteurs militaires.

L'uranium sert de combustible pour la production de matériaux nucléaires employés par la Défense, comme le plutonium et le tritium. Ces révélations sont consignées dans un rapport du General Accounting Office américain.

Voilà de l'atome qui a pris du galon dans la clandestinité.

F.H.M.

ENSEIGNEMENT

PROFS ET PATATES

SUR LE MUR DU LABORATOIRE

de physique d'Orsay, et aux fins de le soumettre à l'expertise humoristique de nos lecteurs, nous avons reçu, de la part d'un groupe de normaliens de Grenoble, le texte suivant :

Le problème : la réforme sur l'enseignement est loin de faire l'unanimité. Un groupe d'enseignants de très haut niveau s'est penché sur une question qui préoccupe la majorité des futurs instituteurs : l'évolution d'un problème mathématique. Cette comparaison vous aidera certainement à vous y retrouver.

Enseignement 1960 : un paysan vend un sac de pommes de terre pour 100 F. Ses frais de production s'élèvent aux 4/5 du prix de vente. Quel est son bénéfice ?

Enseignement traditionnel 1970 : un paysan vend un sac de pommes de terre pour 100 F. Ses frais de production s'élèvent aux 4/5 du prix de vente, c'est-à-dire 80 F. Quel est son bénéfice ?

Enseignement moderne 1970 : un paysan échange un ensemble P de pommes de terre contre un ensemble M de pièces de monnaie. Le cardinal de l'ensemble M est égal à 100 et chaque élément p E M vaut 1 F. Dessine 100 gros points représentant les éléments de l'ensemble M.

L'ensemble F des frais de production comprend 20 gros points de moins que l'ensemble M. Représente l'ensemble F comme un sous-

ensemble de l'ensemble M et donne la réponse à la question suivante :

Quel est le cardinal de l'ensemble B des bénéfices (à dessiner en rouge) ?

Enseignement rénové 1980 : un agriculteur vend un sac de pommes de terre pour 100 F. Les frais de production s'élèvent à 80 F et le bénéfice est de 20 F. Devoir : souligne les mots « pommes de terre » et discutes-en avec ton voisin.

Enseignement réformé 1990 : un peizan kapitalist privilegié sanrichi injustement de 20 F sur un sac de patat, analiz le tekst et recherche les fote de contenu de grammaire, d'ortographie, de ponctuation et ensuite di se que tu pense de set maniaire de s'enrichir.

C'est un peu schématique, mais cela reflète bien l'évolution des "styles" enseignants.

ASTROPHYSIQUE

LES "MÉTÉORITES MARTIENNES" SONT-ELLES BIEN MARTIENNES ?

LES SHERGOTTITES, LES NAKLITES

et la chassignite, ces huit météorites qui en 1983 ont défrayé la chronique, n'étaient-elles que des usurpatrices ? Leur étrange composition avait alors progressivement accrédité l'idée qu'un impact météoritique très violent les avait projetées de Mars (mais oui !) vers la Terre. La controverse des météorites martiennes s'est ranimée, lors du récent congrès de planétologie de Paris, entre Paul Pellas, responsable du laboratoire de minéralogie des météorites au Muséum d'histoire naturelle, et le Pr H. Wänke, de l'Institut Max Planck de chimie à Mayence, Allemagne fédérale.

Pour Pellas, la cause est entendue : un seul terrain martien a l'âge de ces huit météorites, soit 1,3 milliard d'années. Or, les autres météorites "martiennes" ont 3,5 milliards

d'années. De plus, aucune trace n'y subsiste des trois impacts qu'elles auraient dû subir — parce que seuls des chocs très violents auraient pu fournir à des objets de plusieurs kilogrammes la vitesse nécessaire de 5 km/s. Il faut à ce sujet postuler trois types d'impacts, un par type de météorite, car les effets de leur exposition au vent solaire, et donc la durée de leur voyage interplanétaire, sont différents dans chaque cas, ainsi que la gravité des séquelles du fameux impact. La chassignite ne présente même aucune cicatrice de l'énorme collision.

Par ailleurs, la composition chimique de ces objets n'est pas nécessairement martienne : on ne connaît pas assez exactement la proportion d'isotopes 129 et 132 du xénon dans l'atmosphère de Mars pour en déduire formellement une origine martienne ; ces météorites pourraient aussi avoir une origine terrestre. A titre de comparaison, la météorite EETA 79001, trouvée dans la moraine de l'Eléphant, en Antarctique, contient de l'argon-38 et de l'argon-40 dans les proportions théorique-

ment martiennes, elle aussi, mais l'azote-14 et l'azote-15 y forment un mélange contaminé pour moitié par l'atmosphère terrestre, ce qui en fait un spécimen ambigu.

Autre difficulté, sur laquelle « habituellement, on passe délicatement », dit Pellas : il y a, dans EETA 79001, 4,4 fois plus d'argon-36 que d'argon-38, alors que la proportion est de 5,3, tant dans l'atmosphère de Mars que dans celle de la Terre... et dans tout le reste du système solaire.

Wänke, lui, objecte que le jeune âge des météorites, leur degré d'oxydation et l'abondance des autres éléments sont caractéristiques d'une planète géologiquement évoluée « que, sans Mars, il faudrait inventer ». Pour lui, les météorites sont bien martiennes et, d'après ces huit petites pierres, Wänke parvient à reconstituer l'histoire de la planète rouge.

Mars se serait formée en deux étapes : d'abord, des blocs de matière — et non des grains de poussière — enrichis en éléments réfractaires se seraient accrétés jusqu'à représenter les deux tiers de la masse de la Terre, et simultanément, le fer et le nickel se seraient séparés pour constituer le noyau de la planète ; ensuite, auraient été accrétés les éléments plus volatils, formant le manteau et la croûte. Mars serait constituée de 65 % d'éléments réfractaires et 35 % d'éléments volatils, contre 85 et 15 % pour la Terre. Tout cela dans huit petits cailloux : la controverse mérite les efforts qu'on lui consacre. **s.c.**

○ **Les hommes sont plus contents**, d'eux-mêmes que les femmes, selon une enquête américaine. Cette différence dans la perception de l'image du corps est importante en psychologie, car une "mauvaise" image de soi est propice à la névrose.

ASTRONAUTIQUE

LE VALET DE CHAMBRE SPATIAL

*“ EN TANT QU’INVITE, ON S’ATTEND
AU MINIMUM,*

et nous n'avons même pas eu le minimum» : en reprenant cette déclaration de Patrick Baudry, le magazine américain *Aviation Week* a sans doute encore fait grincer des dents quelques-uns de ses abonnés à la NASA. Il semble que ces souffrances soient justifiées : l'histoire du premier vol d'un Français à bord de la navette spatiale a quelques éléments déplaisants.

En visite à Paris, pendant le vol de Jean-Loup Chrétien en été 1982, l'administrateur général de la NASA, James Beggs, impressionné par les performances de l'expérience française d'échographie, en avait évoqué le renouvellement à bord de la navette. On ne semble plus en avoir beaucoup reparlé pendant un an et demi, et nos deux "spationautes" traînent plus d'une fois un certain sentiment d'inutilité. C'est seulement le 23 mars 1984 que François Mitterrand, en visite à Washington, conclut avec Ronald Reagan un accord officieux prévoyant le vol d'un Français dans la navette.

L'entraînement de Baudry commença en septembre, et le vol fut prévu pour le 20 février. Les expérimentateurs avaient donc à peine le temps de perfectionner les deux principales expériences déjà réalisées sur *Saliout 7*. Le précédent — et premier — invité étranger de la

NASA, le Canadien Marc Garneau, avait, en comparaison, disposé d'un an et demi et accompagnait une dizaine d'expériences. De plus, il participa en octobre 1984 à un vol beaucoup moins chargé que celui de Baudry, disposant d'une semaine au lieu de quatre jours, sans que sa participation se soit trouvée marginalisée par un événement aussi prioritaire que le lancement du satellite-relais *TDRS 2*, chargé de retransmettre vers Houston le flot d'informations donné par *Spacelab*. Baudry fut donc privé par *TDRS* de toute participation du reste de l'équipage à ses propres expériences pendant le premier jour de la mission.

Puis le vol de la navette se trouva reporté du 20 février au 2 mars, puis au 3 mars, les mille techniciens envoyés par Rockwell n'ayant pu recoller assez vite les 4 200 tuiles perdues par Challenger, du fait de la corrosion de leur colle par un produit devant les imperméabiliser.

Discrètement, la NASA devait alors raccourcir d'un jour la durée du vol, la navette s'avérant trop chargée. Un défaut de pressurisation de l'alimentation des moteurs en hydrogène et oxygène liquides entraînait un nouveau report au 4 mars. Finalement, Baudry aura eu le malheureux privilège de participer au premier vol annulé : un défaut des circuits de synchronisation des signaux qui doit retransmettre *TDRS 2*, apparu lors d'essais de *TDRS 1* (déjà actuellement sur orbite), a contraint la NASA à effectuer plusieurs semaines de réparations et à supprimer le vol 51 E. Baudry participera donc avec le même équipage à un vol de quatre jours à bord de *Columbia*, qui décollera le 5 juin (vol 51 D).

A ces désagréments s'ajoutent les tracasseries de tous ordres que rencontrent apparemment les invités de la NASA à Houston. « L'administration, aux États-Unis, est plus lourde qu'elle ne l'est, pour nous, en France ou en URSS », devait déclarer Patrick Baudry sur *France-Inter*. Rares sont les astronautes à pouvoir faire la comparaison entre Houston et la Cité des Étoiles soviétiques. « La



tâche n'est pas facile ici pour un étranger, les règles ne sont pas aussi claires », avait déjà expliqué Baudry à *Aviation Week*.

Le vol du 5 juin sera bref et couronné, mais les Français se consolent en soulignant que les résultats expérimentaux les plus importants seront obtenus en début de vol. Le vol aura été préparé à la hâte, mais retardé de plus de quatre mois ; problèmes administratifs, dit-on, mais la France étant certainement dans l'espace, du niveau du Canada, on pouvait espérer davantage de la part de la NASA.

Baudry, en décembre, soulignait qu'il « ne se considérait pas comme un spécialiste à part entière », mais qu'il avait été quand même « intégré » à la mission de la navette. Faut-il comprendre : « imposé » sur *Challenger* à un moment inopportun, peut-être pour des raisons plus diplomatiques que scientifiques ? Selon une source française, Baudry se serait vu restreindre par la NASA l'accès aux hublots, ce que ne confirme ni dément son représentant à Paris, et, lorsque les tâches journalières furent réparties entre les membres de l'équipage, il se serait vu attribuer le *housekeeping*, autrement dit le ménage.

Dernier détail : dans le cadre d'un programme pédagogique, l'équipage devra s'entraîner à utiliser des jouets en apesanteur (un yo-yo, une voiture à friction, un paddle-ball, etc.) ; il n'est pas prévu que ses petits camarades prêtent leurs jouets au Français (ni au sénateur). **S.C.**

○ **Les trafiquants de sang**, qui achetaient leur matériel dans les pays sous-développés au dixième de son prix courant, sont sans doute responsables dans une certaine mesure de l'épidémie de SIDA, selon certaines spécialistes américains.

○ **1 200 morts par an dans l'entraînement sportif** en France. Dans 95 % des cas, il s'agit d'accidents cardio-vasculaires, dans les 5 % restants, de suites de dopage.

○ **Trop d'opérations inutiles** estiment les chirurgiens américains, aux États-Unis du moins. On pratique trop de mastectomies totales dans le cas de cancer du sein et beaucoup de pontages coronaires pourraient être évités. D'ailleurs, depuis 3 ans, le nombre de pontages coronaires dans ce pays a baissé de 7 %, après avoir crû de 20 % en 1980 et 16 % en 1981. A noter que 2 % seulement des pontages sont pratiqués sur des Noirs.

L'APPAREIL



B7812 MINOLTA CAMERA CO LTD DISTRIBUE PAR MINOLTA FRANCE S.A.

PUBLICIS

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 doté d'un système autofocus rapide, léger et fiable intégré au boîtier.

• **Autofocus HI-TECH: la mise au point automatique.** Finies les photos floues. Le net se fait tout seul. En 3/10 de seconde de 1 m à l'infini avec un 50 mm. Trois fois plus rapide qu'un professionnel. Cette performance, Minolta l'a réalisée en innovant totalement dans la conception du système autofocus et en utilisant une technologie futuriste. Résultat : seul l'œil humain dispose d'une mise au point plus rapide. Ainsi, pour la première fois avec un reflex, vous êtes assurés de ne plus rater les instantanées de votre vie. Vous pouvez également grâce à la combinaison autofocus/moteur, réaliser des séries de prises de vues (jusqu'à 2 par seconde), d'une netteté toujours irréprochable.

• **Autofocus HI-TECH: une gamme de 12 objectifs.** Pour marquer définitivement son avance technologique, Minolta a créé une gamme de 12 objectifs ultra-légers et tous compatibles avec le système autofocus intégré au boîtier. 6 objectifs fixes de 24 mm à 300 mm, 5 zooms du 28-35 mm au 70-210 mm et l'objectif macro de 50 mm.

• **Autofocus HI-TECH: au service de l'automatisme intégral.** Le Minolta 7000, c'est également le 1^{er} reflex offrant une telle somme d'automatismes : mise au point, exposition, flash, chargement, avance, rebobinage et sélection de la sensibilité du film (DX).



MINOLTA

DIOXINE A REIMS : 150 000 ACCIDENTS POSSIBLES AILLEURS

*UNE FOIS DE PLUS, LA POLITIQUE
DE L'AUTRUCHE N'A SERVI A RIEN.*

Alors qu'EDF persistait à nier la présence de dioxine à Reims, nos rapports d'experts ont prouvé au contraire qu'il y en avait énormément. Le ministère de l'Environnement a même admis ces rapports. Mais il y a bien pire : l'accident du type rémois peut se reproduire dans 150 000 autres points de France !

Reims, chapitre deux : l'affaire du transformateur est bien grave. Au chapitre premier, dans notre numéro de mars, nous rapportions que, le 14 janvier 1985, un transformateur électrique, contenant du pyralène, produit toxique, explosait dans le sous-sol d'un immeuble de la capitale champenoise. Nous dénoncions l'attitude des responsables d'EDF qui n'avaient pas averti les habitants de l'immeuble des dangers éventuels qu'ils courraient. Et nous contestions les résultats des analyses du laboratoire central de la Préfecture de police de Paris et du Centre d'études et de recherches des Charbonnages de France (CERCHAR). Les représentants d'EDF s'appuyaient, en effet, sur ces analyses, insuffisantes, pour démontrer que les habitants pouvaient regagner leurs appartements (*voir page 95*).

Pourquoi notre alarme ? Parce que le pyralène⁽¹⁾, ce liquide visqueux dans lequel baignent les bobinages de certains transformateurs électriques⁽²⁾, est composé principalement de PCB (polychlorobiphényles), à 60 %, et de trichlorobenzène. Entièrement créés par l'homme, les PCB, composés organo-chlorés dérivés du

benzène, sont un des polluants majeurs de la planète ; ils présentent le fâcheux inconvénient d'être quasiment indestructibles. Mais il y a plus grave : déjà nocif à froid, le pyralène est encore plus toxique lorsqu'il est soumis à une forte température en présence d'oxygène, quand il y a eu ce qu'on appelle pyrolyse. En effet, à partir de 300 °C, il peut engendrer des sous-produits redoutables : les dioxines et les furanes, deux familles très proches dont certains composés sont fortement soupçonnés d'être cancérogènes.

Est-ce qu'il y avait eu pyrolyse dans l'immeuble rémois ? Seules des analyses plus poussées que celles qui avaient été faites en France pouvaient le révéler. Analyses délicates que seuls 4 ou 5 laboratoires dans le monde peuvent réaliser. D'abord, parce que les appareils doivent pouvoir détecter des niveaux de contamination de l'ordre du picogramme, soit du milliardième de gramme, voire 1 000 ou 10 000 fois moins. Ensuite parce qu'il faut posséder des échantillons de synthèse de tous les isomères de dioxines et de furanes (il y en a respectivement 75 et 135) afin de pouvoir établir les appareils. Enfin, et c'est le plus important, parce qu'il faut

une solide expérience en la matière.

Toutes raisons qui, en février, nous ont fait consulter un des spécialistes mondiaux des dioxines et des furanes : le Pr Christoffer Rappe, du département de chimie organique de l'université d'Umea en Suède. Depuis une quinzaine d'années, M. Rappe s'est spécialisé dans l'étude de ces violents toxiques ; ayant à son actif quelque 75 publications sur le sujet, M. Rappe est membre de plusieurs groupes de travail et du Centre international de recherches sur le cancer (CIRC) à Lyon. Son intégrité et sa compétence sont incontestables.

Il a d'ailleurs figuré parmi les experts nommés à la suite de l'accident de Binghampton aux États-Unis. En 1981, un immeuble de 18 étages, qui ne comptait que des bureaux, avait ainsi été contaminé par des dioxines et des furanes à la suite de l'explosion d'un transformateur. Aujourd'hui, 4 ans après l'accident, l'immeuble est toujours condamné, et sa décontamination, qui aura coûté beaucoup plus cher que sa construction, n'est même pas encore achevée.

M. Rappe nous a très précisément indiqué comment effectuer les prélevements dans l'immeuble

de Reims. Si la technique d'analyse est extrêmement sophistiquée, la manière d'opérer pour prélever les échantillons est presque un jeu d'enfant. Une boîte de Kleenex et un rouleau de papier aluminium suffisent. Chaque Kleenex, légèrement humidifié, est passé sur une surface carrée de 10 cm de côté, et emballé dans une feuille d'aluminium, puis placé dans un petit sac de plastique soigneusement numéroté. Nous lui avons transmis une dizaine d'échantillons prélevés dans le sous-sol et dans un appartement du deuxième étage. Ce sont les échantillons de cet appartement que M. Rappe a d'abord analysés parce que, raisonnait-il, s'il y trouvait des dioxines et des furanes, il y en aurait forcément et à des concentrations supérieures dans le sous-sol, là où l'accident avait eu lieu.

Attaché à une étude pour le gouvernement suédois, M. Rappe n'a pu mettre immédiatement en route l'analyse de nos prélèvements, transmis fin février. L'opération prend habituellement une quinzaine de jours. Début avril nous avons reçu les résultats ; ils étaient si surprenants que M. Rappe avait préféré les vérifier avant de nous les communiquer.

Mais, aucun doute n'était possible : les taux de dioxines et de furanes à forte proportion de chlore (chaque isomère comprend 1 à 8 atomes de chlore) étaient si élevés que la colonne de charbon actif sur laquelle on recueille tous ces composés a été complètement saturée. Impossible d'analyser certains composés à faible taux de chlore comme la 2, 3, 7, 8 tétrachlorodibenzodioxine (2, 3, 7, 8-TCDD), la plus dangereuse, celle de Seveso, mais que l'on trouve généralement en moindre quantité. Les isomères que M. Rappe a pu quantifier ne sont toutefois pas inoffensifs, notamment le 1, 2, 3, 7, 8 pentachlorodibenzofurane, qui présente une toxicité proche de la dioxine de Seveso.

Les taux découverts sont 10 000 à 100 000 fois plus élevés que ne le permettent les normes suédoises dans les locaux professionnels. Plusieurs centaines de microgrammes par m² pour certains

isomères, soit plusieurs centaines de millionnièmes de grammes par m² (**analyse ci-dessous**). A titre d'exemple, à Seveso, dans les zones les plus contaminées, les taux de dioxines avoisinaient 5 000 microgrammes par m².

De tels résultats indiquaient une urgence. Trois semaines nous séparaient de notre suivante publication ; nous nous sommes associés à *Libération* pour publier, le 5



Le 2 avril, le Pr Rappe venait à Reims sur notre demande et nous remettait le résultat (ci-contre) des premiers prélèvements que nous lui avions envoyés. Nous le voyons ci-dessus refaire de nouveaux prélèvements en compagnie de notre collaboratrice.

COMPTÉ-RENDU DES ANALYSES DES PRÉLEVEMENTS DE REIMS SUR LA DEMANDE DE SCIENCE ET VIE

Des prélèvements de suies, effectués le 21 Février 1985, suivant nos instructions, ont été analysés par nos soins dans le département de chimie organique à l'université d'UMEA en Suède, suivant nos méthodes publiées en 1984 et 1985.

Description du prélèvement :

1° Date et lieu : le 21 Février 1985 dans l'appartement du 2^{me} étage de l'immeuble situé au 21, rue de la Magdeleine à REIMS.

2° Nature : deux échantillons, numérotés 10 et 11, ont été analysés ensemble, ce qui représente une surface de prélèvement totale de 2 dm².

Résultats :

Les quantités de PCDFs hautement chlorés, notamment les hexa-CDFs et hepta-CDFs, étaient tellement élevées que la colonne d'adsorption (charbon actif) a été surchargée et saturée, ce qui a empêché l'adsorption des PCDDs et des PCDDs moins chlorés qui n'ont pu être fixés et ont par conséquent échappé à l'analyse.

12378-1/12348-penta-CDF	130 µg/m ²
Σ penta-CDFs	330 µg/m ²
123478-1/123479-hexa-CDF	> 90 µg/m ²
123789-hexa-CDF	155 µg/m ²
234678-hexa-CDF	35 µg/m ²
Σ hexa-CDFs	> 500 µg/m ²
Σ hepta-CDFs	> 900 µg/m ²
octa-CDFs	70 µg/m ²
hepta-CDD	85 µg/m ²
octa-CDD	65 µg/m ²

Le 2378-tetra-CDF et le 23478-penta-CDF n'ont pas pu être analysés, car leur présence a été masquée par l'importance des PCDFs hautement chlorés.

Nous n'avons pas, au cours de ces analyses, recherché les biphenylènes, parfois trouvés dans des accidents similaires.

Commentaires :

En Suède, une décontamination par des spécialistes agréés est exigée quand la concentration de PCDFs, PCDDs et PCBPs, dans des locaux professionnels, dépasse 50 ng/m². Les normes concernant les locaux d'habitation devraient être nettement inférieures. Toutefois, nous n'avons pas encore été confrontés à ce problème en Suède.

Les niveaux de PCDFs et PCDDs trouvés dans les échantillons de REIMS sont 10 000 à 100 000 fois supérieurs au niveau fixé par les normes suédoises concernant les locaux professionnels.

Christoffer Rappe
Professeur Christoffer RAPPE

avril, le fruit de notre enquête. Nous avons eu raison : le soir même de la parution de *Libération*, l'immeuble dans lequel travaillaient encore des ouvriers, mains nues et sans aucune protection, fut enfin fermé ! De même pour le cabinet d'assurances du rez-de-chaussée qui continuait à recevoir sa clientèle !

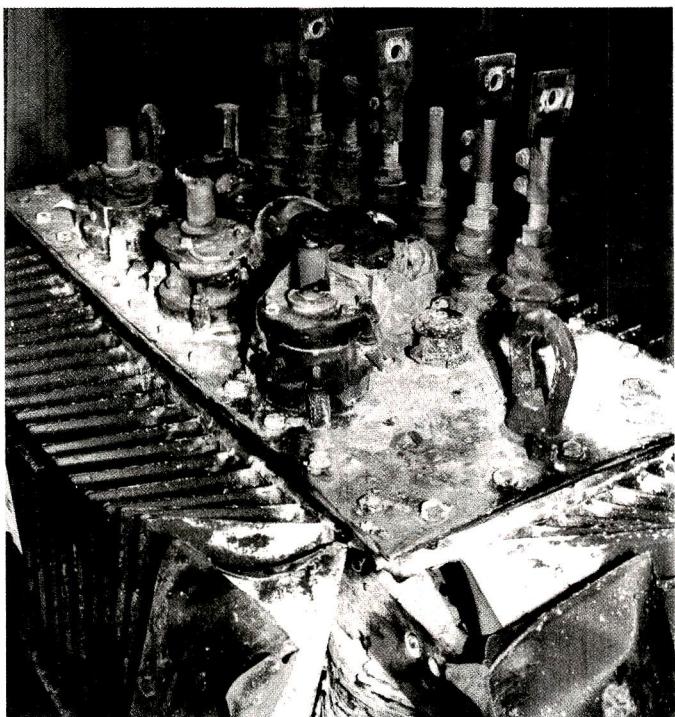
Acceptant de suivre l'enquête avec nous, pas à pas, M. Rappe était venu à Reims le 1^{er} et le 2 avril. Il a pu observer les lieux du sinistre et faire d'autres prélèvements. Par ailleurs, nous lui avons

confié quelques flacons contenant le sang de six des habitants de l'immeuble ; l'analyse de ces échantillons pourrait fournir des indications sur le degré de contamination de ces personnes. De son côté, le ministère de l'Environnement, apparu un peu tard dans l'affaire, a néanmoins décidé de prendre énergiquement les choses en main. De nouveaux prélèvements ont été confiés au laboratoire de l'Ecole polytechnique à Palaiseau ; celui-ci en a délégué cette fois l'analyse au laboratoire du Pr Karasek, à Waterloo, Ontario,

Canada.

Le mardi 9 avril, le ministère de l'Environnement télégraphiait au préfet de la Marne pour lui demander entre autres de recenser toutes les personnes qui étaient entrées dans l'immeuble contaminé. Le secrétariat d'Etat à la Santé évoquait, quant à lui, l'opportunité de lancer une enquête épidémiologique. C'est pourquoi une commission médicale a été mise en place. Sur le plan de la santé, il subsiste, en effet, de sérieuses inconnues sur les effets toxiques des produits en cause, les expériences menées jusqu'à présent concernant surtout les animaux.

Le 16 avril, nous prenions connaissance des résultats du laboratoire canadien. Ils confirment les nôtres et montrent que les taux de tétrachlorodibenzodioxines sont considérables : jusqu'à 381 microgrammes par m². Plus de 3 500 microgrammes par m² de furane, des niveaux bien supérieurs à ceux enregistrés lors d'accidents similaires survenus à l'étranger, où les concentrations n'atteignaient pas 1 microgramme par m². Mais avant même de connaître ces résultats, le ministère de l'Environnement a décidé de prendre en compte les analyses du Pr Rappe et de les poursuivre, afin que l'on ne débouche par sur des querelles d'experts. Peut-être sera-t-il plus difficile d'éviter ces querelles lorsqu'on cherchera l'origine des dioxines et des furanes. Car EDF s'évertue aujourd'hui encore à nier l'éventualité d'une pyrolyse, malgré les flammes éteintes par les pompiers, au cœur même du transformateur. Peut-être le fabricant de pyralène sera-t-il mis à son tour en cause : les askarels qui sont commercialisés contiennent souvent des impuretés comme les furanes ou les dioxines, mais en des quantités bien moindres que s'il y a pyrolyse. Toutefois, les procédés de fabrication ont évolué au cours des années et il semblerait qu'autrefois les impuretés que l'on pouvait trouver dans le pyralène n'étaient pas négligeables. Or, le transformateur de Reims datait d'une vingtaine d'années. Sans



Le transformateur à l'origine de l'accident (ci-contre). Ci-dessous, une circulaire d'une filiale de Rhône-Poulenc qui fabrique le pyralène et loue son in nocuité.

prodelec
5 bis, RUE DE BERRI - PARIS 8^e

Chimiquement très stables, ils sont inoxydables, ininflammables et dans aucune circonstance ne peuvent donner lieu à la formation de produits inflammables ou toxiques.

Les transformateurs au PYRALENE sont donc des appareils de GRANDE SECURITE:

- ininflammables et ne pouvant pas propager d'incendie,
- ne dégagent jamais de vapeurs toxiques,
- ne nécessitant pratiquement pas d'entretien.

doute l'ancienneté de fabrication et la pyrolyse sont-elles simultanément à l'origine de la contamination.

Au-delà de celui-ci, au-delà de la comédie des paravents d'EDF, c'est tout le problème des transformateurs contenant du pyralène qui est mis en lumière. Problème majeur de santé publique. Car, de nombreux appareils de type vétuste sont disséminés en France. On devrait les changer: mais il n'existe pas d'estimation officielle du parc des transformateurs chez nous.

Nous avons tenté de l'évaluer nous-mêmes, afin de déterminer le nombre de ceux qui contiennent des PCB. Notre chiffre ne peut être qu'approximatif, car s'il existe un réseau appartenant à EDF, il y a aussi un réseau privé. En effet, dès qu'un abonné a besoin d'augmenter sa consommation, qu'il s'agisse d'un particulier ou d'une entreprise, il doit s'équiper d'une cabine à haute tension qui lui appartient et qu'il doit entretenir. Il y a ainsi des transformateurs aux PCB dans des salles de cinéma, des théâtres, des hôpitaux, des hôtels. Qu'un incendie se déclare et ce peut être le drame... même si le feu lui-même ne fait pas de victimes.

Les compagnies d'assurances ont été les premières à pousser leurs clients vers ces produits; car les transformateurs utilisant des huiles minérales, qui peuvent remplacer les PCB (3), ont le gros inconvénient, en cas d'incendie, de s'enflammer facilement, augmentant considérablement les risques de dommages. Un bonus était même accordé aux assurés utilisant des transformateurs aux PCB qui, eux, ne s'enflamme pas!

Les gros transformateurs qui appartiennent à EDF sont, eux, en majeure partie remplis d'huiles minérales. Seuls 2 à 3 % des 450 000 unités utilisées (de 25 à 1 000 kilovolts-ampères) contiendraient du pyralène, dont la plus forte proportion sur les centres de distribution de Nice et de Marseille; ce sont les chiffres d'EDF. Selon d'autres sources, il y en aurait beaucoup plus: dans la région rémoise où on les a recensés, on en compte 180 au pyralène sur les

650 installés. A Chalons-sur-Marne, 55 sur 160; A Epernay, 19 sur 96, à Château-Thierry, 8 sur 70. Et pourtant, il y en a moins que sur le réseau privé, ou 50 à 60 % des appareils vendus, selon les fabricants eux-mêmes, contiennent des

PCB. En revanche, EDF possède une quantité abondante de condensateurs électriques, appareils plus petits que les transformateurs, contenant chacun quelques kilos ou dizaines de kilos de pyralène, selon leur taille.

(suite du texte page 176)

Premières analyses officielles : « Pas de dioxine ! »
Ces deux laboratoires n'ont pas trouvé de dioxines ni de furanes. Étaient-ils équipés pour faire ces analyses ? Vraisemblablement. Dans ce cas, leurs "résultats" peuvent paraître de pure complaisance. Complaisance criminelle, puisque les habitants ont cru pouvoir en toute tranquillité réintégrer leur immeuble.

M. JULLIEN 6/.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
PREFECTURE DE POLICE
LABORATOIRE CENTRAL
EXPLOSIFS - RADIOPACITÉ - ÉLECTRICITÉ - CHIMIE - SALUBRITÉ - POLLUTIONS - RECHERCHES SCIENTIFIQUES

39 bis, rue de Dantzig — 75015 PARIS
Tél. 531-14-80

Certificat d'essai N° 233/85

Dans les limites de détection de l'appareillage, il n'a pas été trouvé de constituants oxydés du type polychlorodibenzodioxine (tous isomères confondus) ni de polychlorodibenzofurannes.

Au moment de l'examen, l'appareillage était susceptible de déceler dans les suies 70 ppb exprimées en monochlorodibenzodioxine.

PARIS, le 7 FEV. 1985

Le Directeur

Henri VIELLARD

PREFECTURE DE POLICE
PARIS
SÉCURITÉ
ÉLECTRICITÉ
RADIOPACITÉ
CHIMIE
SALUBRITÉ
RECHERCHES
SCIENTIFIQUES
LABORATOIRE CENTRAL

Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France Foudre N° 1/2

CERCHAR INDUSTRIE

BP n° 2 60550 VERNEUIL ET HALATTE
Telex. 140 094 CERCHAR VERNH Tel. (4) 455 3500

INC-NLO-DJu-PPa-MKa/CQ
Etude 94-4945

4 février 1985

Aucun signal n'est décelé à la "masse" des TCDD (m/e = 319,8965 soit $C_{12} H_4 Cl_4 O_2$).

Compte tenu de notre seuil de détection, nous estimons que la masse de TCDD éventuellement présente est inférieure à 100 mg pour l'échantillon global.

Cette quantité correspond à une concentration de 0,5 ppm sur la partie soluble dichlorométhane.

Remarque : Les analyses effectuées par chromatographie en phase gazeuse (colonnes capillaire et détecteur à captation d'électrons) permettent de caractériser dans les deux prélèvements analysés la présence de polychlorobiphényles (PCB) et de trichlorobénzènes. La recherche de dibenzofurannes chlorés sera effectuée ultérieurement. Un compte rendu complémentaire sera rédigé.

D. JULLIEN P. PAYEN R. FERRAND
Chef du Service Analyses

M. KAZMIERCZAK

M. JULLIEN

M. KAZMIERCZAK

M. KAZMIERCZAK

(3) En réalité, il existe plusieurs produits de remplacement, dont les silicones, qui ne semblent pas présenter d'inconvénients.

VOITURE "PROPRE" : LE HANDICAP FRANÇAIS

IL AURA FALLU DES PREOCCUPATIONS ELECTORALES

POUR QUE L'EUROPE SE MOBILISE,

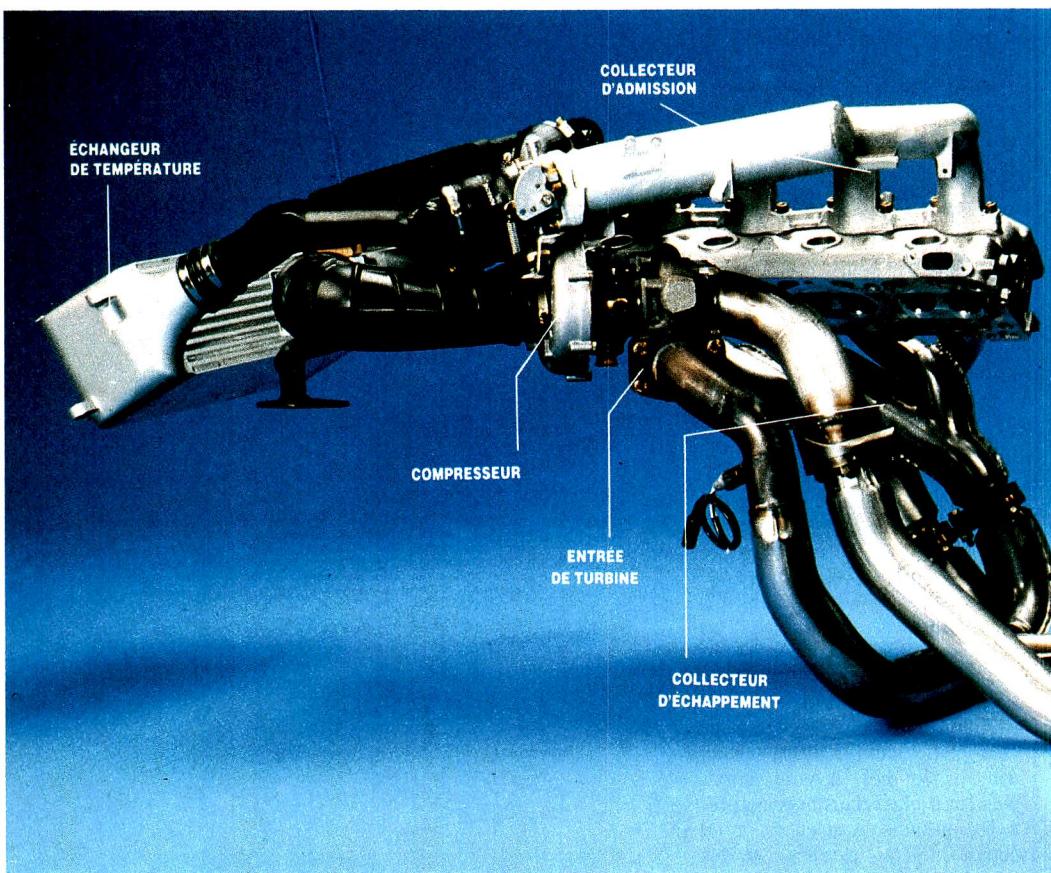
dix ans après les États-Unis et le Japon, en se déchirant sur le thème de la voiture "propre". Dans ce débat, l'Allemagne a tenté d'accélérer le mouvement tandis que la France, comme l'Italie et la Grande-Bretagne, semble avoir traîné les pieds, au point de donner l'impression de mener un combat d'arrière garde.

Ce petit moteur de 1 000 cm³ répond déjà aux futures normes. Il est le fruit des études communes Fiat-Peugeot. Mais si Fiat l'utilise déjà sur les Lancia-Autobianchi du même groupe, Peugeot ne l'a pas encore industrialisé pour son propre compte.

A

l'heure actuelle, une voiture française émet en moyenne 28 kg/an d'oxydes d'azote, 32 kg/an d'hydrocarbures imbrûlés et 190 kg/an de monoxyde de carbone. Les dispositions communautaires visent à abaisser ces valeurs, à l'horizon 1990, respectivement à 12 kg/an et 80 kg/an.

À usage égal, un gros moteur "brasse" plus de gaz qu'un petit et rejette donc davantage de produits nocifs dans l'atmosphère. D'autre



part, une grosse voiture abat annuellement, en général, plus de kilomètres qu'une petite. Le ministère de l'Environnement fait ainsi observer qu'à 120 km/h, une grosse cylindrée émet deux fois plus d'oxydes d'azote qu'une petite ; et que 16 % des grosses parcourent annuellement plus de 25 000 km, contre 9 % des petites. C'est pourquoi, les normes d'épuration des gaz d'échappement ont été adaptées à chaque catégorie de voiture (l'Europe s'est arrêtée à trois tranches de cylindrée), imposant des contraintes plus sévères aux cylindrées les plus élevées.

Incidemment, cette distinction a l'avantage d'échelonner les investissements — qui, au bout du compte, seront payés par le client — de manière homogène : l'équipement supplémentaire d'une voiture chère sera plus onéreux que celui d'un modèle plus accessible.

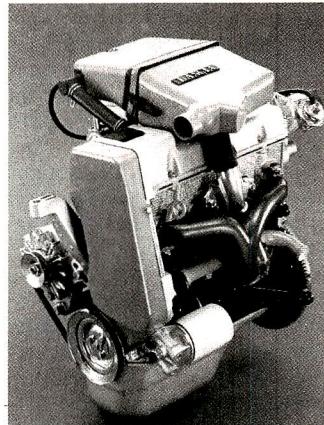
Enfin, il est plus difficile de

transformer une voiture existante que de dépolluer un nouveau modèle qui en est encore à la phase d'industrialisation. Aussi a-t-il été fait un distinguo, dans l'échéancier, entre nouveaux modèles et modèles déjà commercialisés, étant bien entendu que les voitures déjà en circulation n'auront pas à être transformées.

Le parc européen ne deviendra donc de plus en plus propre qu'au fur et à mesure de son renouvellement. Comme, à l'heure actuelle, il y a en circulation en France plus de voitures de plus de cinq ans que de plus récentes, les mesures décidées au printemps 1985, qui n'entreront en application qu'au début des années 1990, ne pourront éventuellement révéler leurs effets qu'au troisième millénaire !

Voici le détail de ce programme "d'épuration" :

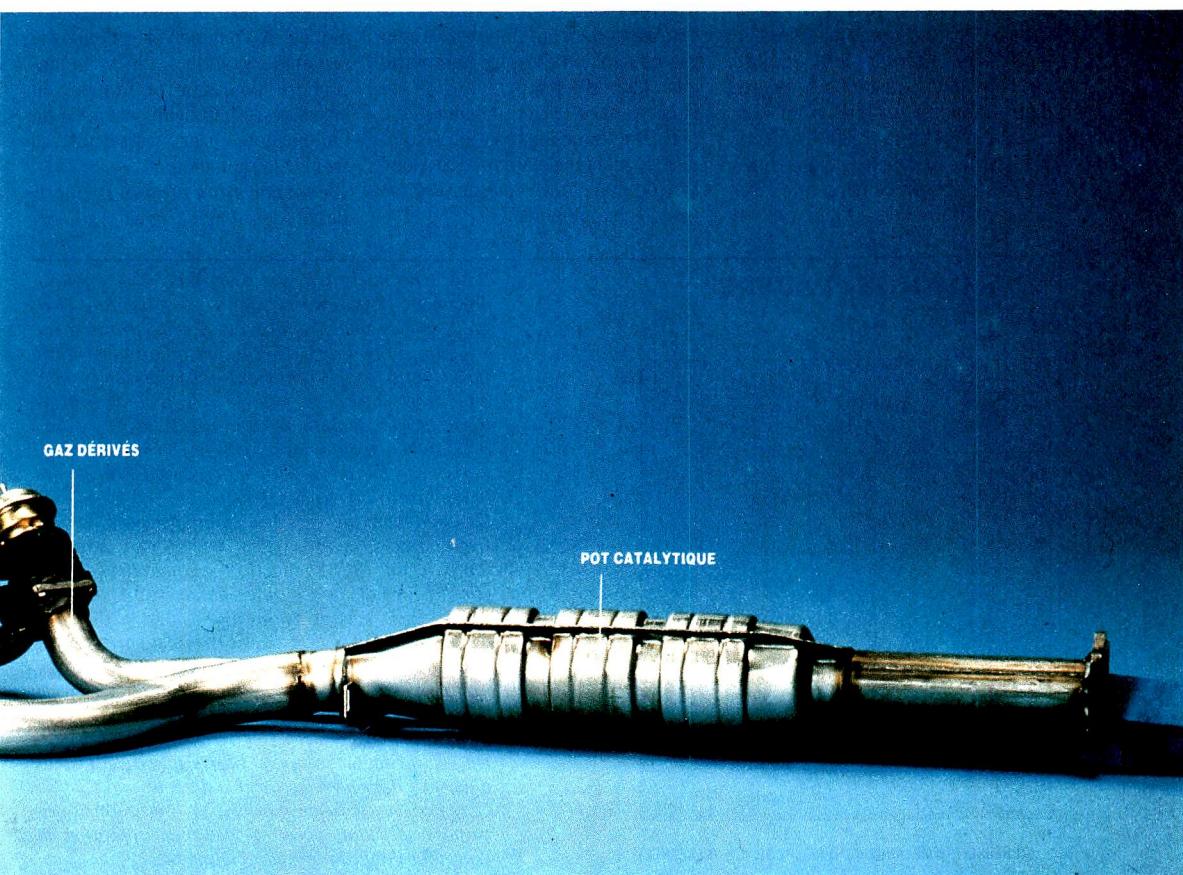
Voitures de plus de 2 litres de cylindrée. Les nouveaux modèles devront être mis en conformité le



1^{er} octobre 1988, les modèles existants sortant de chaîne devront être adaptés au plus tard le 1^{er} octobre 1989.

Le niveau de réduction des émissions polluantes sera en ce cas équivalent à celui qui est en vigueur aux Etats-Unis. L'oxydation des hydrocarbures imbrûlés et des monoxydes de carbone ainsi

Voici "l'alambic" mis au point par Porsche pour épurer les gaz d'échappement de son modèle 944 turbo en préservant les performances. Ce moteur est équipé d'une centrale électronique pilotant l'allumage et l'injection. Et les tubes d'échappement sont taillés à l'intérieur, d'un revêtement de céramique pour garantir les hautes températures nécessaires à la catalyse.



que la réduction des oxydes d'azote nécessitent le montage d'un catalyseur tri-fonctionnel sur le circuit d'échappement. Ce catalyseur contenant du platine, du palladium et du rhodium interdit l'incorporation de plomb, qui "l'empoisonnerait" et le rendrait très vite inopérant, dans l'essence.

Par ailleurs, pour que soient assurées simultanément les réactions d'oxydation et de réduction, il faut que le mélange air-essence soit rigoureusement dosé. Une sonde à oxygène placée sur le circuit d'échappement transmet ses ordres au dispositif d'admission — obligatoirement à injection électronique — afin que les proportions air-essence serrent au plus près les conditions d'une combustion parfaite (mélange stoechiométrique).

Trois conditions, donc : essence sans plomb, pot catalytique trifonctionnel et injection électronique avec sonde. Nous verrons plus loin quel est l'enjeu industriel. **Voitures de 1 400 cm³ à 2 litres.** Nouveaux modèles à mettre en conformité le 1^{er} octobre 1991 ; modèles existant avant cette date à adapter en chaîne au plus tard le 1^{er} octobre 1993. L'objectif fixé par les instances européennes reste à préciser et ne sera clairement connu que le 30 juin 1985. Il

devrait pouvoir être atteint avec un dispositif d'alimentation et de combustion en mélange pauvre exigeant toutefois l'injection électronique plus un pot catalytique assurant seulement l'oxydation, si c'est encore nécessaire, des hydrocarbures imbrûlés et de l'oxyde de carbone. Auquel cas, ces voitures devraient aussi obligatoirement être alimentées avec de l'essence sans plomb, les catalyseurs contenant encore du platine ou du palladium (mais plus de rhodium).

Lorsqu'on réduit la quantité d'essence dans le mélange admis, qu'on est sûr de pouvoir toute la brûler, on réduit en effet les rejets d'imbrûlés et d'oxyde de carbone après combustion ; mais, parallèlement, on augmente la température de cette combustion (il n'y a plus d'excès d'essence pour la refroidir) et cette augmentation de température favorise la formation d'oxydes d'azote. Pour refroidir la combustion on fait donc appel à un gaz neutre : on réaspire une partie des gaz d'échappement. Outre l'injection, et éventuellement le pot catalytique à oxydation, le moteur à mélange pauvre doit donc être équipé d'une recirculation des gaz d'échappement.

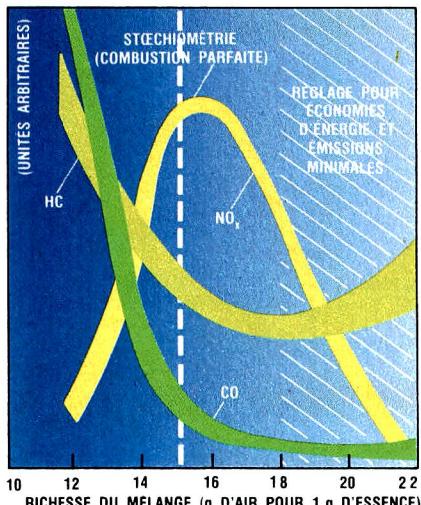
Voitures d'une cylindrée inférieure à 1 400 cm³. Là encore, les normes à atteindre ne seront définies que le 30 juin 1985. Elles visent à réduire de moitié les taux d'émission actuellement en vigueur, à partir du 1^{er} octobre 1990 pour les nouveaux modèles et du 1^{er} octobre 1991 pour les modèles neufs existant avant cette date. Une deuxième étape de réduction sera promulguée en 1987 pour mise en vigueur respective le 1^{er} octobre 1993 et 1^{er} octobre 1994.

En première analyse, la combustion par mélange pauvre devrait largement y suffire pour les oxydes de carbone et les hydrocarbures imbrûlés sans recours à un catalyseur d'oxydation ; il n'est donc pas impératif que ces voitures roulent à l'essence sans plomb, mais la recirculation partielle des gaz d'échappement sera nécessaire pour diminuer la formation d'oxydes d'azote.

Ce programme va mobiliser deux secteurs d'activité : l'industrie pétrolière et l'industrie automobile. A l'examen des bouleversements attendus, on va comprendre pourquoi, la France, eu égard à ses handicaps vis-à-vis de l'Allemagne, s'est attachée à freiner le mouvement.

L'essence sans plomb. Depuis le début des années vingt, l'adjonc-

LE MÉLANGE "PAUVRE" : OUI, MAIS...

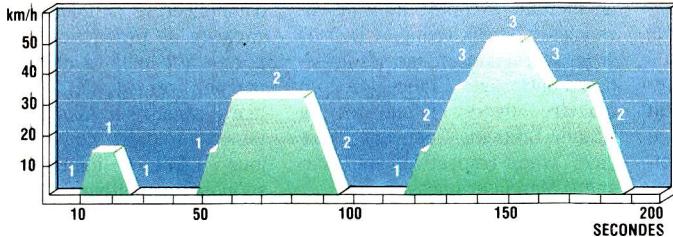


Pour tirer la puissance maximale d'un moteur donné, on doit s'assurer que l'on utilise tout l'air qu'il est capable d'aspirer, et à cette fin on peut rajouter au mélange de l'essence qu'on ne brûlera pas. C'est le fonctionnement avec mélange riche, où l'excès d'essence joue le rôle d'agent refroidissant : ce "gaspillage" augmente les émissions d'oxyde de carbone et d'hydrocarbures imbrûlés, mais la faible température de combustion limite la génération d'oxydes d'azote.

En se déplaçant vers les mélanges pauvres, on limite imbrûlés et oxydes de carbone, mais la température de combustion augmente et, avec elle, la formation d'oxydes d'azote : on peut refroidir par réaspiration d'une partie des gaz d'échappement. Sur la partie droite du graphique, l'essence est disséminée dans une masse d'air en excès, il est difficile de l'enflammer, d'où le rejet d'hydrocarbures imbrûlés gaspillés au détriment de la puissance.

En revanche, le "tampon" thermique dû à l'excès d'air fait décroître les oxydes d'azote.

Conclusion : consommation et émissions minimales militent pour un mélange appauvri, si l'on peut l'enflammer complètement.



ÉMISSIONS : LES NORMES ACTUELLES

C'est ce cycle effectué sur banc à rouleaux qui sert de référence pour définir les émissions maximales tolérées. Il reflète un usage urbain puisque, sur 195 secondes, la voiture n'est censée parcourir que 1,013 km avec une vitesse maximale n'excédant pas 50 km/h, tandis que la vitesse moyenne n'est que de 18,7 km/h (27,01 km/h sans les phases de ralenti). Le test d'homologation comporte quatre cycles (13 minutes de durée) et impose le respect des valeurs maximales d'émissions suivantes :

Poids de la voiture (en kg)	CO (en g/test)	HC+NOx (en g/test)
- de 1 020	58	19
1 020 à 1 250	67	20,5
1 250 à 1 470	76	22
1 470 à 1 700	84	23,5
1 700 à 1 930	93	25
1 930 à 2 150	101	26,5
+ de 2 150	110	28

tion de sels de plomb (sous forme tétraéthyle ou tetraméthyle) est la solution la plus économique et la plus facile qui soit mise en œuvre pour augmenter l'indice d'octane de l'essence, sa résistance à la détonation, c'est-à-dire son aptitude à être fortement comprimée au bénéfice du rendement du moteur.

Plus l'indice d'octane de l'essence est élevé, plus le motociste peut augmenter le rapport volumétrique et, à prestation égale, moindre sera la consommation. On estime grossièrement qu'à un point d'indice d'octane correspond un point de rendement : pour le même service, un moteur s'accommodant d'un carburant doté d'un indice d'octane donné consommera 1 % de plus que son homologue bénéficiant d'un carburant dont l'indice d'octane est d'un point supérieur.

En France, on rajoute jusqu'à 0,40 g de plomb par litre. Si l'on supprime cet additif, on ramène sensiblement la qualité du super (98 d'indice d'octane) à celle de l'essence ordinaire (91).

Dans la perspective de l'avènement de l'essence sans plomb, les constructeurs n'ont pas voulu trop régresser en matière de rendement et de consommation : ils ont milité pour la définition d'un carburant modérément "dégradé", qui impose un effort aux raffineurs : à partir du 1^{er} octobre 1989 devra être mise en place une essence sans plomb affichant un indice d'octane de 95 ; soit trois points de moins seulement que le super actuel, et quatre points de plus que l'ordinaire.

Pour la produire, les raffineurs devront adapter la sélection des bruts traités, investir dans des unités de reformage catalytique, modifier leurs coupes de distillation, importer davantage de matière première puisque les voitures concernées consommeront davantage et que les raffineries elles-mêmes absorberont plus d'énergie.

Au niveau de la distribution, il faudra installer une troisième pompe dans les stations. Cela en continuant à produire et à distribuer le carburant avec plomb : car le parc existant exigera toujours un indice d'octane de 98 et de 91, bien sûr, mais aussi les propriétés lubrifiantes du plomb pour les soupapes et sièges de soupapes.

Au niveau du raffinage, il est possible d'élever l'indice d'octane en augmentant la teneur en aromatiques, mais au risque d'accroître des émissions cancérogènes. Il est aussi possible de remplacer le plomb par des additifs oxygénés (alcool) dans une proportion de l'ordre de 10 %.

L'effort à déployer sera beaucoup plus lourd pour la France que pour la RFA :

□ En France, 85 % des voitures actuelles exigent du super contre 55 % seulement en Allemagne. Les Français se sont toujours faits les champions des voitures économi-

ques à haut rendement ; la plupart des modèles se contentant d'ordinaire étant même des voitures importées ; pour l'essentiel... allemandes. Le contraste des besoins actuels et futurs est donc beaucoup plus sensible de ce côté-ci du Rhin.

□ La France est dotée d'un outil de raffinage largement surcapacitaire, gревant ses frais généraux, et la distribution a très longtemps été handicapée par un régime de prix contrôlés en-deçà de la réalité du marché. Elle vient à peine de découvrir la liberté et la maîtrise encore trop mal pour se refaire une santé financière. Elle n'a donc pas les moyens de faire face à ses besoins d'investissements.

□ Les projets d'adjonction d'alcool à l'essence ont régulièrement alimenté les conversations dans les ministères, avant et après 1981, mais pas les stations-services. Aujourd'hui, c'est un investisseur américain, Arco, qui prend les devants à Fos ; tandis que Elf ne projette que des capacités de production d'alcool dix fois moindres, pour recycler le résidu fatal de sa raffinerie de Feyzin. Par ailleurs, la voie "éthanol" n'en est qu'au stade des intentions parmi les betteraviers et céréaliers. A l'inverse, l'Allemagne s'est dotée depuis longtemps d'un programme M 15 — l'essence contenant 15 % de méthanol — et dispose de ressources de charbon à cette fin.

Au bilan, on estime que la mise en place de l'essence sans plomb exigera en France l'importation de 500 000 tonnes de pétrole supplémentaire, un investissement de 3 milliards de F dans les unités de raffinage et de 2 milliards de F dans le réseau de distribution.

Injection électronique. La précision requise pour le dosage du mélange air-essence condamne le carburateur, aussi perfectionné soit-il, qui ne prétend réaliser qu'un compromis ; elle milite en faveur de l'injection, capable de dispenser, juste en amont de la chambre de combustion, la quantité d'essence requise en fonction de la masse d'air aspirée. Mieux, l'électronique est à même d'affiner ce dosage en prenant en compte

des besoins instantanés : la quantité d'essence injectée est déterminée par un calculateur informé par des capteurs mesurant la température, la pression, le régime du moteur et le besoin de puissance exprimé par le conducteur (position de la pédale d'accélérateur).

Du simple au plus perfectionné, on peut ainsi distinguer :

- l'injection monopoint, plus spécialement destinée aux petites voitures : un seul injecteur dispense la quantité de carburant nécessaire en amont du collecteur d'admission, comme un carburateur ;
- l'injection mécanique à assistance électronique : une pompe délivre à chaque injecteur (un par cylindre) la dose de carburant requise ; l'électronique intervient sur la durée de chaque injection, soit sur le début, soit sur la fin du processus ;
- l'injection tout-électronique : il n'y a plus de pompe, comme dans les deux cas précédents, mais chaque injecteur est individuellement commandé, s'ouvre et se ferme par voie électromagnétique sous l'ordre du calculateur. Le perfectionnement suprême consiste à régler individuellement chaque cylindre selon ses besoins propres (tous, par exemple, ne fonctionnent pas rigoureusement à la même température) et à intégrer les fonctions allumage et injection dans le même calculateur. Dans le cas d'une dépollution par catalyseur tri-fonctionnel, on a même vu que le dosage confectionné par l'injection électronique est aussi subordonné à l'analyse des gaz d'échappement à épurer.

Dans ce domaine aussi, la France souffre d'un gros handicap par rapport à l'Allemagne. Outre-Rhin, une voiture à essence sur trois est équipée de l'injection en sortie de chaîne. En France, on en dénombre seulement une sur douze !

La voiture propre va ainsi renforcer la position dominante de Bosch en Europe. La firme allemande pousse les feux sur ses fabrications de matériel d'injection d'essence : sa production va passer de 2,2 à 3,3 millions d'unités par an (elle était de 1,1 million en 1983),

en mettant à contribution ses licenciés japonais (Nippon Denso) et en accroissant même ses investissements en France. A un moindre degré, l'Italie et la Grande-Bretagne peuvent faire face avec, respectivement, Magnetti Marelli et Lucas.

Mais en France, les équipementiers (Valeo en premier) ont abandonné le développement de ce genre de fabrications aux constructeurs : seul Renault s'est lancé dans l'aventure avec sa filiale Renix sans avoir encore trouvé d'autres clients que la Régie. Mieux, Renault s'est récemment fait fort de pouvoir répondre aux besoins prochains du marché allemand en la matière avec un modèle "propre" par famille de modèles : 4 sur 7 de ces voitures adaptées s'en remettent à un équipement Bosch !

Les catalyseurs. Qu'il soit trifonctionnel, comme celui qui équipera nécessairement les voitures de plus de deux litres de cylindrée, ou simplement à oxydation avec apport d'air, comme celui qui sera peut-être requis pour les voitures moyennes, un catalyseur est formé de trois éléments : une enveloppe en acier inoxydable, un support imprégné de substance active et un matériau d'imprégnation.

Sur les voitures françaises équipées pour le marché américain, la valeur ajoutée est entièrement américaine : seul Peugeot fabrique son enveloppe en acier ! Pourtant, Procatalyse (filiale commune de l'IFP et de Rhône-Poulenc) fabrique et imprègne à Salindres (Gard) un demi-million de supports à billes d'alumine par an pour le compte de General Motors. Les autres catalyseurs tri-fonctionnels s'en remettent à des supports monolithiques en céramique (cylindre alvéolé en nid d'abeille) ; ils sont fabriqués par Corning Glass aux USA ou NGK au Japon et imprégnés par Johnson Matthey en Grande-Bretagne ou Engelhard aux USA.

Pour les catalyseurs à oxydation s'ajoutent à ces fabricants l'Allemand Degussa, qui vient

d'annoncer le doublement de sa capacité de production : elle sera portée à 3 millions d'exemplaires par an. Corning Glass va par ailleurs investir en Allemagne. Certaines initiatives peuvent voir le jour en France : imprégnation de supports monolithiques par Procatalyse, fabrication de supports céramiques par Cerateck (Tarbes) développement de l'activité de la société de fabrication d'éléments catalytiques (Bollène) etc.

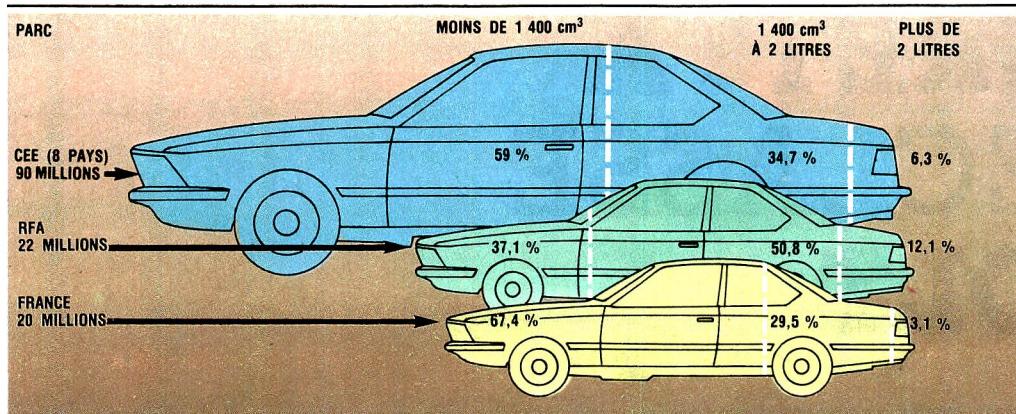
Mais dans l'immédiat, la dépendance vis-à-vis de l'étranger est totale. Quant aux métaux précieux (platine, palladium, rhodium), obligatoirement importés, les 15 tonnes nécessaires en France coûteront quelque 600 à 700 millions de F par an.

Tirer parti de la précipitation allemande. Malgré l'échéancier défini par l'Europe, l'Allemagne, qui a lancé l'initiative sous la pression des "Verts" au nom de la préservation de ses forêts, veut hâter le mouvement sur son propre territoire. Dès le 1^{er} juillet, les acquéreurs allemands de voitures "propres" bénéficieront d'avantages fiscaux ; mais afin que la mesure n'apparaisse pas comme protectionniste, il a été décidé qu'en aucun cas ces avantages fiscaux ne devaient excéder le surcoût présumé de l'équipement dépolluant de la voiture.

Encore l'automobiliste allemand doit-il être assuré de pouvoir trouver l'essence sans plomb nécessaire, notamment au-delà de ses frontières où nul n'est obligé de lui en proposer avant le 1^{er} octobre 1989 !

D'autre part, étant donnée l'importance de la sauvegarde du patrimoine forestier, il serait logique que soit remise en cause la liberté de vitesse sur autoroutes : à haute vitesse, les émissions sont bien plus importantes qu'à vitesse modérée, celles d'une grosse voiture sont plus abondantes que celles d'une petite, il y a plus d'autoroutes et de grosses voitures qui roulent vite en Allemagne qu'ailleurs et on est encore très circonspect sur la fiabilité et l'endurance des catalyseurs à haute vitesse.

En conséquence, la clientèle al-



lemande s'est déjà réfugiée dans l'attentisme ; le marché des voitures neuves est en recul de 20 % depuis le début de l'année. Parallèlement, la demande de voitures Diesel, qui ne sont pas concernées, a doublé ; et les Japonais, auxquels n'est opposée aucune limite d'importation et qui ont la maîtrise de ces techniques eu égard à l'importance de leurs exportations américaines (où ils vendent chaque année plus de 1,6 million de voitures "propres"), sont prêts à s'engouffrer davantage dans la brèche (ils détiennent déjà plus de 13 % des immatriculations de voitures neuves en RFA).

Malgré sa supériorité technique, l'Allemagne elle-même risque donc de payer un très lourd tribut à la voiture propre. A la France d'être consciente de ce passage difficile pour fourbir immédiatement les armes de la riposte.

La facture de l'automobiliste. Au bout du compte, naturellement, c'est l'usager qui paiera. Pour ce qui concerne l'essence sans plomb, il a été décidé qu'elle ne serait pas affichée à un prix supérieur à celui du super (avec plomb) qui sera proposé à la pompe voisine. Mais inéluctablement, le moindre rendement qu'elle autorise augmentera la consommation de 3 % au minimum pour les petites voitures, et jusqu'à 12, voire 15 % pour les grosses, sur lesquelles l'équipement anti-pollution complet est pénalisant.

L'équipement anti-pollution lui-même est actuellement évalué à 6 000 F pour les grosses voitures, mais dans cette catégorie un modèle sur deux est déjà doté de

l'injection électronique nécessaire ; pour ceux-là, la facture pourrait n'être alourdie que de moitié.

Le supplément sera plus uniforme pour la catégorie moyenne : injection électronique (la plupart des modèles en sont pour le moment dépourvus) et catalyseurs à oxydation devraient coûter 4 000 F par voiture. C'est dans cette catégorie de 1 400 cm³ à 2 litres (qui représente le tiers de la demande en France et la moitié en Allemagne) que l'alourdissement de la facture sera relativement le plus important.

Enfin, dans la catégorie inférieure si la recirculation des gaz d'échappement est suffisante pour satisfaire aux normes, il n'en coûtera que quelque 1 000 F par modèle.

Nous reproduisons à dessein ces chiffres "matière" avancés par le ministère de l'Environnement, mais il serait naïf de leur accorder foi. Le bouleversement technique et industriel engendré par l'avènement de la voiture propre est trop important, nous l'avons vu, pour que le consommateur ne soit pas appelé à "participer" plus généreusement aux investissements, aux importations, aux incidences sociales du changement de panorama industriel ou des caprices du marché.

Certains modèles deviendront ainsi obsolètes parce qu'ils ne pourront pas être transformés (on modifie plus aisément une calandre qu'un plancher dans lequel il faudra ménager la place du catalyseur), d'autres, en gestation, doivent déjà être adaptés (la Ford

RÉPARTITION DU PARC EN FONCTION DES CYLINDRÉES

Le marché européen est de l'ordre de 10 millions de voitures par an. Exemple de la répartition des voitures par catégories en France : dans les moins de 1 400 cm³, on trouve les Citroën LN2, 2 CV, Visa, Renault 4 et 5, la plupart des 205, BX et Samba, les basses et moyennes gammes des R9 et R11, les Samba ; de 1 400 cm³ à 2 litres, le haut de gamme BX, R9 et R11, la plupart des 305, 505, la 205 GTI, les CX 20 et le bas de gamme R 25. Parmi les plus de 2 litres, seulement la CX 25, la 505 à injection et la R 25 V6.

Consommation moyenne des voitures selon les pays. Italie : 7,1 l/100 km ; France : 8,6 l/100 km ; Grande-Bretagne : 9,3 l/100 km ; RFA : 10,4 l/100 km ; USA : 15,8 l/100 km ; Japon : 16,6 l/100 km.

Scorpio, qui vient d'être présentée, aurait dû sortir l'année dernière, mais elle aurait alors été "inadaptée" et aurait été plus difficile à rendre "propre".

L'automobiliste, lui, sera porté à différer son achat en attendant d'y voir plus clair, ou à l'anticiper pour échapper à de nouvelles contraintes tout en payant moins cher une voiture qui continuera à "polluer". On sait ce que les fluctuations de la demande peuvent aujourd'hui coûter à un constructeur dans une industrie européenne sur-capacitaire (cf. Renault). Jacques Calvet, président de PSA, a déjà prévenu : « La voiture propre entraînera des licenciements et des fermetures d'usine. » Dans la mobilisation et la coordination des forces que cette nouvelle voiture appelle, l'Etat doit jouer son rôle... et alléger aussi le fardeau du client en s'abstenant de taxer encore ce supplément de facture de 33 % au nom de la TVA, la plus abusive d'Europe. ■

BERETTA DÉCLASSE COLT

**EN CAS DE GUERRE, LE PISTOLET EST L'ARME
DE LA DERNIERE CHANCE POUR LES SURVIVANTS,**

alors qu'on pourrait croire, à l'époque des fusées intercontinentales et du rayon laser, qu'il n'a plus aucune utilité militaire. C'est pourquoi l'armée US a remplacé son Colt 45, largement septuagénaire, par un pistolet à grande puissance de feu.

Surprise : l'industrie américaine n'avait rien à offrir qui soit conforme aux exigences de l'état-major et c'est un Italien, Beretta, qui remporte cet immense marché.

Dans le monde entier, il n'y a que deux pistolets qui aient acquis une réputation internationale au point d'être connus aussi bien au Japon, au Chili, en Finlande ou au Canada : le Luger et le Colt 45. Produits à des millions d'exemplaires, ils ont fait le tour du monde non seulement par eux-mêmes, portés par deux guerres mondiales et soutenus par nombre de conflits locaux, mais aussi par des tonnes de romans policiers et des kilomètres de films. L'aventure, le suspense, l'espionnage se concevaient mal sans Luger ni Colt 45.

Pourtant, le premier n'est plus aujourd'hui qu'un objet de collection : dans l'armée allemande, il a été déclassé dès la Seconde Guerre mondiale au profit du Walther P. 38. Par contre le Colt 45

automatique (dit aussi "1911" pour l'année d'adoption ou "11,43" pour le calibre en mm au lieu de 45 centièmes de pouce) était resté en service dans l'armée américaine depuis 1911, et dans les mains d'innombrables malfrats, truands et autres terroristes depuis les années 20 — et chez nous surtout depuis 1944. Aujourd'hui encore, le "11,43" est souvent cité dans les faits divers criminels, alors que le cinéma et la littérature préfèrent le revolver 357 magnum, qui date de 1935 mais se voit maintenant paré de toutes les vertus.

En fait, tous retardent car la page vient d'être tournée : l'armée américaine a renoncé au pistolet 1911 le mois dernier au profit du Beretta M 92-F. La firme italienne a donc enlevé ce qui était le marché du siècle en matière d'arme de poing — l'armée US,

c'est le nombre... et les dollars — mettant un point final à une querelle de remplacement qui durait depuis 6 ans. Par ailleurs, partout dans le monde, les services de police en viennent aussi à délaisser le revolver 357 pour s'équiper de 9 mm automatiques à grande capacité. Le nouveau choix des USA accentuera le mouvement et confirmera ce fait que les fabricants européens semblaient seuls à connaître : depuis les années 1900, l'arme de défense individuelle a diablement évolué.

Il faut en effet remonter au début du siècle pour suivre l'étonnante carrière du 45 automatique. A cette époque toutes les armées sont nanties de pistolets à bâillet, ou revolvers, qui ont le gros inconvénient de n'avoir que 6 balles, d'être lents au tir, lents au rechargement, et très vite enrayés par le sable, la terre ou la boue. Comme arme militaire, le pistolet à bâillet n'est pas trop fameux. Qui plus est, la tendance est alors à la réduction du calibre, et les Américains n'y échappent pas : la dotation normale depuis 1892 est le revolver de calibre 38 (sensiblement 9 mm).

Mais en 1899, aux Philippines, les guerriers moros continuent à charger après avoir reçu plusieurs de ces balles de 38 alors que les anciennes balles de 45 (11,5 cm) des vieux revolvers Colt semblent les arrêter ; il y a sûrement là une part de légende (même avec des balles de mitrailleuse lourde de

12,7 mm certains combattants japonais continuaient le tir) mais l'état-major en conclut tout de même que le 38 est trop petit et revient en 1909 au revolver de calibre 45.

Pour sa part, le Service du Matériel est déjà allé plus loin: "oui" pour le 45, mais "non" pour le revolver. C'est qu'en Europe sont apparus des pistolets automatiques qui, du point de vue militaire, sont bien supérieurs aux revolvers: cadence de tir élevée, facilité de recharge. Reste la fiabilité qui est un peu marginale, mais John Moses Browning, inventeur génial associé à la firme Colt, va y remédier: le 15 mars 1911 il propose aux essais organisés par l'état-major un pistolet automatique de calibre 45 qui s'avère capable de tirer 6 000 coups sans incident.

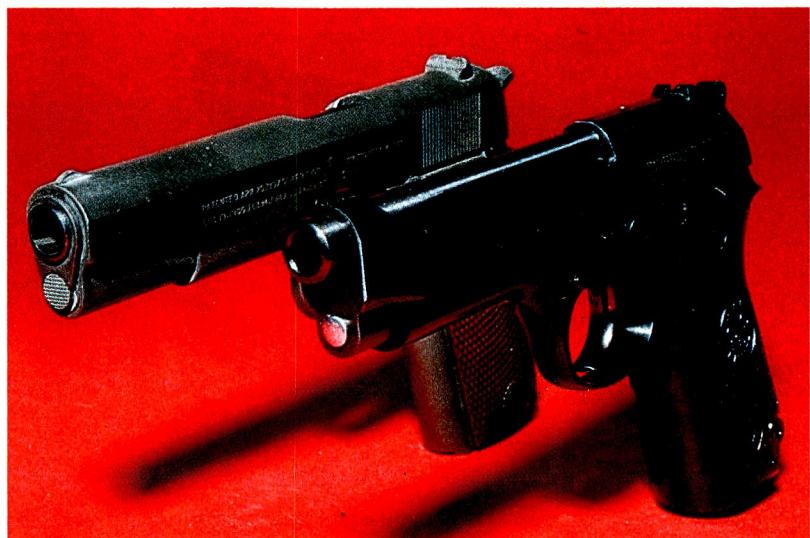
Qui plus est, le nouveau pistolet est facile à démonter, comporte peu de pièces, tire juste et, surtout, résiste remarquablement aux conditions réelles de combat: sable, neige, terre, boue ne l'empêchent jamais de continuer à fonctionner. Le 29 mars il est adopté par le War Department, sous le nom de "model 1911 US Army"; près de 75 ans plus tard il était toujours en service, ce qui est interminable pour du matériel militaire où le progrès va vite. Même le célèbre fusil Mauser n'avait pas tenu plus de 45 ans.

A cette étonnante longévité, il y a trois raisons: la qualité du produit, le faible intérêt porté aux pistolets par les militaires dès les années 20, et la remarquable inertie du bureau d'état-major. Commençons par le premier point, à savoir le pistolet lui-même. Dès 1911, il est très en avance sur son temps pour la fiabilité et l'efficacité. Certes, l'Allemagne a été la première à se tourner vers le pistolet automatique dès 1908 avec le Luger, mais celui-là est loin d'avoir la sécurité de fonctionnement du Colt; le Steyr autrichien, adopté en 1912, n'est guère plus brillant et, à l'occasion de la Première Guerre mondiale, le 45 automatique s'avérera tellement supérieur à ses concurrents qu'il sera partout copié dès les années 30: le Herstal

belge, le Radom polonais, le Tokarev russe, le Star espagnol, et même notre PA 35 dérivent directement du système Browning.

Car il faut bien le dire ici, le pistolet est resté célèbre sous le nom de son principal fabricant, la société Colt, mais en réalité il a été entièrement dessiné et conçu par Browning. Le premier, il a eu l'idée d'une culasse enveloppant complètement le canon et le ressort récupérateur, d'où l'étanchéité du système aux poussières du genre sable, terre, brindilles, etc. C'est lui

qui invente le verrou intégré au canon, soit à des verrous basculants (Mauser, Lahti, Glisenti, etc.). Browning va simplifier cette dernière formule en taillant le verrou directement sur le tube, donc en supprimant une pièce mobile: c'est le canon lui-même qui va basculer de haut en bas pendant les premiers millimètres de recul de la culasse. En position haute, des tenons fraisés sur le dessus du tube viennent s'encastre dans des rainures fraîsées à l'intérieur de la culasse: les deux pièces sont liées.



encore qui invente le verrou intégré au canon, ce qui simplifie considérablement le mécanisme.

En effet, dans tout pistolet, quand la balle avance, la culasse recule en vertu du principe d'action et de réaction. Si elle n'est pas liée au tube, la douille recule en même temps et commence à sortir de la chambre alors que la pression est encore très forte, d'où un risque de rupture. Avec une culasse lourde par rapport à la balle, un canon court et une douille à parois épaisse à l'arrière, on peut tolérer ce début d'extraction. Mais ce n'est plus possible avec les munitions puissantes de gros calibre, et il faut trouver le moyen de lier culasse et canon jusqu'à ce que la balle soit sortie.

Ce dispositif, appelé culasse calée, a fait l'objet de nombreuses variantes faisant appel, soit à des

Pendant que la balle avance sous l'action des gaz de combustion de la poudre, les deux reculent ensemble mais le canon, retenu à la carcasse par une bielle, bascule peu à peu vers le bas. Après 4 à 5 mm de course arrière, la balle est sortie et le canon est descendu assez bas pour que les tenons aient quitté les mortaises: la culasse poursuit seul son mouvement, comprimant le ressort récupérateur, éjectant la douille tirée et armant le chien. Puis le ressort la ramène en avant, une cartouche du chargeur est poussée dans la chambre et, en fin de course, la bielle fait remonter le canon vers le haut, le verrouillant à la culasse.

Ce système particulièrement simple, très solide, bien protégé de l'encrassement, constitue une révolution qui assure au Colt 45 une

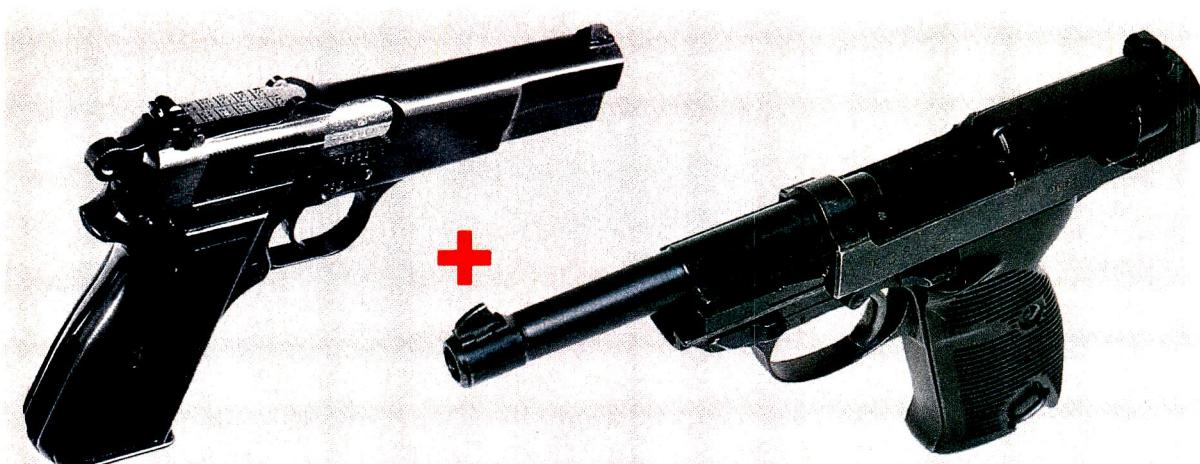
*Gros calibre
mais peu de
balles pour le
Colt maintenant
supplanté par le
Beretta 92-F.*

nette supériorité sur les Luger, Mauser et autres de l'époque 1900. Seuls les Autrichiens de Steyr parviendront à faire mieux encore en remplaçant le basculement par une rotation du canon, qui porte les tenons de verrouillage, autour de son axe. Mais le système oblige à tailler des rampes hélicoïdales, d'où un usinage plus complexe, et un prix de revient élevé. Ceci explique que cette formule, légèrement supérieure à celle de Browning, n'a pas été reprise par la suite, sauf par les Mexicains

Pendant deux ans le Colt 45 va donc être confronté aux conditions de combat les plus dures, dans la poussière et la boue des tranchées, et il prouvera là son étonnante fiabilité : à l'époque, c'est le seul pistolet sur lequel on puisse réellement compter en toute circonstance. De fait, si on regarde l'arme de près, il faut reconnaître que le 1911 est une grosse ferraille, cela dit sans aucune intention péjorative : il comporte un minimum de pièces, très simples, très grosses, et toutes

tout en acier massif usiné : pas de tôles estampées, d'éléments frittés ou d'alliages légers.

L'usinage interne est net, souvent soigné pour les pièces du mécanisme, mais la finition extérieure est sommaire, surtout les modèles seconde guerre qui sont simplement parkérisés. Notons que, pour les amateurs, les versions 1^e et 2^e guerre ne sont pas exactement semblables ; en 1920 apparaissent quelques modifications de détail : détente plus courte, cran de mire plus large,



LE CHARGEUR À GRANDE CAPACITÉ (F.N. HERSTAL 1953) PUIS LA DOUBLE ACTION ET LE VERROU BASCULANT (WALTHER 1938) ...

pendant quelques années sur leur pistolet Obregon.

C'est d'ailleurs contre les Mexicains de Pancho Villa que le Colt 45 va faire la preuve de son efficacité : en 1916, la dernière charge au pistolet de l'histoire tourne au triomphe pour le 45 modèle 1911, puisque les cavaliers américains n'ont pas un mort quand leurs adversaires en comptent une quarantaine. Un an plus tard, les USA entrent en guerre aux côtés des Français et des Anglais, mais là, ils se heurtent aux Allemands et à un style de combat qui laisse peu de chance à la cavalerie. En fait, l'artillerie et les mitrailleuses font la décision, mais le pistolet reste quand même l'arme de la dernière chance pour le combattant isolé, ou lors des combats rapprochés quand la baionnette joue, elle aussi, un rôle important.

interchangeables. Rusticité, solidité et fiabilité découlent directement de cette conception. La cartouche elle-même a l'allure d'un gros suppositoire, ce qui explique qu'elle s'enfile si bien dans la chambre sans jamais accrocher ni enrayer le mouvement.

Ajoutons que le dessin extérieur est tout aussi réussi. Le pistolet est plat, massif, bien proportionné, très lisse et dépourvu de toute aspérité gênante ou contour compliqué : une pièce de maître. La fiabilité de l'ensemble est due pour une bonne part à sa taille : toutes proportions gardées, un grain de sable peut enrayer une horloge, mais pas un treuil de chantier. Et le 45, avec sa grande culasse et son épaisse carcasse à larges rainures, c'est un peu une pièce de chantier. Contrairement à bien des productions actuelles, c'est un pistolet

arrière de crosse bombé, échancre le long du pontet et allongement du talon de la sécurité de poignée. Ainsi modifié, il devient 1911 A1, mais toutes les pièces restent interchangeables. En fait, le modèle a été si bien dessiné par J. Browning qu'il n'y a jamais rien eu à changer réellement.

En utilisation pratique, le 45 présente toutefois quelques défauts importants : il est lourd (1,250 kg chargé), dur à manœuvrer, peu commode au tir et vite déchargé : 7 cartouches dans le chargeur seulement. Ajoutons un départ assez raide, une visée médiocre et une pente de crosse très mal adaptée au tir instinctif : à moins d'être bien entraîné, on est sûr, au jeter, de mettre la balle aux pieds de l'adversaire. Il en va autrement au stand, où l'on a le temps de rectifier la prise, et où sa

précision est très honnête : à 25 m, la dispersion sur 10 coups du 45 de dotation militaire va de 12 à 15 cm.

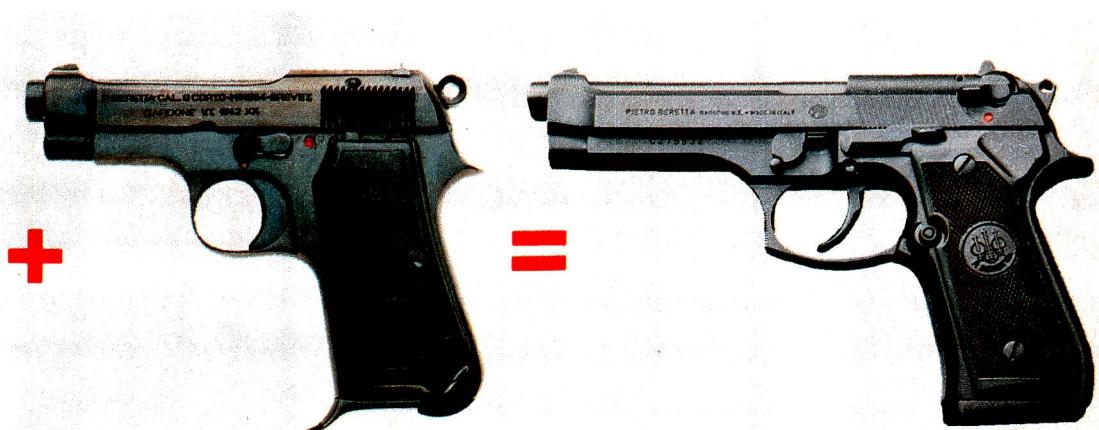
Contrairement à une pieuse légende, le recul n'a rien de terrible, et ne nous a jamais paru plus fort que celui d'un 9 mm classique comme notre PA MAC 50 ; il est nettement inférieur à celui d'un 357 magnum, même étoffé. La puissance d'arrêt du 45 est tout autant surestimée ; tout adversaire est censé s'écrouler à la première balle, même reçue dans le gras du bras : c'est évidemment faux, et les

qui en étaient régulièrement dotées par une arme d'épaule très courte, la carabine automatique US M1 de calibre 7,62 mm. Du coup, celle-là fut fabriquée à près de 6 millions d'exemplaires.

En Corée, en Indochine, le 45 était toujours là et son utilité reparut plus évidente car, cette fois, les soldats se trouvèrent confrontés à des embuscades et des engagements à courte distance, ce qui n'était pas

fallut des années pour que commence réellement le programme d'essais dont la première séance eut lieu en 1979 et se termina sans aucune décision. La deuxième séance, en 1981, n'apporta rien non plus.

C'est qu'il y avait un problème : remplacer le 45, oui ; mais par quoi ? Par un matériel américain répondirent les membres influents du Congrès qui tenaient les cordons de la bourse. Or l'industrie nationale n'avait justement rien à offrir de bien pétillant, et pour



... AJOUTÉS À LA LIGNE BERETTA (M. 1934) ...

... DONNERONT LE NOUVEAU BERETTA 92-F DE L'ARMÉE US.

récents essais menés par les spécialistes de l'armée américaine l'ont prouvé ; pour stopper un ennemi, une balle expansive légère et rapide est bien plus efficace que la lente et lourde (15 g) balle du 45.

Les défauts du modèle 1911 (encombrement, poids, et puissance de feu réduite) étaient connus de l'état-major bien avant la Seconde Guerre mondiale. Pourtant le modèle restera en service durant tout le conflit et on en fabriquera environ 1 800 000 de 1941 à 1945 ; mais, pour tout dire, le Service du Matériel ne croyait plus tellement en l'utilité d'un pistolet dans une guerre dominée par les blindés et l'aviation, où le combat rapproché devenait une rareté. Son efficacité paraissait même si discutable qu'il fut remplacé dans la plupart des unités

le cas contre l'Allemagne ou le Japon. La guérilla, les actions de commando toujours imprévisibles rendaient nécessaire le port constant d'une arme de défense qui devenait même en ce cas une arme de survie ; or seul le pistolet peut convenir à cet usage.

C'est à ce moment qu'il apparut que le 45 avait tout de même bien vieilli depuis les charges de cavalerie contre les bandes de Pancho Villa. Pour se sortir vivant d'une embuscade menée par plusieurs hommes bien entraînés, les 7 coups du 45 étaient notoirement insuffisants, sans compter sa mauvaise adaptation au tir instinctif et sa lenteur de mise en action. A partir de 1970, la chose devint si évidente que l'état-major prit la décision héroïque de remplacer le Colt 1911, malgré l'inertie formidable des bureaux du matériel. Il

remplacer le 1911, il fallut se tourner vers l'Europe, donc en fait vers l'étranger. On conçoit qu'une telle décision, concernant la Défense Nationale US, ait été dure à prendre. Il faudra 6 ans : de 1979 à 1985.

Pour notre part, il nous faut donc revenir en Europe au début du siècle. En 1902, l'Allemand Georg Luger, ingénieur de grand talent à la société DWM, présente une version de son pistolet chambré pour une nouvelle cartouche de calibre 9 mm ; cette munition est adoptée par la Kriegsmarine en 1904, puis par la Wehrmacht en 1908, d'où son nom 9 mm-08, ou 9 mm Luger, ou 9 mm Parabellum, ou 9 × 19 pour les 19 mm de longueur de la douille. C'est d'emblée la réussite absolue : cette 9 mm est en effet puissante, précise, pas trop grosse, ni trop

lourde; elle offre le meilleur compromis entre volume et énergie pour une cartouche de pistolet.

Après la première guerre, elle est adoptée par nombre de pays européens : Autriche, Pologne, Belgique, Suède, etc. Pendant la Seconde Guerre, elle est aussi utilisée dans les pistolets mitrailleurs, même par les Anglais, et à partir de 1950, elle devient quasiment universelle au point de devenir munition réglementaire de l'OTAN. Seuls lui échappent les pays communistes, et les USA qui en sont restés au 45. Précisons ici que le diamètre réel de la balle est de 11,48 mm, alors que le calibre réel du canon est de 11,23 mm sur le plein des rayures et 11,43 sur le creux. Pour sa part, la balle 9 Para fait bien réellement 9 mm.

Voilà pour la munition. Pour ce qui est des armes, la Première Guerre a montré la relative fragilité des pistolets en service comparés au 1911 des Américains. Vers 1930, John Browning a compris la supériorité du 9 mm sur le 45 ; il travaille alors pour la FN d'Herstal, en Belgique, et dessine un nouveau pistolet conçu pour le 9 mm Luger, et très amélioré par rapport au 1911. Le basculement du canon est commandé par une came et non plus par une bielle, d'où le meilleur maintien du tube au moment du tir, et surtout le chargeur peut contenir 13 cartouches empilées en quinconce. Adopté par la Belgique en 1935, ce nouveau pistolet a donc l'énorme avantage d'une puissance de feu double de celle du 45 automatique.

Reste un dernier point qui a longtemps alimenté la querelle pistolet-revolver. Dans ce dernier, une fois le barillet garni, il suffit de presser la détente sur une course assez longue pour faire partir le coup ; avantage : arme toujours prête à faire feu, mais sécurité due à la longue course de la détente qui doit à la fois armer le chien et faire tourner le barillet. Dans le pistolet automatique classique, ou bien le chien est armé avec une cartouche dans la chambre, ou bien (que le chien soit armé ou

non) il y a des cartouches dans le chargeur mais pas dans la chambre.

Dans le premier cas l'arme est bien prête au tir immédiat, mais même avec une détente dure le simple fait de la saisir pour la sortir de l'étui risque de faire partir le coup ; même problème si un objet quelconque accroche la détente. Dans le deuxième cas, l'arme n'est pas prête au tir : il faut d'abord user des deux mains pour manœuvrer la culasse et faire passer une cartouche du chargeur dans la chambre.

C'est l'Allemand Walther qui va résoudre le problème vers 1930 avec le 7,65 modèle PP : comme dans un revolver, la détente arme d'abord le chien avant de le lâcher pour le premier coup ; ensuite, le recul de la culasse assure cette fonction à chaque fois. Walther ajoute à cela une sûreté extrêmement ingénieuse qui permet, le chien ayant été armé par manœuvre de la culasse pour mettre une cartouche dans la chambre, de le désarmer sans faire partir le coup — de plus la sûreté bloque le percuteur. L'arme est donc toujours prête au tir tout en offrant, pour le premier coup, la même sécurité que le revolver par la longue course de la détente.

Par analogie avec le revolver, ce système a reçu le nom de double action, bien que ce ne soit pas strictement juste ; dans un revolver, la détente a bien deux fonctions : armer le chien et faire tourner le barillet. Dans un automatique, elle ne sert qu'à armer ou relâcher le chien, mais le terme de double action est resté quand même. Certains parlent de détente à double effet, mais l'expression rappelle trop les machines à vapeur.

En 1930, Walther commercialise donc un 7,65 à double action, qui est suivi quelques années plus tard d'un 9 mm de même type à court recul du canon et verrou oscillant, le modèle HP. Celui-ci sera adopté par l'armée en 1938, d'où son nom de P.38. Par rapport à tous ses concurrents du moment, il représente une considérable avance technologique par sa double action et sa remarquable sûreté. Mais les

ingénieurs de Walther ne sont pas allés jusqu'au bout du possible en gardant un simple chargeur à 8 coups, alors que le Herstal GP à 13 coups est déjà bien connu à cette époque.

Après la guerre, tous les pistolets ancien style, dont le 45 modèle 1911 sont surclassés en deux domaines : pour la puissance de feu par le Herstal, pour la mise en action immédiate par le Walther. Reste à faire la synthèse des deux : double action et chargeur à grande capacité. Chose curieuse, il faudra

Avec ses 15 coups, le Beretta (en haut) surclasse le Colt 1911 (en bas), qui n'en a que 7.



très longtemps pour en arriver là. En Europe, les fabricants se mettent très lentement à la double action, et un peu plus vite à l'Est qu'à l'Ouest. Aux USA, seul Smith & Wesson, pourtant spécialiste n° 1 du revolver, lance en 1954 un automatique 9 mm à double action, mais à 8 coups seulement. Il est vrai que cette firme espère à l'époque un marché militaire de remplacement du 45, mais rien ne se produira. Pour sa part, Colt se contente de raccourcir un peu le 1911 et de le chambrer pour le 9 mm.

A partir de 1970, les choses évoluent plus vite car il est clair que l'armée américaine va tout de même remplacer le 45 et on sait déjà que le futur pistolet devra être à double action, posséder une sûreté à toute épreuve, et tenir au

moins 10 coups. Dans le même temps, les services de police européens réclament eux aussi des automatiques à grande capacité. Une seule société, la Schweizerische Industrie-Gesellschaft, de Neuhausen am Rheinfall, en Suisse, dessinera un nouveau pistolet conçu dès le départ pour satisfaire à ces exigences : c'est le SIG P 220, accompagné d'une version courte pour la police, le P 225, et d'une version à 15 coups pour les tests de l'armée US, le P 226.

Smith & Wesson se contentera, en 1973, de livrer une version à chargeur 15 coups de son 9 mm. Colt présentera un modèle SSP trop vite mis en chantier, et qui n'ira pas loin dans les tests. En Europe, Herstal arrange le GP 35 pour y faire tenir un mécanisme à double action, tandis que le Star espagnol et le Heckler & Koch allemand sont, comme le Colt, des armes de dernière heure qui ne résistent pas longtemps aux essais.

Reste le Beretta italien. En 1951, la firme commercialisera un 9 mm original, dit modèle Brigadier, qui sera adopté par la police et l'armée. Mais il est encore à simple action avec chargeur de 8 coups. En 1965, il est complètement remanié pour devenir le modèle 92 à double action et chargeur de 15 coups. Des modifications lui seront apportées ultérieurement pour le rendre conforme aux spécifications réclamées par le JSSAP (Joint Service Small Arms Program) qui est chargé de faire aboutir les projets d'équipement en armes légères des trois forces, US Army, US Air Force, US Navy.

En 1979 et 1981, aucune arme n'est acceptée par le JSSAP. Il y eut certainement des raisons techniques à cela, mais aussi l'hostilité de nombreux membres du Congrès américain, sans compter les réclamations des deux constructeurs nationaux, Colt et Smith. Car il s'avère dès le début des essais que les deux pistolets capables de passer les tests sont européens : le SIG et le Beretta. On conçoit les réticences que cela pouvait engendrer : un marché national allait échapper aux constructeurs nationaux. Qui plus est, ce n'était pas la première fois :

la mitrailleuse légère de calibre 5,7 n'est pas américaine non plus, c'est la Minimi de la FN d'Herstal.

En reportant d'année en année la décision finale, les organisateurs espéraient laisser le temps aux constructeurs américains de sortir un produit supérieur aux pistolets européens. Il n'en fut rien : SIG et Beretta améliorèrent leurs armes à tel point qu'elles sont aujourd'hui imbattables. Dès la reprise des essais par le JSSAP, l'année dernière, le fait s'avéra évident et, début janvier, la décision était prise : le Beretta 92 F allait remplacer le 45 automatique dans toute l'armée américaine.

Il lui fallut pour cela triompher de toutes les difficultés semées par les essayeurs : tir en toutes conditions dans la chaleur du désert comme dans le blizzard du Grand Nord, sous la pluie, la neige, le vent de sable ; fonctionnement assuré après passage dans la terre ou la boue, longévité d'au moins 10 000 coups sans usure notable, pas plus d'un incident de tir tous les 800 coups, réparable sur le terrain en moins de 10 minutes, résistance à la corrosion, etc. Nous ne pouvons développer plus longuement cet aspect du programme, mais ceux qui s'intéressent de près à la question pourront se reporter à l'étude très complète qu'a publiée notre frère Jacques Lenaerts dans la revue *Armes International* n° 17 de mars 85.

On y trouvera aussi une description détaillée du Beretta 92 F que nous considérerons ici seulement dans ses grandes lignes. C'est un pistolet assez massif, épais (37 mm), pas trop lourd (970 g) grâce à la carcasse en alliage léger, et dont la ligne très particulière est propre à Beretta. Fonctionnant à culasse calée par court recul du canon, il utilise non pas le système Browning, mais un verrou oscillant copié sur celui du Walther P. 38. La sûreté ambidextre désarme le chien tout en bloquant le percuteur et une sûreté interne supplémentaire empêche également tout départ accidentel tant que la détente n'est pas tirée à fond.

Pour satisfaire les exigences du JSSAP, l'arrétoir du chargeur est, comme sur les Browning, placé en

arrière du pontet tandis qu'un traitement de surface spécial permet à l'arme de résister à la corrosion beaucoup mieux qu'avec les bronzages ou phosphatages classiques.

De l'avis des essayeurs, il est plus complexe que son rival, le SIG P 226, et n'a pas la même qualité de prise en main. Selon des renseignements officieux, les deux auraient été offerts au même prix, soit 180 dollars. Pour le moment, nous ignorons ce qui a fait pencher la balance du côté du Beretta, mais



pour la firme italienne, c'est un succès remarquable. A long terme, le total à fournir aux USA doit dépasser 500 000 exemplaires, ce qui constitue un marché à la fois exceptionnel et gigantesque. Une partie importante doit d'ailleurs être fabriquée sous licence en Amérique, de façon à ce qu'aucun conflit ne puisse interrompre la fourniture des armes.

Colt est donc détrôné par Beretta, la plus ancienne fabrique d'armes européenne : elle a été fondée en 1488 par Bartolomo Beretta, à Gardone Val Trompia, près de Brescia, et n'a jamais quitté la famille depuis. Aujourd'hui, c'est Ugo Beretta qui la dirige avec le sourire du vainqueur : remporter un marché de 900 millions de francs, et battre les constructeurs américains sur leur propre terrain, il y a de quoi pavoiser. ■

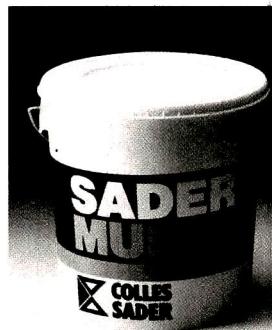
Le SIG P-226 suisse et le Beretta 92-F sont les deux meilleurs pistolets du moment. Pour notre part nous avons une préférence, partagée par les autres essayeurs européens, pour le P-226 alors que les USA ont retenu le 92-F.



ELLE ET MOI, ÇA COLLE.

SADER MUR. Revêtements muraux sur papier ou non, polystyrène en rouleau... ça colle toujours avec Sader Mur. Et c'est facile : Sader Mur est prête à l'emploi, elle ne tache pas, ne coule pas et s'étale sans problème. Vous pouvez travailler en duo ou en solo, avec Sader Mur c'est toujours agréable : son adhérence vous permet de maintenir immédiatement le revêtement sur le mur et son excellente glisse vous laisse quelques minutes pour bien positionner les lés. Autre avantage : l'excellent pouvoir couvrant de Sader Mur la rend très économique.

**COLLES
SADER**



TRADUCTION AUTOMATIQUE

FRANÇAIS-ARABE : L'ORDINATEUR EST ENFIN ARRIVÉ

LE SYSTEME SYSTRAN TRADUIT DEJA ENTRE ELLES DE NOMBREUSES LANGUES

(anglais, français, allemand, italien, russe, japonais, espagnol). Mis au point à partir de 1955 par le Dr Peter Toma, un Américain d'origine hongroise, il est mondialement connu depuis que, en 1975, il fut utilisé pour la mission Apollo-Soyouz pour traduire des documents du russe en anglais et vice versa.

Aujourd'hui, une PME française, la société Gachot (26 bis avenue de Paris, 95230 Soisy-sous-Montmorency),

(suite du texte page 110)

DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE

LA MULTINATIONALE DES IDÉES

UNE ASSOCIATION INTERNATIONALE DES VILLES D'AVENIR

vient de se constituer sous l'impulsion du maire de Grenoble, Alain Carignon. L'AIVA compte déjà 17 villes adhérentes : Merida, Livingstone, Ivrea, Stavanger, Genève, Kanata, Montréal, Dayton, New Orleans, Pittsburgh, Princeton,

Raleigh, Santa Fe, Perth, Pune, Rehovot, Grenoble. Appartenant à 11 pays et 4 continents, regroupant plus de 10 millions d'habitants et 400 000 étudiants, elles ont en commun une identité de profil économique :
(suite du texte page 111)

TRADUCTION AUTOMATIQUE

(suite de la page 109)

présente un nouveau développement de ce système : la traduction automatique par ordinateur du français en anglais puis de l'anglais, en arabe.

Alors qu'un traducteur humain ne traduit que 250 mots à l'heure, 8 heures par jour, le système traite 300 000 mots à l'heure et peut travailler 24 heures par jour, sans congés. Il remplace ainsi plusieurs milliers de traducteurs simultanément, tout en conservant une remarquable homogénéité terminologique d'un bout à l'autre des ouvrages traduits.

Grâce au Systran, les pays arabes pourront obtenir, imprimés en arabe, de manière automatique et dans les plus brefs délais, tous les renseignements existant dans le monde sous forme imprimée ou enregistrée, car par les moyens de la télématique, le système pourra aussi être directement relié aux banques de données américaines ou européennes.

Selon la CEE, le marché mondial de la traduction s'établit, par an, à

et représente 9 % de l'ensemble des traductions écrites mondiales, soit près de 300 millions de dollars par an, en expansion de 10 % par an. Cela malgré le coût élevé de la traduction, qui limite aujourd'hui le marché au strict minimum.

L'essentiel du marché arabe est représenté par la documentation technique relative à la fourniture d'équipements et de matériels, cahiers des charges et premiers degrés de maintenance : de quelques milliers de pages pour des matériels mécaniques militaires, à plusieurs milliers de pages pour des équipements tels que les aéroports. La traduction automatique devrait s'élargir aux autres degrés de la maintenance et surtout à l'ensemble des bibliothèques scientifiques.

La traduction anglais-arabe constitue une véritable prouesse technique compte tenu des ambiguïtés homographiques de la langue anglaise, de la richesse lexicale de la langue arabe, de la multiplicité des

d'informations de nature grammaticale, syntaxique et sémantique concernant chacun des termes. De la précision et de la richesse de ces dictionnaires dépend la précision et la netteté de la traduction. Ensuite, un algorithme extrêmement complexe, composé de 100 000 macro-instructions, permet d'analyser les relations entre les mots et donc de comprendre le rôle de chacun, puis de transposer ces relations dans la syntaxe de la langue "cible". C'est cet algorithme qui conditionne la justesse de la traduction.

Le Systran anglais-arabe n'est pas seulement un système de traduction puissant, c'est aussi un système de traitement de texte complet. Le coût de la production traditionnelle d'un texte traduit ne provient pas en effet uniquement de celui de la traduction proprement dite, déjà très lourd, mais aussi de l'ensemble des opérations annexes : de la saisie du texte d'origine jusqu'à la composition du texte final, en passant par les multiples phases de dactylographie et de correction (la dactylographie peut représenter le quart du coût de la traduction, et la composition du texte double le prix final du travail).

Dans le nouveau système, le texte "source" est placé dans un lecteur optique, qui le lit et l'enregistre automatiquement, aussi simplement que s'il s'agissait de photocopie. En cas de zones ambiguës (taches, lettres écrasées...), le lecteur interroge l'opérateur. Ensuite, et en quelques secondes, le système consulte ses dictionnaires et signale à l'opérateur les mots incompris (la plupart du temps il s'agit de simples fautes d'orthographe), puis lance la traduction à la vitesse de plusieurs centaines de milliers de mots à l'heure, tout en retenant les caractéristiques de mise en page du texte d'origine.

S'il désire améliorer la traduction ou polir le système, un traducteur-réviseur peut appeler la traduction sur son écran. Chaque phrase du texte source s'affiche alors suivie de sa traduction. Enfin, un terminal effectue l'édition du résultat, dans le format symétrique de l'original.

Un tel système est bien évidemment d'un coût très élevé : plus de 100 millions de francs. Il s'adresse aux organisations internationales, aux pays arabes auxquels Gachot se propose de le vendre clefs en mains, aux ministères et organismes du secteur public des pays de la Communauté européenne.

General description and main data

This section covers the desalination plant which consists of ten identical seawater desalination units .

يغطي هذا القسم معمل التقطيف الذي يتكون من عشر وحدات تقطيف ماء سير منتشابهة .

Each unit comprises :

- 5 rectangular evaporator modules

150 millions de pages, 175 000 traducteurs et 3 milliards de dollars de chiffre d'affaires. Son taux d'expansion, de 9 à 10 % par an, pourrait atteindre 30 % si l'on pouvait assurer une baisse des délais et des prix. La traduction représente 7 % du budget de fonctionnement des Nations Unies et 40 % des dépenses administratives de la CEE.

L'arabe est la sixième langue parlée dans le monde, après le chinois, l'anglais, le russe, l'espagnol et l'hindi, et devant le portugais, le bengali, l'allemand, le japonais, l'indonésien et le français, enfin, qui ne tient qu'une triste douzième place. En tant que langue "cible" (langue vers laquelle on veut traduire la langue d'origine, dite langue "source"), l'arabe se situe au 5^e rang mondial, tout de suite après l'anglais,

terminologies scientifiques utilisées dans les différents pays arabes, de l'éloignement mutuel de l'anglais et de l'arabe aussi bien sur le plan de la syntaxe que sur celui de la correspondance sémantique des termes (il est très rare qu'un terme anglais recouvre un terme arabe comme cela arrive fréquemment entre les langues européennes) et de la différence des deux alphabets.

Comme dans ses autres applications déjà réalisées de traduction automatique, le système Systran anglais-arabe comprend deux éléments fondamentaux. Tout d'abord des dictionnaires (actuellement plus de 50 000 mots) contenant non seulement les mots et les expressions dans la langue "source" et leur traduction dans la langue "cible", mais aussi une somme très importante

AGRONOMIE

LES PROMESSES DU SORGHO CA 25

UN INGENIEUR

AGRONOME FRANCAIS

a breveté l'obtention d'une nouvelle variété de sorgho qu'il a mise au point. Cette plante présente un triple intérêt puisqu'elle donne : partie tige, de la cellulose pour la fabrication de papier ou d'ensilage ou encore, séchée, un excellent combustible remplaçant le bois et évitant la déforestation ; partie extrémité, de la graine servant à faire des galettes pour l'homme ou à nourrir le bétail et la volaille ; partie feuilles et panicule, du fourrage.

Le sorgho CA 25 est une plante très rustique. Elle pousse en pays chauds dans des terrains très peu arrosés, s'accorde bien avec les sols pauvres et même partiellement salés. Elle ne demande aucun entretien. En terrain humide, elle atteint 3,50 m de haut, en terrain aride 1,5 m, sa croissance variant de 120 à 160 jours selon l'ensoleillement et l'humidité. Il suffit de 20 kilogrammes pour ensemercer un hectare de terre. Enfin sa récolte peut être effectuée mécaniquement comme manuellement.

Le sorgho CA 25 intéresse les pays en voie de développement où il permettrait de contribuer à la lutte contre la faim et la sécheresse, avec

la possibilité d'associer à sa culture un complexe pour l'alimentation humaine et animale et une usine papetière. La mise en place et le financement de microréalisations rurales sont actuellement étudiés par des organismes internationaux, comme l'UNICEF et la FAO.

Mais il peut aussi intéresser les

régions chaudes des pays à agriculture plus évoluée en raison de son très fort pourcentage en cellulose (52 à 54 %) et de l'importante proportion de fibres longues qui permet de fabriquer la plupart des variétés de papier.

Il est ainsi cultivable dans le sud de la France, où notre pays importe pour 4 milliards de francs par an de produits papetiers. Une fondation, la FADIA (Fondation pour l'aide au développement international de l'agriculture et de l'industrie) réunissant d'importants industriels et organismes français (comme Elf-Atochem et Technip) vient d'être créée pour promouvoir le développement du sorgho CA 25 (FADIA-EUREKA, 4 rue Cambon, 75001 Paris, tél. 260 87 20).



DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE

(suite de la page 109)

villes modernes dotées d'un fort potentiel intellectuel, ouvertes sur les échanges internationaux et déjà tournées vers les nouvelles technologies.

Pour Alain Carignon, maire de Grenoble, les années 80 marqueront la première réelle prise de conscience, pour chacun, de l'inévitable internationalisation économique, géopolitique, culturelle. « Une prise de conscience qui suppose des efforts des Etats, bien sûr ; des grands organismes privés, sans doute ; mais aussi, voire surtout, des collectivités locales enracinées dans des réalités diverses mais confrontées elles aussi à de nouveaux impératifs. Le monde

est devenu multipolaire. Aujourd'hui, il n'y a pas un monde, mais des mondes agricole, économique, militaire... Réunir, ou du moins rapprocher, des villes appartenant à des continents différents constitue une nécessité absolue pour prendre en compte la place croissante des échanges dans un monde où, les circuits commerciaux le montrent, la notion de territoire a progressivement perdu sa signification économique, les emplois liés aux marchés extérieurs étant de plus en plus nombreux. »

L'AIVA ne cherche ni à concurrencer des organismes existants ni à devenir elle-même une nouvelle

structure. Elle vise au contraire, dans le cadre d'une procédure souple, à s'attaquer à des problèmes concrets en remplissant des missions précises, ponctuelles, bien cernées dans le temps.

Au profit des villes adhérentes, l'AIVA assurera ainsi un tronc commun de prestations avec, pour commencer, la mise en place de procédures privilégiées d'échanges d'informations économiques, touristiques, culturelles... ainsi que d'une banque de données et d'un fichier de correspondants entre les décideurs des différentes villes (AIVA, Mairie de Grenoble, Hôtel de Ville, 11 boulevard Jean-Pain, 38000 Grenoble).

L'INFORMATIQUE DÉCOUVRE LE BLÉ ET LA VIGNE ! LE RÉSULTAT...

LES MOUVEMENTS DE CEREALES, ENGRAIS ET ALIMENTS

impliquent un certain nombre de mesures réalisées en entrée ou en sortie, ainsi que le relevé des renseignements nécessaires à la gestion de l'entreprise.

Actuellement, le responsable inscrit manuellement sur un bordereau les coordonnées de son interlocuteur et du produit, les résultats des pesées et, pour les céréales, des mesures de qualité (humidité, poids spécifique, impuretés...). Ces documents sont ensuite envoyés au siège, en général avec une périodicité journalière, pour y être traités. Les renseignements sont alors contrôlés et

repris sur la console d'un ordinateur (ou manuellement si l'entreprise n'est pas équipée).

Une telle procédure entraîne des frais par sa lourdeur et augmente les risques d'erreurs.

Avec le nouveau terminal micro-informatique Ceretel développé par Philips Science et Industrie (50 avenue Montaigne, 75380 Paris Cedex 08), il est possible de réduire les frais, la durée de l'opération et les sources d'erreurs en supprimant les transcriptions manuelles.

Ce terminal permet de saisir automatiquement ou manuellement les

informations diverses de pesées, de mesures de qualité (humidité, poids spécifique, impuretés, calibre...), de mouvements camions ; d'identifier le livreur, le destinataire et le produit concerné ; de mémoriser des fichiers permanents ou temporaires ; d'édition un bordereau sur papier libre sur lequel sera imprimé, en fonction de la transaction réalisée, l'intitulé et l'information correspondante. Il permet de transmettre enfin toutes les saisies et les calculs à l'ordinateur central de l'entreprise par le truchement du réseau téléphonique communiqué.

ÉNERGIE

LES POMPES À CHALEUR SONT-ELLES RENTABLES ?

RECUPERER DANS LA JOURNÉE L'AIR CHAUD

excédentaire provenant de capteurs solaires et du renouvellement d'air du bâtiment ; envoyer ces calories gratuites dans un réseau de tuyaux enterrés à une profondeur de 2 m dans le sol ; les transférer à la terre qui les stocke, puis, enfin, les récupérer la nuit par une ventilation faisant remonter l'air qui puise les calories dans le stockage et les fournit à la pompe à chaleur, est une méthode connue. Elle fonctionne normalement, même par des températures extérieures négatives. Mais jusqu'ici personne ne pouvait dire si elle était rentable, si l'investissement méritait d'être réalisé.

Aucun calcul ne permettait en effet d'évaluer avec précision, avant leur installation, les performances de tels systèmes, la chaleur se propageant dans la terre à l'infini et la prévision des températures, en sortie des régénérateurs de chaleur tubulaires enterrés,

étant pratiquement impossible.

Un chercheur de l'université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, Jean-Yves Desmons (59326 Valenciennes Cedex), s'est penché sur le problème et a créé le premier logiciel qui apporte toutes les précisions souhaitées. Après de longues recherches théoriques, il a mis au point une méthode de calcul numérique basée sur des équations intégrales qui évalue avec précision le rendement d'un système en fonction d'une forme et d'une longueur déterminées du circuit de régénération enterré.

Ce logiciel pour micro-ordinateur — le traitement des informations est donc peu coûteux — prend en compte 14 paramètres : propriétés thermiques du terrain, des tubes et de leur diamètre, du fluide calorporteur, de la longueur du régénérateur, profondeur à laquelle il est

enterré, vitesse du fluide, durée du cycle de fonctionnement (stockage-déstockage).

Après avoir expérimenté sa méthode sur le site pour en vérifier la fiabilité, J.-Y. Desmons entreprend de créer un logiciel complet s'appliquant au chauffage de maisons, d'immeubles, de bâtiments industriels, de serres agricoles, précisant la stratégie et l'optimisation du système à installer et indiquant, enfin, si l'investissement se justifie.

A noter que la méthode du chercheur valenciennois peut être adaptée à la mécanique des fluides, où les essais en soufflerie sont extrêmement coûteux et où l'on cherche à remplacer les expériences par des simulations de comportement sur ordinateur. Elle présenterait les avantages d'une plus grande précision, d'une plus grande vitesse d'exécution et d'un coût inférieur à celui des méthodes classiques.

□ **Distributeur pneumatique de fluides** pour utilisateurs de pâtes à souder, de lubrifiants, de colles époxydées, cyanocrylates et anaérobies commercialisé par Epotecny (10 impasse Latécoère, 78140 Velizy). La gamme de dimensions des gouttes s'étend du millième de litre jusqu'à quelques centimètres cubes. Un générateur de vide par venturi réglable réaspire la goutte en fin de cycle. La stabilité de la durée des impulsions d'air comprimé est contrôlée par une électronique intégrée ne demandant aucun entretien.

GESTION AGRICOLE

... DES LOGICIELS CONÇUS POUR LES AGRICULTEURS

LA PRÉVISION ET LE CONTRÔLE DE LA VENDANGE,

autant de problèmes auxquels s'est aussi attaqué Ceretel en développant le logiciel Réceptel. Il a été utilisé en avant-première en Bourgogne pour la vendange 1984.

D'une grande simplicité d'utilisation, il apporte un gain de temps considérable et contrôle les classifications nécessaires lors d'une gestion informatisée. Ce logiciel a été étudié avec la participation des spécialistes du monde vinicole.

Le Réceptel assure les actions suivantes : les prévisions de vendange ; les contrôles quantitatifs et qualitatifs des raisins à la réception ; la gestion des cuves (chargement des cuves avec traitement de la richesse et définition des apports, contrôle de leur rotation...) ; l'édition, avant vendange et par parcelle, des prévisions quantitatives (surface de la parcelle, rendement, poids théorique, poids prévisionnel avant vendange et volume correspondant...). Ce document est complété au fur et à mesure des entrées : par le tonnage livré, la richesse moyenne et le reste à livrer ; l'intégration des données fournies par le réfractomètre, qui assure le contrôle du degré R (à partir d'un échantillon de jus de raisin, ce réfractomètre détermine le degré d'alcool de la vendange en calculant sa richesse en sucre) ; l'édition d'un bulletin de réception de raisins, avec essentiellement la quantité entrante et celle restant à livrer pour l'appella-

tion considérée avec, éventuellement, la répartition : propriétaire, vigneron, négociant ; la liste des cuves (identification des cuves, leur état, l'appellation, leur capacité théorique, leur contenu réel) ; le traitement des fournisseurs (leurs code, nom ou raison sociale, adresse) ; le traitement des appellations (code, appellation complète, surfaces, ren-

d'abord d'une chaîne de mesure de poids au niveau de la trémie peseuse, ou au niveau de réception : la trémie est équipée de capteurs (à compression ou à jauge de contraintes en flexion ou en traction selon la nature des installations). Pour le cas de considérations locales très spécifiques, il est tout à fait possible de conserver l'indicateur de poids mécanique en place. Les capteurs sont reliés à un indicateur numérique automatique de pesée.

Ensuite vient une unité informatique qui assure le traitement des données en provenance de la trémie peseuse de réception (poids des raisins) ; du réfractomètre (détermination du degré R du lot considéré de la vendange) ; et de l'opérateur, par l'intermédiaire du clavier.

Enfin, une imprimante édite les



vement, poids, volume, cuve de vinification...) ; l'édition, enfin, à chaque fin de journée de vendange, de la "déclaration de mise en œuvre" pour la recette locale. Edition conforme à l'imprimé officiel (date de mise en œuvre, appellations, poids de raisins entrés, volume, cuves correspondantes).

L'ensemble Réceptel est constitué

différents bulletins. Le P 2000 C de Philips qui combine les performances d'un gros ordinateur sous une présentation "portable" en fait un outil installé très rapidement pour la période des vendanges. A la fin de celles-ci, il peut être employé à d'autres tâches (comptabilité de l'entreprise, gestion du fichier clients...).

CRÉATIONS D'ENTREPRISES

LE RENDEZ-VOUS DE MARSEILLE

DEUXIÈME CARREFOUR NATIONAL DES CREATEURS D'ENTREPRISES.

se tiendra à Marseille du 23 au 25 mai. 3 000 m² de stands et 200 exposants présenteront aux 10 000 visiteurs attendus le panorama de la

création et de la reprise d'entreprises.

100 spécialistes de l'artisanat, du commerce, de l'industrie, des ser-

vices, de l'agriculture et de l'agroalimentaire, des professions libérales, seront à la disposition des créateurs ou repreneurs d'entreprises pour des entretiens particuliers.

La SNCF consent aux visiteurs de ce carrefour 30 % de réduction (voyages individuels) et 50 % (groupes à partir de 10 personnes).

Pour tout renseignement : Agence nationale pour la création d'entreprises, 142 rue du Bac, 75007 Paris, tél. (1) 544 38 25.

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'OPORTUNITÉS D'AFFAIRES, QUI SEMBLEN'T 'BONNES À SAISIR' POUR LES ENTREPRISES INDUSTRIELLES ET COMMERCIALES FRANÇAISES. COMME L'ENSEMBLE DES ARTICLES DE SCIENCE & VIE, LES INFORMATIONS QUE NOUS SÉLECTIONNONS ICI SONT ÉVIDEMMENT LIBRES DE TOUTE PUBLICITÉ. LES SOCIÉTÉS INTÉRESSÉES SONT PRIÉES D'ÉCRIRE À 'DES MARCHÉS À SAISIR' C/O SCIENCE & VIE, 5 RUE DE LA BAUME, 75008 PARIS, QUI TRANSMETTRA AUX FIRMES, ORGANISMES OU INVENTEURS CONCERNÉS. AUCUN APPEL TÉLÉPHONIQUE NE POURRA ÊTRE PRIS EN CONSIDÉRATION.

UNE NOUVELLE VOILE POUR VÉLIPLANCHISTES

QUOI

Ce nouveau type de voile pour planches et chars à voile favorise le décollage.

COMMENT

L'invention associe deux types de voile : une voile normale, servant principalement à la propulsion ; et une voile de sustentation, du type cerf-volant, qui facilite le décollage et améliore le saut.



Lorsque le vent souffle sur une surface inclinée, sa vitesse est plus grande au-dessus qu'au-dessous. Inversement, la pression de l'air est plus élevée au-dessous qu'au-dessus. La somme de ces deux forces constitue la portance, qui naît de la vitesse et de la pression du vent. De part et d'autre de la voile cerf-volant, se manifeste ainsi une légère surpression au-dessous, qui pousse l'objet vers le haut, et une dépression, ou vide relatif, au-dessus, qui aspire l'engin vers le haut également. Outre une aide au saut et au décollage, la voile cerf-volant, lorsque l'on remonte au vent, permet une réduction des forces gaspillées dues au frottement de l'air et de l'eau.

Placée à environ 3 mètres de la surface de l'eau, cette voile de sustentation joue le rôle d'une aile d'avion, de plus en plus efficace lorsque la vitesse augmente ; la surface mouillée du flotteur étant considérablement diminuée, la puissance développée par la voilure traditionnelle devient plus efficace.

UN TUTEUR AMOVIBLE

QUOI

Le tuteur classique que nous utilisons tous, présente ce défaut capital pour la fonction qu'il est censé remplir : il penche sous la pression de la plante. Il limite ainsi les possibilités que l'on pourrait obtenir des cultures florales. Inconvénient supprimé par ce nouveau tuteur, le "Samitutor".

COMMENT

La base de l'appareil se déploie en deux tiges perpendiculaires par rapport au tuteur. Cette base devient alors un véritable socle, prenant son assise sur le fond du pot de fleurs, qui ne peut être arraché et confère au tuteur une position parfaitement verticale. La terre assure son blocage au fond du récipient. Après la mise en place de la plante, aucune surveillance particulière n'est nécessaire ; sa croissance devient régulière et verticale.

La tige du tuteur étant, creuse et perforée à sa base de petits trous peut recevoir des pastilles d'engrais qui se diffuseront lentement et régulièrement au niveau des racines. En arboriculture, le Samitutor présente un autre avantage. Dans ce domaine, en effet, le tuteurage a pour objet de concilier, d'une part, la pression circulaire horizontale et constante de l'attache, d'autre part, la croissance verticale et diamétrale de la plante. Avec Samitutor, plus nécessaire de lier solidement l'attache réunissant plants et tuteurs. Cette attache ne devient plus qu'un guide.

Le boisement et le reboisement de toutes superficies, quel que soit le pourcentage de la pente, peuvent se faire rationnellement, de façon plus efficace, moins dangereuse et surtout plus économique grâce à la suppression des haubanages.

POUR QUI ?

L'inventeur recherche un fabricant pour la commercialisation.

TOC DE SÉCURITÉ POUR TOURS ET RECTIFIEUSES CYLINDRIQUES

QUOI

En mécanique, le toc est l'organe d'un tour qui sert à maintenir et à entraîner la pièce à usiner. Ce nouveau toc, destiné aux tours à métaux et aux rectifieuses cylindriques, supprime tout problème de sécurité, alors que l'Institut national de sécurité constate que nombre des dispositifs d'entraînement des pièces à usiner connus « sont particulièrement dangereux pour les opérateurs ».

COMMENT

Le nouveau plateau toc, qui existe en deux versions (pour diamètres de 5 à 45 mm et de 45 à 100 mm), est de faible encombrement, il se caractérise par une absence totale de parties saillantes, due à un double serrage par mors séparés. Ces mors indépendants permettent un meilleur entraînement de la pièce et ils facilitent la préhension des pièces de forme non cylindriques.

Outre ses avantages de sécurité et d'universalité, le nouveau toc présente une absence de balourd, donc la possibilité d'utiliser des vitesses de broche élevées sans vibrations excessives, et un excellent entraînement de la pièce à usiner.

Il a été testé avec succès par le Centre technique des industries mécaniques (CETIM).

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.

ÉNERGIE

UNE "MER MORTE" VA ENTREPOSER LE TIERS DU GAZ NATUREL BRITANNIQUE

D'ÉPAISSES COUCHES DE SEL

formées il y a 250 millions d'années par l'évaporation de la mer de Zechstein servent aujourd'hui à l'entreposage de gaz naturel de la mer du Nord sous les terres agricoles côtières du Humberside, dans le nord-est de l'Angleterre.

L'un des plus vastes et des plus profonds entrepôts du monde est actuellement aménagé dans le sel, à Hornsea, au nord de Kingston-upon-Hull où l'on creuse à 1 500 mètres de profondeur sept chambres de 100 mètres de haut qui recevront du gaz naturel comprimé. Un tiers environ des réserves britanniques à terre y sera entreposé.

L'Office britannique du gaz, à qui incombe la tâche d'acheminer les gaz naturels des gisements marins aux utilisateurs à terre a commencé l'installation de ces chambres dès 1975. Trois d'entre elles servent déjà à l'entreposage et quatre autres seront prêtes en 1988, l'ensemble devant offrir une capacité suffisante à faire face à la demande des 16 millions de consommateurs du pays pendant une froide journée d'hiver.

Le gaz acheminé par gazoduc depuis la mer du Nord jusqu'aux consommateurs d'Angleterre, d'Ecosse et du Pays de Galles est amené en "lots". Le système n'offrant pas de souplesse à court terme à moins d'engager des frais considérables. Pour raisons d'économie, l'office du gaz préfère donc avoir à sa disposition des réserves de gaz rapidement disponibles pour le réseau national en cas de besoin.

La Grande-Bretagne consomme en moyenne six fois plus de gaz par jour en hiver que pendant l'été, aussi est-il essentiel d'avoir recours à un système souple pour répondre à la demande en période de pointe. Jusqu'à l'entrée en fonction de ces "caves", pendant l'hiver 1980-1981, les réserves à court terme étaient entreposées sous forme liquéfiée en plusieurs centres très dispersés. On ne peut certes faire appel à la tech-

nique des cavités que lorsqu'il existe d'épaisses couches de sel mais elle offre l'avantage d'être économique et facile à mettre en œuvre.

Il faut trois ans pour aménager une cave par "lessivage" du sel. On utilise à la surface les installations de forage traditionnelles pour atteindre la profondeur de 1 700 mètres environ. De l'eau est amenée dans les couches pour dissoudre ce sel et former la cavité à la taille et la configuration voulues : trois ans plus tard, le gaz de la mer du Nord est comprimé dans la chambre ainsi obtenue pour en retirer la saumure. Le gaz est alors prêt à être distribué au réseau durant les périodes de pointe sans l'aide de compresseurs : il suffit de réduire la pression du gaz, de lui ajouter une senteur et d'extraire l'humidité.

Des dispositifs ultrasoniques reliés à un ordinateur servent à la réalisation des caves à la forme et à la taille voulues : une cloche de 100 mètres de diamètre à la base. Pour arriver à cette configuration on introduit l'eau au moyen d'un tube amené dans le trou de sonde initial jusqu'à la couche de sel cependant qu'on injecte du pétrole dans la cavité, pétrole qui flottera sur la saumure pour commander la forme du toit de la chambre. La saumure retirée de la cavité est rejetée en mer où elle est dispersée pour ne pas affecter la flore et la faune marines.

Les installations d'Hornsea, qui ont déjà coûté £ 30 millions, couvrent 14 hectares environ. L'ensemble servant à leur réalisation — derrick temporaire, matériel de puits, centre de commande, etc. — a été discrètement installé dans la nature, qu'il ne dépare pas, et une quarantaine de personnes seulement suffisent à son fonctionnement.

Il est aujourd'hui également question de se servir d'un des gisements marins en partie épuisé de la mer du Nord pour l'entreposage du gaz en réserves immédiatement disponibles en cas de besoin. ■

□ **La couleur dans l'industrie.** Sous l'égide du Centre français de la couleur, l'IACC organise des stages de 4 jours destinés à former aux techniques de la couleur (vision des couleurs et des anomalies, aspects réels de la vision des couleurs, introduction à la colorimétrie, applications pratiques), les ingénieurs et techniciens des différentes branches industrielles, scientifiques, commerciales ou artistiques. Quatre séminaires sont prévus en 1985 (coût 4 500 F HT) mais des séminaires spéciaux peuvent aussi être dispensés à la demande des entreprises dans toute la France. Pour tout renseignement : IACC, 37 rue Vaneau, 75007 Paris, tél. 551 88 20.

□ **Energie conventionnelle ou électricité ? NOVELEC** (12 rue de la Baume, 75008 Paris) étudie les possibilités et l'intérêt de substituer l'électricité aux énergies conventionnelles dans des domaines tels que la chimie, la métallurgie et, d'une façon générale dans tous les établissements gros consommateurs d'énergie. Novelec propose un service complet allant de la faisabilité à la maintenance d'installation clefs en main, en passant par le montage des financements et la coordination des travaux.

EXPORTEZ GRÂCE À

"SCIENCE & VIE"

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 ET PRÉSENTANT VOS PRODUITS OU TECHNIQUES, VOUS PERMETTENT, POUR UN COÛT MODÉRÉ (8 500 F HT TOUS FRAIS TECHNIQUES COMPRIS), D'ENTRER DIRECTEMENT EN CONTACT AVEC IMPORTATEURS, DISTRIBUTEURS, ACQUÉREURS DE LICENCES OU PARTENAIRES FINANCIERS DANS LE MONDE. POUR TOUS RENSEIGNEMENTS : SCIENCE & VIE — EXPORTUNITÉS — 5 RUE DE LA BAUME, 75008 PARIS 75000 Paris, tél. (1) 563 01 02 poste 212 ou 290.

IL N'Y A PLUS IL N'Y A QU'



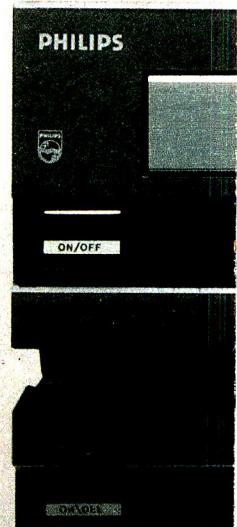
INTERMARCOCONSEIL



Il n'y a que des sons. Des sons purs, parfaits, éternels. Ce miracle, c'est le Compact Disc à lecture laser. Un système révolutionnaire inventé par Philips, qui permet d'obtenir autant de musique sur une seule face d'un disque de 12 centimètres que sur les deux faces d'un 30 centimètres habituel.

UN SON ETERNEL

Ceci grâce au laser et à la technique numérique: des milliards d'informations sont inscrites dans le disque, sur un support métallique protégé par une couche de plastique transparent. Ainsi, plus de contact entre la tête de lecture et le disque, mais un rayon laser qui n'use pas plus le disque que le regard n'use les pages d'un livre.



Vous pourrez l'écouter 100 fois... 1000 fois... la qualité restera toujours la même : exceptionnelle. Le Son Laser Philips est éternel.

UN SON PARFAIT

Le rayon laser traverse la couche de plastique, se réfléchit sur le support métallique et renvoie les informations à traiter à un ensemble de microprocesseurs. Décodées, ces informations se transforment en un message musical aussi parfait que celui qui a été enregistré la première fois; comme si les musiciens étaient chez vous. Le Son Laser Philips est parfait.

UN SON UNIVERSEL

Le système Compact Disc Philips a été adopté par tous les grands éditeurs de disques du monde entier. Il constitue un

S DE BRUITS DES SONS



compact disc player · automatic play

Modèle présenté : CD 104. Prix indicatif moins de 4.300 F

compact disc player · automatic play

PHILIPS

standard universel. Ainsi, tout disque compact, quelle que soit son origine, pourra être lu sur votre lecteur Compact Disc Philips. Le Son Laser Philips est universel.

sur une seule face. Vous pourrez apprécier tous les styles de musique grâce à des catalogues de disques très variés. Il s'est déjà vendu plus de 25 millions de disques compacts dans le monde et 40 nouveaux titres sortent chaque semaine.

LE SON LASER CHEZ VOUS

Les lecteurs Compact Disc Philips sont conçus pour se brancher aisément sur tous les types de chaînes Hi-Fi: nul besoin de modifier votre installation pour profiter du son laser. Et rien ne vous empêche de garder votre platine traditionnelle pour écouter tous vos meilleurs microsillons. La gamme des lecteurs Compact Disc Philips (CD 104, CD 204 et CD 304) possède la technologie la plus avancée, mais offre aussi la plus grande facilité d'emploi: une seule impulsion sur la touche "Start" et la musique commence. Vous n'aurez même pas à retourner le disque, tout est enregistré

PHILIPS LE SON LASER

TÉLÉVISION : ENTRE HAUTE-FIDÉLITÉ ET HAUTE DÉFINITION

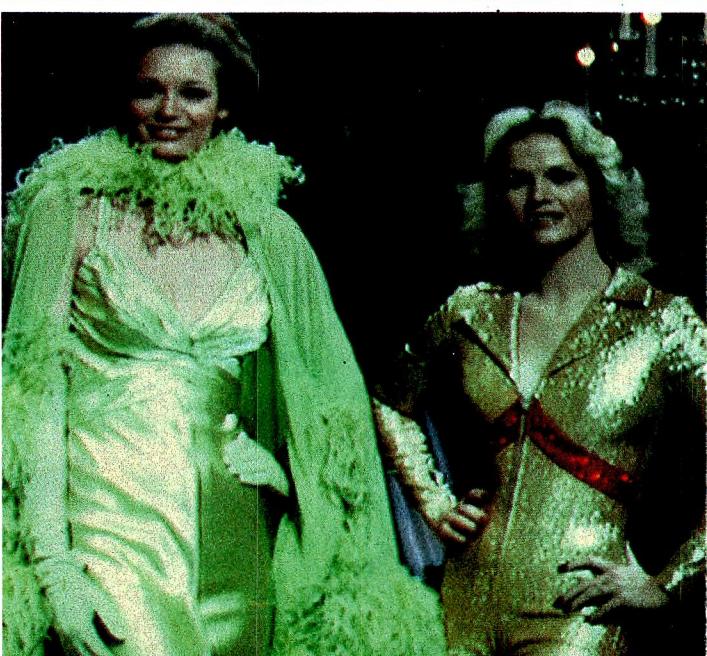
**LA TELEVISION ENTAME UNE PHASE DE MUTATION,
APRÈS UN QUART DE SIÈCLE DE STABILITÉ.**

Bien que les téléspectateurs semblent satisfaits des couleurs brillantes et contrastées de ses images, tous les spécialistes du monde sont d'accord : la "télé" actuelle, tous systèmes confondus (NTSC, PAL et SECAM), est inadaptée aux nouvelles formes de transmission comme le câble et les satellites. "Science et Vie" fait le point sur cette course aux belles images.

Q

ue sera la télévision des années 1990 ? Un rapport de 400 pages, que des experts britanniques de la Société d'études de marchés (OVUM) ont mis quinze ans à établir, prévoit qu'elle sera engagée sur la voie d'une image de haute résolution et que, dès 1995, plus de 10 millions de récepteurs haute définition seront vendus annuellement dans les grands pays industrialisés.

A ce moment, les trois standards couleurs, le NTSC américain, le PAL allemand et le SECAM français seront en voie de disparition. La télévision sera totalement numérisée, du studio à la réception. Malgré les apparences, cette télévision que le rapport appelle "télé-



Ces photos d'un écran de télévision ont été obtenues lors des démonstrations présentées par CBS (américain) et NHK (japonais) dans les studios de la télévision californienne. La rue du haut provient d'un écran récepteur conventionnel NTSC 525 lignes. La rue du bas d'un écran de télévision haute définition 1 125 lignes chez Sony. La différence de résolution est nettement visible.

vision perfectionnée" n'en sera pas standardisée pour autant. Elle évoluera encore vers une "télévision définitive" qui est prévue pour le début du XXI^e siècle et dont il est difficile d'imaginer ce qu'elle sera.

Pourtant, 15 ans à peine nous séparent de cette télévision de l'an 2000 que les grandes puissances et les principaux groupes industriels de l'électronique ont commencé à préparer. Mais ces puissances et ces groupes s'affrontent déjà pour faire prévaloir leurs intérêts.

Très déterminé, le Japon tente d'imposer une télévision de haute qualité avec un standard de 1 125 lignes. Les États-Unis, plus indécis, ont proposé des procédés de 900 à 1 050 lignes. L'Europe, pour une fois, agit : elle vient d'adopter le principe d'un système appelé "D2 MAC Paquets" qui conserve, en l'améliorant, son standard 625 lignes. Bref, la confusion semble aussi grande qu'il y a 25 ans, lorsque le monde se partagea entre les trois procédés de télévision en couleurs : NTSC, PAL et SECAM.

En fait, les choses sont plus complexes que dans les années 1950, car la télévision de cette fin de siècle n'est plus seulement émise par des stations terrestres de portée régionale. Le satellite vient élargir les possibilités de retransmission, autant à l'échelle nationale qu'internationale. Et le câble peut servir de relais au satellite ou permettre une distribution sans passer par l'espace hertzien. De l'évolution de ces formes de transmission dépendra aussi l'évolution de la télévision. Aussi, Japonais, Américains et Européens ont-ils conçu des projets, différents certes, mais évolutifs, capables d'adaptation au progrès futur. La télévision des années 90 apparaît ainsi comme un écheveau qui va se démêler durant toute cette fin de siècle. Pour en suivre les fils il est nécessaire de reprendre les choses à la base.

Pour commencer, il faut observer que c'est un peu le cinéma qui est responsable de l'idée d'une télévision à haute définition. Le petit écran, en effet, procure une image plus grossière, moins riche en détails et en nuances de couleurs que le grand écran du cinémascope.

C'est au point que les réalisateurs et les cinéphiles ont toujours éprouvé à son égard une sorte de sentiment de frustration qui, psychologiquement, n'est pas étrangère à la cassure qui sépare depuis près de 40 ans le monde du cinéma de celui de la télévision.

En 1952, le président de la Fox aux États-Unis déclarait pourtant que « d'ici à sept ans, la télévision et le cinéma seront fondus en une seule grande industrie du spectacle ». Une prophétie qui ne s'est pas réalisée parce que cinéma et télévision constituaient d'emblée deux univers. Si demain la bande vidéo et le film argentique donnaient la même image, télévision et cinéma se fondaient alors inévitablement. Et les intérêts financiers qui les opposent actuellement fusionneraient comme l'avait imaginé le président de la Fox. Cette idée est omniprésente depuis qu'est né le petit écran. En 1948, alors que le standard de télévision était encore à 441 lignes, les techniciens des pays industrialisés révoyaient déjà de haute définition.

En France, François Mitterrand, alors secrétaire d'État à l'Information, signait cette année-là l'arrêté portant le standard à 819 lignes. Un chroniqueur de l'époque, Jean Vidal, écrivait à cette occasion : « Depuis plusieurs années, la France tient en réserve un perfectionnement qui la place à l'avant-garde de la technique télévisuelle : la haute définition. »

On appelle définition le nombre de "lignes", de rangées de points, balayées par le canon à électrons qui, à une vitesse ultra-rapide (1/25 de seconde), explore toute la surface de l'image : plus la définition est élevée, plus l'image est précise. La définition de 819 lignes, mise au point par les savants et les ingénieurs français, a de fortes chances d'être adoptée par différents pays de l'Europe occidentale. »

Le "819 lignes" fut en effet choisi pour notre première chaîne, dont les émissions débutèrent fin 1949. Mais il fut abandonné en 1964 au profit d'un standard à 625 lignes lors de la mise en service de la seconde chaîne, celle qui passera en couleurs 3 ans plus tard.

C'est que le standard 819 lignes n'étaient pas sans inconvénients : plus on transmet de lignes par seconde, plus la tension constituant le signal de télévision varie vite et plus son spectre, c'est-à-dire sa plage de fréquence, est large.

Cela complique la transmission, car les fréquences élevées sont difficiles à respecter et les risques de brouillage sont plus grands, puisque le canal (la plage de fréquence) est plus large. De plus ce canal occupe dans l'espace hertzien une place très importante, incompatible avec la multiplication des chaînes de télévision. Pour véhiculer les 819 lignes d'informations, la bande de fréquence nécessaire atteignait 10,4 MHz pour l'image seule, et 14 MHz pour le signal complet avec le son. Avec le 625 lignes français (¹), la largeur de la bande vidéo n'est plus que de 6 MHz et le canal occupé, avec le son, de 8 MHz. L'Allemagne et les autres pays européens ont adopté un standard de 625 lignes pour les mêmes raisons.

L'Amérique du Nord et le Japon utilisaient, eux, depuis plus de 10 ans, un standard 525 lignes. Ainsi, pourrait-on dire, pour faire face à certaines difficultés de transmission, la télévision a-t-elle été contrainte à s'installer dans la médiocrité, avec des systèmes à faible définition, comparée à la définition du cinéma 35 mm. Mais au fond d'eux-mêmes, les techniciens n'ont jamais accepté cette forme d'infériorité du petit écran.

Aujourd'hui, alors que l'image électronique est reine, il est de plus en plus irritant de rester si loin de la qualité du cinéma. Y compris vis-à-vis du format qui, étant au rapport 4 : 3, ne permet même pas à l'image du cinémascope et autres procédés 70 mm d'occuper toute la surface du tube cathodique. Ces films ne peuvent être télévisés qu'en laissant une bande noire dans le haut et dans le bas de l'écran. Ainsi, Américains et Japonais en sont-ils venus à lancer un défi : pourquoi la télévision n'offrirait-elle pas le confort du cinéma ? Les Japonais dès 1969, lorsque NHK (Nippon Hoso Kyokai), leur plus grande

(¹) La France a adopté un système 625 lignes émettant en UHF. La plupart des pays européens ont un système 625 lignes émettant en VHF qui occupe une bande vidéo de 5 MHz, l'image et le son occupant un canal de 7 MHz. Aux

États-Unis le standard est de 525 lignes, la plage de fréquence occupée étant de 4 MHz pour l'image et de 6 MHz pour l'image et le son.

chaîne de télévision, décida d'engager les études d'une télévision à haute définition ayant le format et la qualité du cinémascope ; les Américains, quelques années plus tard, pour ne pas être en reste, lorsque CBS entreprit des études similaires.

Cette télévision à haute définition existe aujourd'hui à l'état de prototype tant aux États-Unis qu'au Japon. À Tsukuba 85, par exemple, gigantesque exposition de la science qui se tient actuellement près de Tokyo, elle est présentée au public sur des écrans de 5 × 8 mètres. Et les organisateurs espèrent que d'ici septembre, date de fermeture de l'exposition, quelque 20 millions de téléspectateurs l'auront vue et jugée. Mais comment Japonais et Américains ont-ils conçu la haute définition ?

Tout d'abord, cela va de soi, il fallait abandonner le standard 525 lignes en service aux États-Unis et au Japon. Ce standard, qu'il nous faut maintenant traduire en "points d'informations constituant une image", pour une meilleure compréhension de la suite de cet article, correspond à une définition théorique⁽²⁾ de 367 500 points au total (nous verrons plus loin que la définition réelle est très inférieure).

A quoi correspond cette définition ? On peut faire une comparaison avec la trame d'une image imprimée. Prenez une loupe permettant de compter le nombre de points sur un millimètre carré d'une couverture de *Science & Vie*. Il en existe 25 (que l'image soit constituée de points noirs ou de points trichromes). Cela fait environ un million de points pour l'image de couverture. Une définition qui est presque triple de celle de la télévision américaine et presque double de celle de l'image de notre télévision à 625 lignes (soit 520 625 points). Quoique cette image télévisée apparaisse belle à distance grâce au jeu de la luminosité et du contraste, elle n'en comporte pas moins une quantité d'informations inférieure à celles d'une couverture de *Science & Vie*. Et la différence se creuse avec

l'image cinématographique en cinémascope et en technicolor dont la capacité théorique est de l'ordre de 2,5 millions de points (en pratique, seulement 2 millions compte tenu des pertes diverses qui se produisent, de la prise de vue sur film négatif au tirage des copies positives et à leur projection).

Pour parvenir à la qualité d'image du cinémascope, NHK au Japon a engagé une gigantesque bataille technologique dans laquelle elle a attiré à ses côtés les plus grandes firmes de l'électronique : Matsushita dès 1971, puis Sony, Hitachi, Ikegami. Ensemble, on estime que ces firmes ont dépensé plus de 100 millions de dollars pour mettre au point un nouveau standard à 1 125 lignes et les récepteurs de télévision captant les émissions. Avec une image aux proportions voisines du cinémascope et du film 70 mm, cela représente une définition de près de 2 millions de points, supérieure à celle du cinéma 35 mm, proche de celle du film large de 70 mm.

Dès 1975, le Japon entreprit de séduire le monde et plus particulièrement les États-Unis avec sa TVHD (télévision à haute définition). Ainsi, une première démonstration fut organisée au Congrès SEMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers) de Los Angeles, avec comme matériel une caméra expérimentale haute définition mise au point par la firme japonaise Ikegami, un moniteur haute définition Matsushita et un projecteur grand écran Sony.

Deux mois plus tard, Sony présente, pour la première fois, un système haute définition, sont un nouveau magnétoscope haute définition complet avec une caméra, un nouveau magnétoscope haute densité capable d'enregistrer le signal haute définition, des moniteurs Trinitron et un projecteur de télé-vidéo haute définition à tube-image large bande.

La grande chaîne de télévision américaine CBS fut la première séduite. Elle s'allia à NHK pour réaliser des essais de production de télévision à haute définition avec l'aide de grands cinéastes comme Coppola et en collabora-

tion avec les studios Zoetrope, de Twenty Century Fox, de G.L. et A. Larsen. Ce fut alors le début d'une programmation haute définition aux États-Unis. Ainsi CBS a pu montrer une rencontre de football américain filmée par les caméras Sony. Deux réalisations de Francis Ford Coppola : *Six Shots* et *Double suicide*, sont venues illustrer ces premières réalisations de la télévision haute définition faites sur un écran de 1,2 × 2 m.

En 1980, NHK fit la démonstration publique d'une transmission de TVHD par satellite, utilisant une fréquence porteuse de 38 GHz. Elle fut réalisée en décembre, après autorisation spéciale de la Commission fédérale des communications aux États-Unis, avec le satellite STC (Satellite Television Corporation).

Au début de 1985, une gigantesque démonstration de TVHD a été faite devant près de 5 000 personnes à Stanford dans le Connecticut, au centre de technologie CBS. Il s'agissait d'y comparer le système NHK 1 125 lignes (avec du matériel produit par Sony) avec le système CBS à 1 050 lignes. Les résultats sont similaires. Mais le système CBS a un avantage : il est compatible avec le standard 525 lignes alors que celui de NHK ne l'est pas.

Le système américain, en effet, a été conçu pour que les téléviseurs conventionnels 525 lignes puissent recevoir la moitié des 1 050 lignes de la TVHD. Le pari engagé est-il pour autant gagné ? Quand l'utilisation de la télévision haute définition pourra-t-elle connaître un large développement et un avenir commercial ?

A ces questions, Américains et Japonais répondent qu'il a fallu attendre une décennie pour que la télévision couleur se répande. Il faudra donc compter sur un laps de temps équivalent pour planter la télévision haute définition. Propos trop optimistes affirment certains experts d'outre-Atlantique. Le projet est irréalisable en Europe précisent les spécialistes européens. Le standard 1 125 lignes est incompatible avec

(2) Compte tenu du rapport largeur/hauteur de l'image qui est dans un rapport 4/3, on considère que le balayage de chaque ligne se fait sur $525 \times 4/3 = 700$

points, soit 367 500 points pour les 525 lignes. Avec le standard européen à 625 lignes, cette définition théorique passe à 520 625 points.

la répartition des fréquences attribuées aux divers pays européens. En effet, il ne faut pas oublier que la télévision européenne en 625 lignes occupe déjà un canal dont la largeur atteint près de 8 MHz en France (SECAM), et près de 7 MHz ailleurs (PAL). Or la TVHD, du type créé par NHK, exige 30 MHz.

Les accords internationaux (règlements des radiocommunications) ont réservé pour la radiodiffusion visuelle les bandes de fréquences suivantes (ces limites, légèrement variables selon les pays sont données ici pour la France) : — en ondes métriques : 41 à 68 MHz (dite bande des 50 MHz ou bande 8,1); 162 à 216 MHz (dite bande des 200 MHz ou bande 8,3); — en ondes décimétriques : 470 à 582 MHz (dite bande 9,4); 582 à 960 MHz (dite bande 9,5).

Cette répartition permet déjà difficilement aux pays européens de loger leurs diverses chaînes de télévision. Elle ne permettrait pas de faire passer des chaînes en TVHD occupant un canal de 30 MHz.

Pas du tout, répondent les Japonais : l'image haute définition peut fort bien être véhiculée par câble (à fibres optiques, par exemple) : sur ce cheveu de lumière on peut transporter une quantité presque illimitée d'informations. C'est même, dit-on à la NHK, « le bon support qui ne lui fera pas perdre ses qualités et son avenir ». Et, de fait, les Japonais estiment qu'on ne peut avancer que par étapes : « Ce n'est pas la diffusion chez les particuliers que nous visons dans les dix prochaines années, précise-t-on à Tokyo ; nous espérons atteindre les salles de cinéma. » En effet, de par sa qualité comparable au film 35 mm, le standard NHK peut fort bien être installé directement dans les salles de cinéma. Un film en 35 mm sur pellicule ou directement en vidéo serait diffusé en cassette vidéo haute définition et projeté dans les salles.

Mais depuis, les choses ont encore évolué. En effet, à l'International Broadcasting Convention (IBC), qui s'est tenue à Brighton du 21 au 23 septembre dernier, les

Japonais sont revenus à la charge et la question des fréquences a été de nouveau au centre des discussions.

M. Nimomiya, de la NHK, en a profité pour décrire un nouveau système de compression, MUSE (Multiple SubNyquist Sampling Encoding), qui permet de transmettre la haute définition 1 125 lignes sur deux canaux en 19,18 MHz contigus, ou bien une compression plus accusée pour tenir dans un seul canal, avec une bande passante réduite à 8 MHz. Mais cela nécessite que les émulsions soient diffusées sur les bandes 20-40 et 80 GHz réservées à la télévision directe par satellite, car seules ces bandes devraient pouvoir accepter la largeur de ce signal du standard 1 125 lignes. Autrement dit, il faut attendre encore dix ans, jusqu'à ce que les satellites qui permettent d'exploiter ces bandes soient lancés. Quoi qu'il en soit, le système NHK est actuellement incompatible avec les différents récepteurs existant dans le monde.

Faut-il, comme le souhaite M. Takashi, directeur adjoint du Laboratoire de recherche NHK, faire rase et bâtir quelque chose d'entièrement nouveau ? Comment alors financer pareille entreprise ? Le consommateur pourrait-il supporter le coût d'un récepteur TVHD ?

Un tel récepteur coûterait plus de 25 000 F au début et probablement 10 000 F par la suite. Et paradoxalement son intérêt pratique serait limité. En effet, la haute définition, sur des écrans de la taille de nos écrans actuels, n'apporterait que peu d'amélioration compte tenu de la distance à laquelle doit se placer le téléspectateur. La haute définition n'a d'intérêt qu'avec un grand écran. Certes les Japonais produisent des récepteurs à tubes cathodiques conventionnels avec écran de 1 mètre de long. Mais leurs poids et leur encombrement ne sont guère compatibles avec les pièces des appartements familiaux. En fait il faudrait disposer du fameux écran

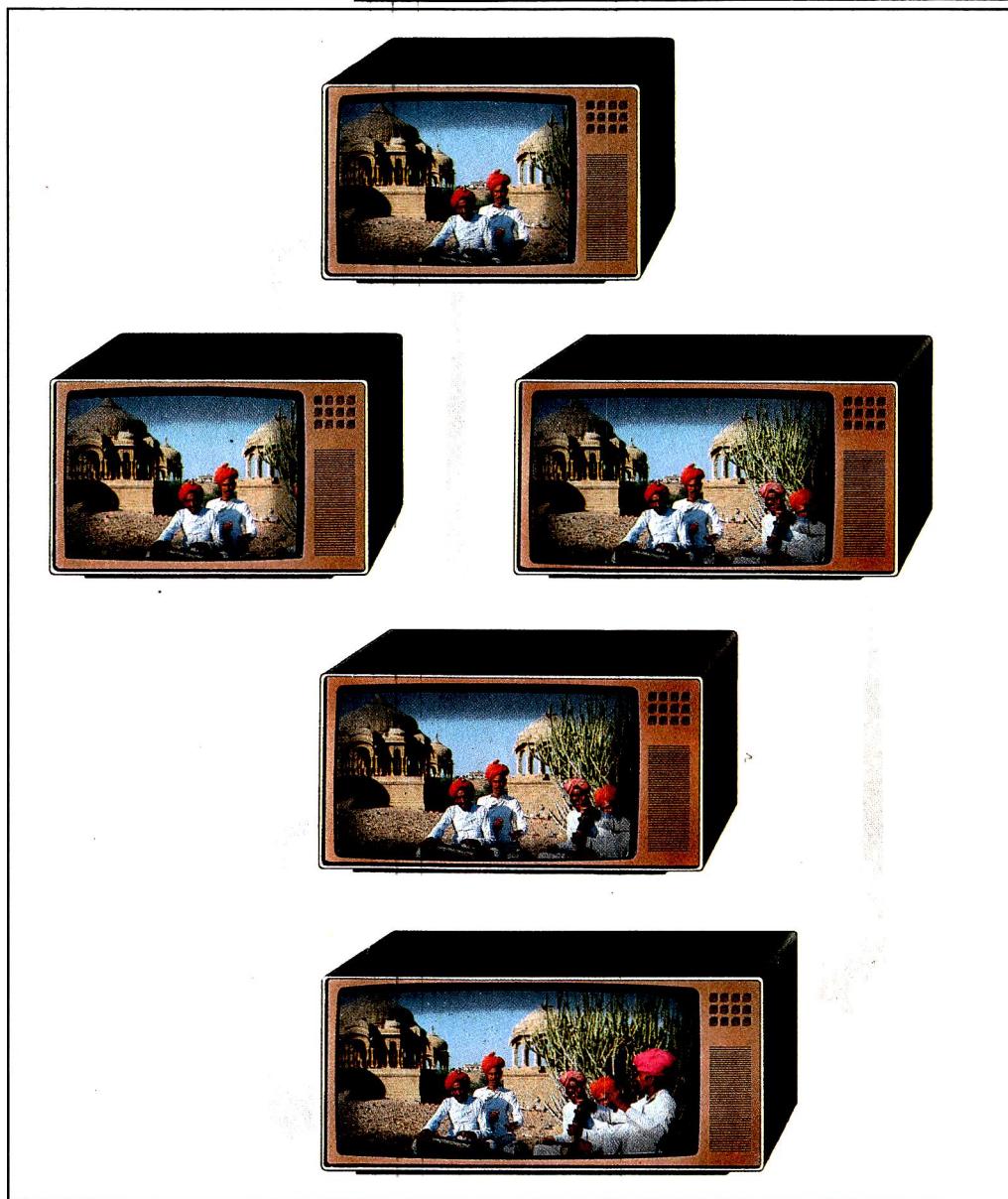
plat mural. Mais, on le sait maintenant, celui-ci ne sera pas prêt avant la fin des années 90. La véritable TVHD ne pourra donc s'apprécier qu'à cette époque.

C'est aussi à ce moment que des satellites de grande puissance pourront utiliser la bande de 41 à 85 GHz (encore que dans ces bandes, les perturbations lors de la traversée de l'atmosphère poseront de sérieux problèmes qu'il faudra résoudre). En attendant, disent les Européens, il serait préférable d'améliorer nos télévisions à 625 lignes, d'éliminer les obstacles dus à la présence de plusieurs standards (PAL-SECAM notamment) et de préparer la voie à une TVHD qui pourrait être en 925 lignes (les Japonais eux-mêmes estimant que leurs 1 125 lignes pourraient bien finir en 925 lignes sans perte de qualité, grâce aux ressources de la microélectronique).

Il faut observer ici que l'actuel standard 625 lignes est largement perceptible. En effet, nous avons vu qu'il correspond à une définition théorique de quelque 520 000 points. Mais du fait des perturbations lors de la transmission hertzienne et des imperfections des téléviseurs actuels, de type analogique, la définition réelle n'atteint pas 300 000 points. Ainsi, simplement en éliminant les pertes du système actuel, il est possible d'améliorer la qualité de l'image sur notre petit écran.

La microélectronique offre aujourd'hui assez de possibilités pour faire du 625 lignes ce qu'on pourrait appeler une télévision "haute fidélité", pour la distinguer de la TVHD. C'est précisément ce que proposent les Européens pour la fin des années 80 et le début des années 90. Pour y parvenir, il faudra modifier les systèmes actuels de codage de la télévision en couleurs. Pour commencer, rappelons-en brièvement certains aspects.

En vidéo, dès que l'objectif de la caméra projette l'image sur l'analyseur (tube cathodique ou écran à transfert de charges), celui-ci l'explore par balayage, ligne par ligne.



En fonction des variations de luminance, d'un point à l'autre de chaque ligne, un signal électrique est modulé (signal analogique). Lorsqu'il parvient au récepteur, ce signal électrique module à son tour un faisceau d'électrons produit par un canon électronique, le faisceau bombardant alors l'écran luminescent pour y former l'image. Ce faisceau est guidé par un champ magnétique horizontalement (il

balaye ainsi une ligne en $64\ \mu s$) et verticalement (balayage de trame qui assure le changement de ligne 625 fois par 1/25 seconde en Europe et 525 fois par 1/30 seconde aux États-Unis ou au Japon).

Restons-en à l'Europe où le standard assure donc 25 fois par seconde le balayage des 625 lignes (soit 25 images par seconde). Cette fréquence, à la vérité, est

encore insuffisante pour que l'œil ait l'impression d'une continuité parfaite : il perçoit un léger scintillement. Une astuce électronique, appelée entrelacement, a permis aux techniciens d'éliminer ce défaut : on ne passe toujours que 25 images par seconde, mais la fréquence de balayage est doublée : 50 au lieu de 25 par seconde. Par contre, on ne transmet qu'une demi-image (une

	NTSC ACTUEL	PAL ACTUEL	SECAM ACTUEL	NTSC AMÉ- LIORÉ	PAL AMÉ- LIORÉ	SECAM AMÉ- LIORÉ	TV AMÉ- LIORÉE STANDARD- DISÉE	HDTV DE CBS	HDTV DE NHK	HDTV DÉFINI- TIVE	CINÉMA 70 mm
NOMBRE TOTAL DE LIGNES	525	625	625	525	625	625	625	1 050	1 125	925	2 000
NOMBRE DE LIGNES DISPONIBLES	483	576	576	483	576	576	576	966	1 075	900	
FRÉQUENCE D'IMAGES (PAR S)	30	25	25	30	25	25	30 OU 25 SELON PAYS	30	30	30 OU 25 SELON PAYS	24
FRÉQUENCE DE TRAMES (PAR S)	60	50	50	60	100	100	100	60	60	100	
ENTRELACEMENT	2 : 1	2 : 1	2 : 1	AUCUN	AUCUN	AUCUN	AUCUN	AUCUN	2 : 1	AUCUN	
RAPPORT DES DIMENSIONS DE L'IMAGE	4 : 3	4 : 3	4 : 3	4 : 3	4 : 3	4 : 3	5 : 3	5 : 3	5 : 3	6 : 3	5 : 3
BANDE DE FRÉQUENCE LUMINANCE (MHz)	3,4	4,2	6	4,2	5,5	5,5	4,5	8	20	20,25	
BANDE DE FRÉQUENCE CHROMINANCE (MHz)	0,8	1,3	1,5	0,8	1,3	1,5	1,6	8	10	10,1	
LARGEUR TOTALE DU CANAL IMAGE/SON (MHz)	6	7	8	6	7	8	?	?	30	22	
RÉSOLUTION THÉORIQUE MAXI (POINTS)	367 500	520 800	520 800	367 500	520 800	520 800	651 000	1 840 000	2 110 000	1 711 000	2 500 000
RÉSOLUTION THÉORIQUE DISPONIBLE (POINTS)	310 000	440 000	440 000	310 000	440 000	440 000	550 000	1 550 000	1 900 000	1 700 000	
RÉSOLUTION EFFECTIVE POUR LE SPECTATEUR (POINTS)	180 000	275 000	275 000	230 000	355 000	355 000	460 000		1 200 000	1 600 000	2 000 000
NATURE DU SIGNAL VIDÉO	ANALO- GIQUE	ANALO- GIQUE	ANALO- GIQUE	ANALO- GIQUE	ANALO- GIQUE	ANALO- GIQUE	ANALO- GIQUE	ANALO- GIQUE	ANALO- GIQUE	ANALO- GIQUE	NUMÉ- RIQUE
NATURE DU SIGNAL AUDIO	ANALO- GIQUE	ANALO- GIQUE	ANALO- GIQUE	NUMÉ- RIQUE	NUMÉ- RIQUE	NUMÉ- RIQUE	NUMÉ- RIQUE	NUMÉ- RIQUE	NUMÉ- RIQUE	NUMÉ- RIQUE	ANALO- GIQUE

► **Schéma d'évolution probable de la télévision des 15 prochaines années (page de gauche).** Dès la fin des années 80 la TVHD 1 125 lignes de NHK (Japon) pourra être utilisée pour des réseaux câblés. Dans le même temps, l'Europe améliorera son standard 625 lignes (sans doute à partir du "D2 Mac Paquets" décrit dans notre article). Les Américains pourraient l'adopter pour la télévision hertzienne, conjointement au 1 125 lignes pour des réseaux câblés. Les détenteurs de récepteurs NTSC, PAL et SECAM conserveront leurs postes mais auront la possibilité d'y ajouter un module pour la réception améliorée. Au début des années 90 la télévision améliorée élargira son écran. Le PAL et le SECAM (éventuellement le NTSC) seront alors supprimés.

Vers l'an 2000, enfin, la télévision passera en 925 lignes et l'image sera au rapport 2/1. Le grand écran panoramique sera possible.

Les caractéristiques des divers systèmes au cours de leur évolution sont comparées aux systèmes actuels dans notre tableau ci-dessus : le nombre de lignes disponibles correspond à la partie utile de l'écran, que voit le téléspectateur. Il en est de même de la résolution théorique disponible. La résolution effective tient compte des pertes provoquées par la transmission et la réception des signaux. Enfin, dans la dernière colonne du tableau, un essai de comparaison est fait avec un film cinéma 70 mm de sensibilité moyenne (type Eastmancolor négatif-positif).

trame disent les techniciens) chaque fois ; ce qui revient à émettre une demi-image tous les 1/50 s au lieu d'une tous les 1/25 s. La première trame (demi-image) est composée des lignes paires, la seconde des lignes impaires.

Dans un tube couleur, l'écran est revêtu d'une mosaïque de pastilles colorées (les luminophores), alternativement rouges, bleues et vertes. En s'illuminant sous le bombardement des électrons, elles permettent de reconstituer toutes les couleurs par synthèse additive. Les luminophores, d'une même couleur sont bombardés, par un faisceau électronique spécifique. Il faut donc disposer de 3 faisceaux qui correspondent, lors de la prise de vue, à l'analyse des 3 couleurs fondamentales de l'image transmise par l'objectif, le rouge, le bleu et le vert. Ainsi, en télévision couleurs, dispose-t-on au départ de 3 signaux électroniques mo-

dulés respectivement par l'image du rouge, l'image du bleu et l'image du vert.

Pour la transmission dans l'espace hertzien, la télévision en couleurs devrait ainsi occuper 3 canaux et donc 3 fois plus de place qu'en noir et blanc. Or, nous l'avons vu, il n'y a pas assez de place dans cet espace pour se permettre ce luxe. C'est ainsi que les techniciens en sont venus à coder les signaux pour les faire passer par un seul canal.

Schématisons : le procédé consiste tout d'abord à séparer le signal de luminance (l'image en noir et blanc qui peut ainsi être reçue sur un téléviseur noir et blanc) des signaux de chrominance (rouge, bleu et vert). On mêle le signal de luminance (véhiculé par une onde porteuse) et les signaux de chrominance (véhiculés par une onde dite "sous-porteuse" imbriquée dans la por-

teuse). Toujours pour réduire l'encombrement du colis à expédier dans l'espace, on ne diffuse que deux signaux de chrominance, le bleu et le rouge.

Ce troisième, le vert, est automatiquement reconstruit dans le récepteur par soustraction. Exemple : si, d'un signal de luminance complet (100 %) généré dans le téléviseur, on retire 28 % pour le bleu et 47 % pour le rouge, le reste, 25 %, représente le vert.

Dans le récepteur, un démodulateur sépare les signaux provenant de l'antenne et reconstitue les 3 signaux modulés primaires afin qu'ils alimentent les 3 canons à électrons. Ce décodage fait appel (notamment) à une ligne à retard, minuscule circuit électronique capable de freiner la sortie du signal qui le traverse. Ainsi, lorsque le codage fait que 2 lignes arrivent ensemble, la ligne à retard permet d'en freiner une afin qu'elles se succèdent normalement lors du balayage de l'écran.

Le codage de l'information couleur diffère selon les systèmes NTSC, PAL ou SECAM. Depuis son introduction, voilà plus de 35 ans, il n'a subi aucune modification. A l'époque, il constituait un compromis entre ce qui était souhaitable et les possibilités techniques. Aujourd'hui les données techniques ont changé et font ressortir certains défauts. Les dimensions des écrans de téléviseurs ont augmenté, et sur les gros récepteurs l'image manque de finesse ; elle laisse voir certaines imperfections de décodage. Ainsi, il peut se produire une interférence entre les informations de chrominance et de luminance, qui se manifeste par des points sur les bords des parties monochromes de l'image, et par des "flammes" colorées dans les parties finement rayées du sujet, lorsqu'il en comporte (cas des vêtements à fines rayures).

Autre défaut : le papillotement qui s'explique comme suit : avec 25 images par seconde, nous l'avons vu, l'œil percevrait un léger scintillement. Il est évité par le recours à une fréquence de 50 trames

(demi-image) par seconde réalisée par entrelacement (alternance du passage des lignes paires et impaires). Mais cet entrelacement peut présenter un inconvénient avec les grands écrans lumineux : le téléspectateur voit parfois les bords horizontaux où les lignes horizontales de l'image "sauter" verticalement : c'est le papillotement.

Tous ces défauts peuvent être éliminés par des circuits de microélectronique implantés dans le récepteur. Ainsi, Philips à Eindhoven a étudié à cet effet des mémoires électroniques de grande capacité, capables de stocker toutes les informations relatives à une trame ou même à une image vidéo entière. Cette mémoire assure un traitement numérique des signaux vidéo sans qu'aucune modification du standard ou de l'émetteur soit nécessaire. Cette numérisation commence par un échantillonnage du signal analogique. Autrement dit, ce signal est "débité" en tranches selon une fréquence déterminée.

Dans le cas du PAL et du SECAM, la fréquence d'échantillonnage du signal de luminance est de 12 MHz, celle des deux signaux de chrominance de 3 MHz. La valeur de chaque échantillon est alors quantifiée selon un système binaire (0 et 1) de 7 bits. La quantité d'informations d'une trame est ainsi de 2,2 mégabits. Dans cette mémoire, l'information est stockée sous forme de "paquets" de charges électriques, dans un long circuit de "stationnement" où ces "paquets" se déplacent, de l'entrée vers la sortie, sous l'action de tensions à variation cyclique. La vitesse de déplacement est telle que l'information apparaît à la sortie au moment désiré. Elle peut alors y être lue, mais aussi être simultanément réintroduite à l'entrée.

De la sorte, l'information qui est disponible pendant un temps de trame ($20\ \mu s$) est lue deux fois avec une période de $10\ \mu s$, en vue du doublement de la fréquence de trame. Ainsi la fréquence passera-t-elle de 50 à 100 Hz, éliminant le papillotement.

Les chercheurs de Philips ont réalisé à cet effet une puce capable

de mémoriser un bit par point d'une trame numérisée. La mémorisation de la totalité des informations de la trame exige sept circuits. Une puce de silicium de $7,4 \times 4,7\ mm$ peut mémoriser 308 lignes de 1 024 bits chacune.

Le traitement des signaux dans une telle mémoire autorise aussi l'élimination des autres défauts. C'est le propre d'un système numérique qui permet de se jouer des perturbations de toutes sortes. Les effets de "neige" et de "flammes" sur l'image peuvent ainsi être supprimés. Ce sont les perspectives ouvertes par ce type de micro-électronique qui ont conduit les Européens à imaginer une amélioration des systèmes actuels de télévision, sans passer par un procédé à haute définition.

En fait, au départ, le problème fut étudié pour la transmission par satellite car il est vite apparu que le satellite permettait une télévision européenne, qui s'accommoderait mal de la division en zones PAL et SECAM. Il fallait un standard unique. Et dès 1970, l'Union européenne de radiodiffusion (UER) mit le problème à l'étude.

Dans un premier temps (1983), l'UER adopta un projet britannique de standardisation, le "C-MAC-Paquets". Deux ans plus tard, en février 1985, elle adopta aussi un projet conçu par Philips et Thomson et auquel s'est rallié le gouvernement français, le "D2-MAC-Paquets".

Le "C-MAC-Paquets" est conçu pour résoudre les problèmes de la transmission par satellite tout en améliorant la qualité de l'image 625 lignes pour en faire cette télévision haute fidélité que nous évoquions plus haut. Sous cette appellation se cachent plusieurs codages apparentés. Le MAC (*Multiplexed Analogue Components*, ou Composantes analogiques multiplexées) est un "multiplexage" temporel des signaux vidéo. Nous avons indiqué que dans les systèmes de codage actuels les signaux de chrominance modulés ont un spectre qui s'insère dans le spectre hertzien. Nous avons vu aussi que ce mé-

lange des spectres est générateur d'effets parasites qui provoquent une dégradation sensible de la qualité de l'image.

Le système MAC tend, précisément, à séparer complètement les signaux (analogiques) de luminance et de chrominance. Les signaux sont émis successivement ; c'est la séparation temporelle. Or nous avons vu qu'en Europe chaque ligne dure $64\ \mu s$. Les signaux de chrominance subissent une compression de temps de 3 et le signal de luminance une compression de 1,5 ; ils occupent $52\ \mu s$. Il reste $10\ \mu s$ pour passer des signaux (numériques cette fois) correspondant à 8 canaux pour le son ou pour les télétexes. L'ensemble forme un "paquet". Les paquets sont ensuite envoyés l'un après l'autre.

Si le système permet toutes les améliorations souhaitées, il ne répond pas, par contre, d'une façon suffisante aux conditions de simplicité de réception. L'existence à l'émission de deux types de modulation : une modulation numérique pour le son et les données, ainsi qu'une modulation analogique pour la vidéo, entraînant à la réception la mise en place de deux opérations distinctes de démodulation.

Par ailleurs, la valeur trop élevée du débit du multiplex numérique conçu pour la transmission par satellite ($20,25\ \text{Mbits/seconde}$) constitue une gêne sérieuse pour la transmission hertzienne depuis des stations terrestres et pour la transmission par câble. En effet, pour effectuer la transmission sur câble du signal reçu du satellite, on doit constituer en tête du réseau, après démodulation, un signal numérique en bande basses fréquences. Or les techniques satellites exigent une bande de fréquences de 14 ou de $10,4\ \text{MHz}$, valeurs trop élevées pour les réseaux actuels en Europe dont la bande passante totale est de 7 à $8\ \text{MHz}$.

C'est pour pallier ces inconvénients que Philips et Thomson ont proposé la norme "D2-MAC-Paquets" qui peut être considérée comme la simplification du "C-MAC-Paquets". Elle repose sur les

mêmes principes et, en particulier, utilise le même codage pour les composantes de l'image. Les différences concernent essentiellement le multiplex numérique :

- réduction à $10,125\ \text{Mbits/seconde}$ du débit binaire du multiplex numérique au prix de l'abandon de la moitié des voies son. On conserve 4 voies son haute qualité au lieu de 8. En outre, on utilise un type de codage numérique différent, dit codage duobinaire. On obtient ainsi, pour le multiplex numérique, un encombrement spatial de l'ordre de $5\ \text{MHz}$, valeur compatible avec la bande passante de la plupart des systèmes de transmission et d'enregistrement terrestres.

- rassemblement du multiplex numérique (comprenant les composantes son et données) et du multiplex analogique (celui des composantes vidéo) en un signal de base. A l'émission, la porteuse est modulée en fréquence par ce signal unique. Ainsi, à la réception, il n'y a plus qu'une simple opération de démodulation.

En définitive, le "D2-MAC-Paquets" permet de résoudre tous les problèmes de la télévision de la fin de notre siècle. △ Améliorer la qualité de l'image 625 lignes pour réaliser la télévision haute fidélité (et aussi du 525 lignes si les États-Unis l'adoptaient, ce qui est envisagé).

△ Augmenter le nombre et la qualité des canaux sonores accompagnant la diffusion d'images afin de pouvoir innover dans la conception des programmes, par exemple en disposant de plusieurs canaux pour une diffusion stéréophonique, et en plusières langues, variant d'un pays à l'autre, pour un programme communautaire.

△ Permettre un usage souple et évolutif des ressources radiofréquences assurant notamment des extensions vers un format d'images proche de celui du cinémascope, ou, peut-être même, plus large encore.

Des projets ont en effet été élaborés pour assurer le passage, après 1995, à une image panoramique au rapport largeur/hauteur

de 2/1.

Il n'est pas exclu, dans un temps plus lointain, de passer plus facilement à une haute définition, de 925 lignes par exemple. Au préalable, les systèmes PAL et SECAM auront été supprimés.

Observons ici qu'un commencement d'unification semble en cours, dans la mesure où les constructeurs de téléviseurs ont tous présenté une gamme bi-standard au dernier salon son et image vidéo à Paris. Leurs prix ont tendance à diminuer.

Hors des régions frontalières, où ils permettent de capter les émissions des pays voisins, ces récepteurs sont proposés pour la lecture des cassettes vidéo en PAL ou bien en SECAM. Ils recevront aussi plus facilement les programmes provenant des satellites.

△ Offrir la possibilité de réutiliser les téléviseurs existants, afin d'éviter au téléspectateur un investissement trop élevé.

En particulier, il serait possible de réaliser un adaptateur permettant la réception en nouvelle norme pour quelques centaines de francs.

△ Réaliser un décodeur unique, capable de traiter aussi bien des signaux reçus par satellite que par câble ou faisceaux hertziens après démodulation (il faudra tout de même quelques équipements spécifiques pour recevoir les satellites, une antenne notamment).

Le "D2-MAC-Paquets" sera-t-il adopté par tous les pays ? Les industriels du Marché Commun et le gouvernement français sont pour. L'UER vient de l'adopter sans éliminer pour autant le "C-MAC-Paquets" dont les Britanniques sont partisans. Le gouvernement allemand reste indécis par crainte que le "D2-MAC-Paquets" le coupe définitivement de l'Allemagne de l'Est. Les pays scandinaves qui ont choisi le câble contre le satellite ont, pour l'instant, adopté un autre standard adapté au câble.

La réponse viendra peut-être en octobre prochain, car les membres de l'ITV (International Communication Union) doivent se réunir à Genève, précisément, pour choisir un standard unique de télévision haute définition. ▲

COMPACT-DISC : LA NOUVELLE VAGUE



- | | | |
|--------------------------------|-------------------|---------------------|
| 1 SONY CDX 5 | 6 SONY CDP 552 SP | 11 MARANTZ CD 54 |
| 2 AKAI CD M88 | 7 SONY D 50 | 12 TECHNICS SL PJ1 |
| 3 YAMAHA CD X2 | 8 SONY CDX 7 | 13 REVOX B 225 |
| 4 RADIOLA 1104 | 9 PIONEER CDX P1 | 14 NAKAMICHI CMS 7E |
| 5 BANG & OLUFSEN BEOGRAM CD 50 | 10 PHILIPS CD 104 | 15 DENON DCD 1800 R |

AVANT OCTOBRE, UNE SOIXANTAINE DE MODÈLES SERONT LANCÉS

sur notre marché.

Dans ces matériels de seconde génération diverses tendances se dégagent : réduction des pertes de qualité par un meilleur guidage du rayon laser de lecture, création de platines compactes grâce à une micro-électronique hautement intégrée, diversification des appareils qui trouvent place hors de chez soi, jusqu'à l'automobile ou en voyage.



Bill Butt,
33 ans, directeur artistique, concepteur graphique, a acquis une renommée internationale et des récompenses pour ses travaux à "Jardin des Modes" et à "Médecine et Enfance". Cet Américain, qui vit à Paris depuis 10 ans et qui s'y trouve bien, est en cours de réorganisation de la présentation graphique de "Science & Vie" avec son associé Denis Ravizza (voir page 134).

Le disque audio numérique à lecture par laser — le compact-disc — a aujourd'hui deux ans. Les experts réunis à Paris en mars dernier à l'occasion du Festival international son et image vidéo ont profité de cet anniversaire pour dresser un bilan commercial et technologique sur ce nouveau support du son haute fidélité. Avant tout, ils ont constaté que le disque audio numérique a largement tenu ses promesses. Ses qualités musicales, de même que celles des lecteurs à laser, sont reconnues unanimement. On peut dire que, d'emblée, la perfection a été atteinte en ce qui concerne les performances haute-fidélité du compact-disc⁽¹⁾.

Ainsi la plupart des fabricants donnent-ils, comme caractéristiques de leurs lecteurs, les valeurs de la norme compact-disc telle que les ont définies leurs promoteurs, Philips et Sony. Et, effectivement, les performances réelles de la plupart des platines de lecture correspondent bien à cette norme qui place la fidélité de la restitution sonore à un degré que n'a jamais atteint le classique disque microsillon. En particulier, la dynamique (l'écart entre les sons les plus faibles et les sons les plus forts) est d'au moins 90 dB avec le compact-disc alors quelle ne dépasse pas réellement 60 dB avec le microsillon.

La séparation des deux canaux de la stéréophonie est également de 90 dB (contre 30 dB au microsillon) et les distorsions de la reproduction sont de l'ordre de 0,05 % (0,2 % avec le microsillon). La bande passante, enfin, ne subit pas d'altérations entre 20 Hz (extrême grave) et 20 kHz (aigu) alors que le microsillon ne descend guère au-dessous de 30 Hz.

Dans ces conditions, on ne peut pas espérer améliorer de sitôt la musicalité du matériel de lecture compact-disc (étant précisé que, bien entendu, les autres maillons de la chaîne, notamment les enceintes acoustiques, restent plus largement perfectibles).

Par contre, et c'est ce qui caractérise les nouveaux compact-discs, des améliorations importantes ont

été apportées au système de guidage du laser. Elles étaient des plus souhaitables car il était apparu sur certains lecteurs que, sous l'action de micro-vibrations provoquées par un meuble heurté accidentellement ou par la mécanique d' entraînement du disque, le rayon lumineux pouvait dériver sur la spire voisine et altérer la reproduction.

D'autre part, les circuits électriques, notamment le décodeur numérique/analogique, et les caractéristiques d'utilisation (programmation, ergonomie, télécommande...) ont reçu de nombreuses modifications.

En premier lieu, arrêtons-nous sur les modifications apportées par certains fabricants au dispositif de lecture de la piste du disque. Elles font appel aux subtilités du codage numérique et, pour bien saisir leurs incidences, il nous faut revenir rapidement sur le principe même du compact-disc⁽²⁾. Dans un enregistrement classique, dit analogique, le signal électrique utilisé n'est autre que celui fourni par le microphone. L'intensité du courant débité par cet instrument est modulé par les fluctuations des ondes sonores. Autrement dit, les ondes électriques sont calquées sur les ondes sonores, sont analogues à ces ondes (d'où le nom de signal analogique), toutes deux se propageant selon une sinusoïde. Pour obtenir un enregistrement numérique, ce signal analogique subit un traitement selon le processus suivant :

△ Le signal analogique, qui est continu, n'est pris en considération qu'à des intervalles de temps réguliers, 44 100 fois par seconde. Schématiquement, cela revient à transformer la ligne sinusoïdale continue en une ligne en pointillés (44 100 points tracés par seconde). C'est ce qu'on appelle l'échantillonnage. Insistons ici (c'est important pour la suite de l'article) que cet échantillonnage fait partie de la norme compact-disc. Ainsi, un lecteur à laser lit-il toujours un disque dont le signal a été échantillonné 44 100 fois par seconde.

△ Sur la sinusoïde chaque "point" se trouve à une hauteur différente

(1) L'expression compact-disc désigne aussi bien le procédé que le disque numérique ou lecteur à laser.

(2) Le principe du compact-disc a été décrit en détails dans *Science & Vie* n° 778 de mai 1983.

LES COMPACT DISCS DOTES D'INNOVATIONS

MODÈLE ET PRIX MOYEN	DIMEN-SIONS ET POIDS	CHARGE-MENT	PRO-GRAMMATION	DÉCODEUR NUMÉRIQUE/ANALOGIQUE	CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES	OBSERVATIONS
AKAI CD-M88 PRIX NON COMMUNIQUÉ DISPONIBLE EN JUIN	350×68 ×250 mm 4.6 kg	FRONTAL HORI-ZONTAL. TIROIR MOTORISÉ	16 PLAGES	ÉCHANTIL-LONNAGE 44.1 kHz 16 BITS	AVANCE RAPIDE AVANT ET ARRIÈRE. AFFICHAGE DU NUMÉRO DE PLAGE, DU TEMPS TOTAL, ECOULÉ. SAUT DE PLAGE. TÉLÉCOMMANDE EN OPTION. SORTIE CASQUE RÉGLABLE	LECTEUR CD AUX DIMENSIONS DES CHAINES MIDI
BANG ET OLUFSEN BEOGRAM CD 50 9 000 F DISPONIBLE EN SEPTEMBRE	420×75 ×325 mm 7 kg	FRONTAL HORI-ZONTAL	25 PLAGES	ÉCHANTIL-LONNAGE 44.1 kHz. 16 BITS	AFFICHAGE DU TEMPS ECOULÉ TOTAL ET DE CHAQUE PLAGE. ÉCOUTE DES 10 PREMIÈRES SECONDES DE CHAQUE PLAGE. RÉPÉTITION DU DISQUE OU DE LA PLAGE. AVANCE ET RETOUR RAPIDES. SAUT DE PLAGE TELECOMMANDABLE	LECTEUR CD EXTRA-PLAT
DENON DCD 1800 R 11 000 F DISPONIBLE EN JUIN	434×110 ×372 mm 9.4 kg	FRONTAL HORI-ZONTAL. TIROIR MOTORISÉ	15 PLAGES	ÉCHANTIL-LONNAGE 44.1 kHz. 16 BITS	AFFICHAGE DE TOUTES LES Fonctions. RÉPÉTITION DU DISQUE OU D'UNE PLAGE. AVANCE ET RETOUR RAPIDE. CONSERVANT L'ÉCOUTE. ÉCOUTE DES 10 PREMIÈRES SECONDES DE CHAQUE PLAGE. REPERAGE D'INDEX. SAUT DE PLAGE. TÉLÉCOMMANDE. SORTIE CASQUE RÉGLABLE	
HITACHI DA 5000 4 200 F DISPONIBLE EN OCTOBRE	320×83 ×307 mm	FRONTAL HORI-ZONTAL	NON COMMUNIQUÉ	ÉCHANTIL-LONNAGE 44.1 kHz. 16 BITS	NON COMMUNIQUÉ	LECTEUR AUX DIMENSIONS DES CHAINES MIDI
MARANTZ CD 54 4 000 F	320×90 ×291 mm 6.5 kg	FRONTAL HORI-ZONTAL. TIROIR MOTORISÉ	24 PLAGES	SURECHAN-TILLONNAGE 176.4 kHz. 14 BITS	AFFICHAGE TEMPS TOTAL ET ECOULÉ. SAUT DE PLAGE AVANT. TELÉCOMMANDABLE	LECTEUR AUX DIMENSIONS DES CHAINES MIDI
NAKAMICHI CMS 7E 19 000 F	435×100 ×308 mm 7.5 kg	FRONTAL HORI-ZONTAL. TIROIR MOTORISÉ	24 PLAGES	SURECHAN-TILLONNAGE 176.4 kHz. 16 BITS	AFFICHAGE TEMPS ÉCOULÉ ET RESTANT. RÉPÉTITION D'UN DISQUE OU D'UNE PLAGE. REPERAGE D'INDEX. SAUT EN PLAGES. ACCÈS DIRECT AUX PLAGES. AVANCE RAPIDE AVANT-ARRIÈRE À VITESSE VARIABLE AVEC ÉCOUTE. SORTIE CASQUE RÉGLABLE	
PHILIPS CD 104 ET RADIOLA 1104 3 500 F	320×90 ×300 mm 7 kg	FRONTAL HORI-ZONTAL. TIROIR MOTORISÉ	20 PLAGES	SURECHAN-TILLONNAGE 176.4 kHz. 16 BITS	RÉPÉTITION DU DISQUE OU DE LA PLAGE. SAUT DE PLAGE. AFFICHAGE DU TEMPS ÉCOULÉ, DU NUMÉRO DE PLAGE, ET D'INDEX	LECTEUR AUX DIMENSIONS DES CHAINES MIDI
PHILIPS CD 555 5 500 F	620×220 ×200 mm 7 kg AVEC EN-CEINTES. 320×220 ×200 mm SANS EN-CEINTES	FRONTAL VERTICAL	20 PLAGES	SURECHAN-TILLONNAGE 176.4 kHz. 16 BITS	MÊMES CARACTÉRISTIQUES POUR LECTEUR CD	CHAÎNE PORTABLE COMPORTANT UN AMPLIFICATEUR AVEC ÉGALISATEUR, UN MAGNETOPHONE CASSETTES ASSERVIS PAR LE LECTEUR CD, UN TUNER ET DES ENCEINTES DÉTACHABLES
PIONEER CDX-1 7 500 F	180×50 ×152 mm	FRONTAL	SANS	ÉCHANTIL-LONNAGE 44.1 kHz. 16 BITS	REPÉRAGE DE PLAGE. AVANCE ET RETOUR RAPIDES. ÉCOUTE DES 10 PREMIÈRES SECONDES DE CHAQUE PLAGE. AFFICHAGE TEMPS ÉCOULÉ, TOTAL ET RESTANT	LECTEUR CD DE VOITURE ALIMENTATION SÉPARÉE. SANS AMPLI
PIONEER CDX-P1 8 000 F	180×50 ×152 mm	FRONTAL	SANS	ÉCHANTIL-LONNAGE 44.1 kHz. 16 BITS	MÊMES CARACTÉRISTIQUES	LECTEUR CD DE VOITURE AVEC AMPLI INCORPORÉ ALIMENTATION SÉPARÉE

(3) Rappelons que le bit (de Binary Digit) désigne le chiffre binaire. Avec un code binaire à 2 bits on ne peut exprimer que 4 valeurs décimales (0, 1, 2 et 3) qui devien-

qui est mesurée. S'agissant d'un signal électrique, cette hauteur correspond à une tension (en microvolts). La mesure est appelée quantification. On la réalise bien entendu pour chaque échantillon, donc 44 100 fois par seconde.

△ Chaque valeur de tension est ensuite convertie en nombre binaire (0 et 1, qui sont les valeurs utilisables par une machine informatique : 0 correspondant à un temps sans passage de courant et 1 correspondant à une impulsion électrique). Cette conversion se fait selon un code. Le disque utilise un codage de nombres binaires à 16 bits qui permet 65 535 combinaisons de valeurs⁽³⁾. Ainsi, pratiquement, un signal électrique numérique se présente-t-il comme un train d'impulsions matérialisant la succession de 0 et de 1.

Pour réaliser un disque numérique, ces impulsions modulent un rayon laser qui va impressionner une émulsion sensible à la lumière couchée sur le disque d'enregistrement. Après traitement, le disque présente une piste constituée de micro-cuvettes. Ce disque, appelé "master", est utilisé pour le moulage des compact-discs. Puis c'est le processus inverse : le laser d'un lecteur détecte les micro-cuvettes correspondantes qui permettent à un décodeur numérique/analogique de reconstituer le signal modulé analogique, le seul qui puisse faire fonctionner un haut-parleur.

Tel est, très schématiquement rappelé, le principe du compact-disc. Précisons encore que les micro-cuvettes du disque n'ont pas toutes la même longueur : elle varie de 1 à 3 micromètres et dépend du nombre de 1 qui se succèdent dans le codage binaire. Par contre la largeur et la profondeur des cuvettes sont constantes, respectivement de 0,5 et 0,1 micromètre.

La piste de micro-cuvettes forme une spirale dont les spires sont séparées par un espace de 1,6 micromètre. On imagine la précision avec laquelle doit se déplacer le bras du laser pour que son rayon suive la piste. Des signaux de correction asservissent ce rayon. Dès que celui-ci sort de la piste, le

ment respectivement : 00, 01, 10, 11. Avec un code à 16 bits il y a 65 535 valeurs possibles.

rayon incident et le rayon réfléchi par la surface du disque s'écartent l'un de l'autre. Cette variation est détectée par le système électronique qui génère aussitôt le signal correcteur ramenant le laser sur la piste.

Sur beaucoup de lecteurs de la première génération, nous l'avons vu, ce système s'est révélé insuffisant lorsque d'importantes vibrations font dévier trop rapidement le laser (et son rayon). Les constructeurs ont adopté divers dispositifs qui permettent un asservissement plus rigoureux.

Aïwa, Hitachi, Pioneer, Technics et Yamaha ont créé un dispositif qui diffracte le rayon en trois faisceaux : le rayon central lit la piste de micro-cuvettes alors que les réflexions des deux autres servent à détecter les éventuelles erreurs de piste.

Chez Sony, la précision du déplacement du bras mobile du laser est assurée par un moteur linéaire. Il asservit les mouvements du laser sur le disque avec une précision inférieure au micromètre. De plus, lors de la recherche d'un enregistrement donné, ce moteur déplace le bras mobile beaucoup plus rapidement : Sony annonce un temps d'accès aux différentes plages du disque compris entre 0,5 et 1 seconde.

Un autre constructeur, Denon, utilise aussi un moteur linéaire d'asservissement.

Les améliorations réalisées par certains fabricants portent sur le procédé de décodage du signal numérique lu sur le disque. Ce disque, nous l'avons vu, bénéficie d'un standard unique qui s'impose à tous les fabricants. Mais si le codage est identique chez tous les producteurs de disques, ainsi que le procédé de lecture, il n'en va pas de même du décodage.

Des variantes plus ou moins sophistiquées sont utilisées, notamment la technique du suréchantillonnage (*oversampling*) d'ailleurs appliquée par Philips dès les premiers modèles lancés en 1983, et qui se trouve aujourd'hui améliorée par d'autres constructeurs. Pour attaquer les haut-parleurs, nous le savons, le signal numérique doit être transformé en signal ana-

logique. Ce signal numérique lu par réflexion laser passe, dans le cas de Philips, par un filtre qui multiplie par 4 la fréquence d'échantillonnage de l'enregistrement. Le convertisseur numérique/analogique ne reçoit donc plus des échantillons à la fréquence du codage de 44,1 kHz (le standard du compact-disc), mais à 176,4 kHz. Ce suréchantillonnage permet une restitution plus fine de la modulation analogique et la bande passante s'en trouve améliorée dans les aigus.

Toutefois, ce système Philips, adopté par d'autres fabricants tels que Marantz ou Revox, fonctionne avec un décodeur n'utilisant pas le code binaire complet de 16 bits de tous les disques compacts, mais seulement 14 bits. Le résultat est identique mais l'électronique peut être ainsi simplifiée. La nouvelle génération de lecteurs Philips utilise le principe Sony d'échantillonnage à 44,1 kHz avec le code à 16 bits. Yamaha s'est inspiré de ces deux procédés et propose un suréchantillonnage double à 88,2 kHz avec le code de 16 bits. Tandis que Nakamichi emploie le suréchantillonnage quadruple et le code 16 bits.

Sur certains appareils haut de gamme, les constructeurs poussent le souci de la perfection jusqu'à utiliser des décodeurs numériques/analogiques séparés pour les deux canaux de la stéréophonie. Tous ces efforts permettent une meilleure restitution des transitoires et une amélioration de la bande passante.

Le second domaine d'innovations concerne les conditions d'utilisation des platines compact-disc. Dès leur lancement en 1983, l'accent avait été mis sur la simplicité de manipulation. Pour la mise en marche du lecteur, il suffit d'introduire le disque dans son tiroir et d'appuyer sur un bouton. Par rapport à la platine microsillon, il n'est plus besoin de régler la force d'appui du bras, ni de prendre de précautions particulières pour poser ce bras sur le disque. Il n'y a plus de risques de rayure ni de possibilité de se tromper de face.

Si les premiers modèles présen-

taien déjà de nombreuses fonctions annexes (recherche rapide, programmation, etc...), la nouvelle génération rivalise de perfectionnements, plus ou moins utiles d'ailleurs. Pour certains constructeurs c'est une façon de justifier des écarts de prix.

La fonction de programmation se complique et comporte souvent la possibilité d'accès à des fragments musicaux dans un ordre aléatoire. Certains modèles offrent la possibilité d'un balayage automatique du disque avec lecture de chaque plage pendant quelques secondes, ce qui est idéal pour retrouver un morceau dont on ne connaît que les premières mesures. Une autre fonction permet de sauter une plage, en avant ou en arrière.

Dès l'origine, le compact-disc a été conçu pour le stockage de multiples informations, autres que le son, dont beaucoup n'apparaissent pas encore. Par exemple, la fonction d'indexage commence à faire timidement son apparition (Nakamichi, Sony notamment). Elle permet à l'utilisateur de programmer la lecture d'un fragment musical à l'intérieur d'une plage du disque. Le système de lecture utilise à cet effet des signaux (index) qui sont enregistrés sur le disque. L'indexage est utile en sonorisation pour repiquer un fragment de l'enregistrement. Il est également appréciable en musique classique car chaque plage est large et certains passages difficiles à repérer.

Parmi les autres raffinements nouveaux, il faut mentionner la réalisation automatique d'un "blanc" de quelques secondes entre les morceaux pour les séparer lors d'enregistrements sur magnétophone.

La télécommande se généralise et certains appareils possèdent une télécommande intégrale de toutes les fonctions.

Les utilisations du compact-disc sont en train de se diversifier. S'il est nécessaire de passer par un amplificateur pour le raccorder à des enceintes acoustiques, la sortie casque permet d'écouter sans chaîne haute-fidélité. Cette sortie tend à se généraliser. Il faut

LES COMPACT-DISCS DOTES D'INNOVATIONS

MODÈLE ET PRIX MOYEN	DIMEN-SIONS ET POIDS	CHARGE-MENT	PRO-GRA-MATION	DÉCODEUR NUMÉRIQUE/ANALOGIQUE	CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES	OBSERVATIONS
REVOX B 225 10 000 F	450×109 ×332 mm 8,5 kg	FRONTAL HORI-ZONTAL, TIROIR MOTORISÉ	19 PLAGES	SURÉCHAN-TILLONNAGE 176,4 kHz, 14 BITS	ÉMISSION D'UN SIGNAL DE RÉFÉRENCE POUR L'ENREGISTREMENT. REPÉRAGE D'INDEX. AFFICHAGE NUMÉROS ET NOMBRE DE PLAGES, AINSI QUE DU TEMPS ÉCoulé ET TOTAL. SAUT DE PLAGE. SORTIE CASQUE RÉGLABLE. TÉLÉCOMMANDE EN OPTION	
SANYO CP 200 PRIX NON COMMUNIQUÉ	335×87 ×220 mm	FRONTAL HORI-ZONTAL	16 PLAGES	ÉCHANTIL-LONNAGE 44,1 kHz, 16 BITS	RÉPÉTITION DU DISQUE. AFFICHAGE NUMÉRO DE LA PLAGE. AVANCE RAPIDE AVANT-ARRIÈRE AVEC POSSIBILITÉ D'ÉCOUTE. SORTIE CASQUE	LECTEUR AUX DIMENSIONS DES CHAÎNES MIDI
SHARP DX-100 H 5 500 F DISPONIBLE EN JUIN	330×80 ×300 mm 5 kg	FRONTAL HORI-ZONTAL	20 PLAGES	ÉCHANTIL-LONNAGE 44,1 kHz, 16 BITS	AVANCE RAPIDE AVANT-ARRIÈRE CONSERVANT L'ÉCOUTE. PROGRAMMATION DANS UN ORDRE ALÉATOIRE. SAUT DE PLAGE. APPEL DE PLAGE. SORTIE CASQUE	LECTEUR AUX DIMENSIONS DES CHAÎNES MIDI
SONY D 50 3 600 F	127×37 ×123 mm 0,59 kg	PAR LE DESSUS	SANS	ÉCHANTIL-LONNAGE 44,1 kHz, 16 BITS	SORTIE CASQUE RÉGLABLE. ALIMENTATION À PILES 9 V ADAPTABLE	ACTUELLEMENT LE SEUL LECTEUR DE POCHE
SONY CDP 552 ESD 16 000 F DAS 702 ES 17 000 F	430×80 ×365 mm 430×105 ×410 mm	FRONTAL HORI-ZONTAL, TIROIR MOTORISÉ	20 PLAGES	DÉCODEUR SÉPARÉ ÉCHANTIL-LONNAGE 44,1 kHz, 16 BITS, DÉCODAGE VOIES SÉPARÉES	AFFICHAGE DE TOUTES LES Fonctions. SAUT DE PLAGE. INDEX. PROGRAMMATION DES PLAGES DANS UN ORDRE ALÉATOIRE. RÉPÉTITION DU DISQUE OU D'UNE PLAGE. CRÉATION DE BLANCS LORS D'ENREGISTREMENT. SORTIE CASQUE RÉGLABLE. AVANCE RAPIDE AVANT-ARRIÈRE AVEC ÉCOUTE. TÉLÉCOMMANDE	LECTEUR ET DÉCODEUR SÉPARÉS
SONY CDX-5 7 100 F	178×50 ×155 mm 1,8 kg	FRONTAL	SANS	ÉCHANTIL-LONNAGE 44,1 kHz, 16 BITS	AVANCE RAPIDE AVANT ET ARRIÈRE. AMPLI INCORPORÉ. RÉPÉTITION DU DISQUE OU D'UNE PLAGE. AFFICHAGE DU NUMÉRO DE LA PLAGE ET DU TEMPS ÉCoulé	LECTEUR CD POUR VOITURE FONCTIONNANT DE - 10 à + 50 °C
SONY CDX-7 8 500 F	178×50 ×155 mm 1,8 kg	FRONTAL	SANS	ÉCHANTIL-LONNAGE 44,1 kHz, 16 BITS	MÊME QUE CDX-5 PLUS TUNER FM/PO INCORPORÉ. 18 STATIONS PRÉRÉGLABLES. RECHERCHE AUTO DES STATIONS	LECTEUR CD ET RADIO POUR VOITURE FONCTIONNANT DE - 10 à + 50 °C
TECHNICS SL PJ1 INFÉRIEUR À 4 500 F DISPONIBLE EN SEPTEMBRE	315×80 ×334 mm	FRONTAL HORI-ZONTAL, TIROIR MOTORISÉ	15 PLAGES	ÉCHANTIL-LONNAGE (NON PRÉCISÉ)	ÉCOUTE DES PREMIÈRES SECONDES DE CHAQUE PLAGE. RÉPÉTITION DE TOUT LE DISQUE OU D'UNE PLAGE. SORTIE CASQUE RÉGLABLE. AFFICHAGE DU NOMBRE DE PLAGES, DU TEMPS ÉCoulé, DU TEMPS RESTANT ET DES ERREURS	LECTEUR CD AUX DIMENSIONS DES CHAÎNES MIDI
TOSHIBA XR V22 4 990 F DISPONIBLE EN JUIN	340×110 ×360 mm 6,2 kg	FRONTAL HORI-ZONTAL, 2 TIROIRS MOTORISÉS	30 PLAGES	(NON PRÉCISÉ)	AFFICHAGE NUMÉRO DE PLAGE, TEMPS ÉCoulé, TOTAL, RÉPÉTITION, SAUT DE PLAGE	LECTEUR CD AUX DIMENSIONS DES CHAÎNES MIDI PERMETTANT D'ÉCOUTER 2 DISQUES À LA SUITE
YAMAHA CD-X2 4 490 F	340×92 ×290 mm 3,5 kg	FRONTAL HORI-ZONTAL, TIROIR MOTORISÉ	9 PLAGES	SURÉCHAN-TILLONNAGE 88,2 kHz, 16 BITS	RÉPÉTITION DU DISQUE OU D'UNE PLAGE. AFFICHAGE DE TOUTES LES Fonctions. RECHERCHE RAPIDE AVANT ET ARRRIÈRE. SORTIE CASQUE RÉGLABLE	LECTEUR AUX DIMENSIONS DES CHAÎNES MIDI

regretter que, parfois, elle ne soit pas associée à un réglage du volume, ce qui en limite l'intérêt.

Les premiers modèles de lecteurs comportaient très souvent un tiroir de chargement de disque vertical ou s'ouvrant au-dessus de l'appareil. Cette disposition rendait difficile, voire impossible, l'intégration de la platine dans un ensemble haute-fidélité. Dorénavant, la majorité des lecteurs ont un tiroir de chargement frontal sortant horizontalement et, qui plus est, motorisé. Cette configuration a permis aussi de réduire l'épaisseur des appareils.

L'emploi de circuits intégrés a permis la production de platines très compactes. Si toutes les marques proposent des lecteurs aux dimensions standard (450 × 300 mm environ), beaucoup proposent aussi des modèles aux dimensions d'une pochette de disque 33 tours pour s'intégrer aux chaînes miniatures dites "midi". Le record est détenu dans ce domaine par Sony avec le lecteur D50 qui, mesurant 127 × 37 × 123 mm, est moins large que la pochette du compact-disc. C'est en quelque sorte, le premier "Walkman compact-disc", car l'appareil possède aussi une sortie casque réglable et accepte une alimentation par secteur ou piles de 9 V.

Philips et Sony ont aussi annoncé le lancement en septembre d'une chaîne compacte transportable. Elle comprend un amplificateur, un tuner à 3 gammes d'ondes, une paire d'enceintes acoustiques détachables et un magnétophone à cassettes pouvant enregistrer le disque compact.

Dernière tendance importante, la platine compact-disc fait son entrée dans l'équipement du tableau de bord de l'automobile au même titre que l'auto-radio. Les techniciens ont dû résoudre trois sortes de problèmes pour réussir cette intégration : améliorer l'asservissement du laser à la piste de micro-cuvettes pour qu'il soit insensible aux vibrations du véhicule (nous avons vu comment les constructeurs y sont parvenus), produire des circuits électroniques résistant à la chaleur dissipée par le moteur automobile dans le ta-

(suite du texte page 178)

TÉLÉPHONE: POURQUOI 8 CHIFFRES

LE 25 OCTOBRE PROCHAIN A 23 HEURES EXACTEMENT,

la France entière changera de numéros de téléphone. Tous les abonnés auront un numéro local à 8 chiffres au lieu de 7 en région parisienne, ou de 6 en province.

C'est la première fois qu'un pays tout entier change en une seule nuit tout son système de numérotation téléphonique. Cette mesure, décidée voici 7 ans, s'est avérée indispensable faute de numéros disponibles pour répondre au nombre croissant des demandes d'abonnements, et à la mise en place de nouveaux services téléphoniques.

Notre système actuel remonte à 1955. A cette époque, il fut décidé que le numéro national des Français comporterait 8 chiffres, désignés par les lettres, AB, PQ, MCDU. Les deux premières, AB, désignent la zone géographique (à l'origine, elle s'étendait sur un département). Les deux suivantes, PQ, représentent le code du central téléphonique (appelé encore commutateur) à l'intérieur de la région. Les quatre dernières lettres, MCDU (millier, centaine, dizaine, unité), permettent de repérer la ligne de l'abonné dans le central.

Un exemple : le (70) 29.47.99 est un numéro qui correspond à un abonné de l'Allier (70), relié au commutateur 29 — en l'occurrence le central Jaurès à Montluçon — dont le numéro de ligne à l'intérieur de ce commutateur est le 47 99. Pour téléphoner à l'intérieur d'une zone géographique donnée, on ne compose pas les 2 premiers chiffres, mais simplement

les 6 chiffres du numéro local.

Dans chaque région, on peut en théorie disposer de 100 centraux différents ayant chacun une capacité de 10 000 lignes, ce qui équivaut à 1 million d'abonnés potentiels par zone. Pour de multiples raisons techniques et légales, cette capacité ne peut jamais être utilisée dans sa totalité et le nombre d'abonnés ne peut pas dépasser 384 000. Déjà lors de la mise au point de ce plan, ce chiffre était manifestement beaucoup trop faible pour la région parisienne.

Il fut décidé alors d'attribuer à chaque abonné de cette zone un numéro local à 7 chiffres, 3 servant à repérer le central, et 4, l'adresse de la ligne. Du même coup, le nombre de commutateurs fut multiplié par 10. La capacité théorique passait à 10 millions de lignes, et la capacité réelle à 3,84 millions. Pour conserver aux Parisiens aussi un numéro national à 8 chiffres, l'administration leur attribua un numéro de zone à un seul chiffre, le 1 en l'occurrence.

Ce plan de numérotation, au demeurant fort logique, n'avait pas prévu le formidable développement du téléphone vers le milieu des années 70. A cette époque, dans certains départements, les numéros commencèrent à manquer. Pour parer au plus pressé, on bricola tant bien que mal le plan de numérotation. Des régions peu habitées furent regroupées afin de libérer des indicatifs de zone, les

quels furent attribués à des régions surpeuplées qui, elles, furent scindées en deux ou trois.

C'est ainsi que le Loir-et-Cher et l'Indre n'ont qu'un seul indicatif, le 54, le Cantal et la Haute-Loire se partageant le 71, la Creuse, la Haute-Vienne et la Corrèze ne font plus qu'un, avec l'indicatif 55, etc... tandis que le département des Bouches-du-Rhône, au contraire, fut divisé en trois ; la ville de Marseille reçut l'indicatif 91 ; Aix-en-Provence, Aubagne, Martigues, Saint-Victoret, le 42 ; et le reste du département, l'indicatif 90. Ailleurs, on créa des zones avec des numéros locaux à 7 chiffres. Ce fut le cas de la région lyonnaise, de l'Oise, de la Moselle et de la Meurthe-et-Moselle. Afin de respecter les 8 chiffres du numéro national, ces régions se virent attribuer des numéros de zone à un seul chiffre.

Pour bien comprendre la façon dont l'administration dut jongler avec les chiffres, prenons un cas précis, celui de la région lyonnaise : avant la première modification de la numérotation, le numéro de téléphone national dans cette ville avait l'allure suivante : (78) PQ MCDU. La Haute-Loire, département proche, avait pour indicatif de zone le (72). En la réunissant au Cantal sous l'indicatif de celui-ci (71), le ministère des PTT libérait le 72 qu'il attribua à Lyon et à ses environs, lors de la transformation de cette région en zone à 7 chiffres. Les numéros des anciens abonnés devinrent donc (7) 8PQ MCDU et ceux des nouveaux (7) 2PQ MCDU.

Les numéros nationaux étaient restés les mêmes. Pour obtenir leur nouveau numéro local, les abonnés devaient simplement faire précéder leur ancien numéro local

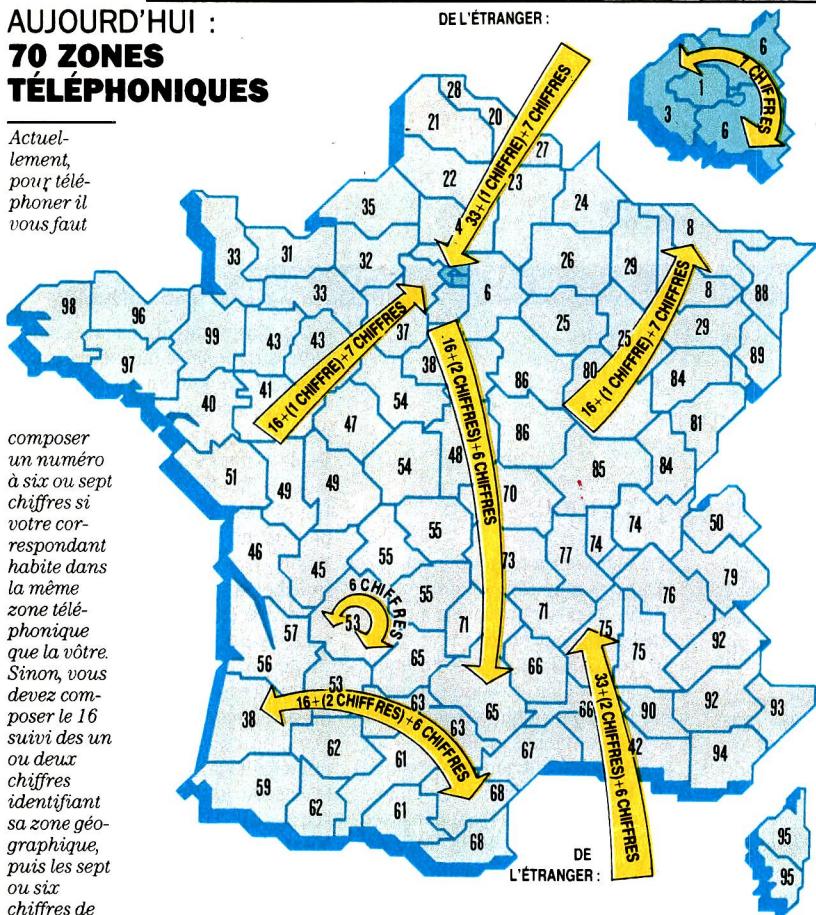
AUJOURD'HUI : 70 ZONES TÉLÉPHONIQUES

Actuellement, pour téléphoner il vous faut

composer un numéro à six ou sept chiffres si votre correspondant habite dans la même zone téléphonique que la vôtre. Sinon, vous devez composer le 16 suivi des un ou deux chiffres identifiant sa zone géographique, puis les sept ou six chiffres de son numéro local.

du second chiffre de leur numéro de zone. Une telle manipulation, qui ne perturbait guère les habitudes des abonnés concernés, permit néanmoins de doubler la quantité de numéros locaux disponibles.

Aujourd'hui, après divers réaménagements successifs, notre pays est divisé, d'une part en 66 zones à 6 chiffres caractérisées chacune par un indicatif à 2 chiffres, d'autre part en 3 zones à 7 chiffres (l'Oise, la Meurthe-et-Moselle et la Moselle, et les environs de Lyon) repérées par un indicatif à un chiffre, auxquelles il faut ajouter la région parisienne, où les numéros ont 7 chiffres et qui est divisée en 3 sous-régions — Paris et les départements de la Petite-Couronne (indicatif 1), le Val-d'Oise et les Yvelines (indicatif 3) et la Seine-et-Marne et



l'Essonne (indicatif 6).

Malgré ces modifications, certains secteurs de notre pays menacent de nouveau d'être saturés. Ainsi en est-il de l'Ile-de-France, des Alpes-Maritimes, de la Loire-Atlantique, de la Seine-Maritime, et de la région de Marseille. Impossible de bricoler de nouveau les numéros, à moins d'accepter que l'on divise encore certaines zones à très forte densité de population, ce qui conduirait à une situation aberrante où deux abonnés de Marseille par exemple devraient passer par l'interrubain, c'est-à-dire composer le 16, pour pouvoir communiquer entre eux. Impossible également de créer de nouvelles zones à 7 chiffres locaux sans changer totalement les numéros de téléphone des abonnés. Une seule solution : refondre complètement la numérotation téléphonique de notre pays.

Plusieurs possibilités furent en-

visagées :

- Ajouter un chiffre à tout le monde en conservant les zones géographiques actuelles ; les numéros locaux passeraient à 7 chiffres en province et à 8 chiffres à Paris. Tous les numéros locaux changeaient, les limites départementales n'étaient pas respectées. Comme aujourd'hui, la structure des numéros n'aurait pas été homogène.

- Agrandir les zones géographiques, donc diminuer leur nombre et, comme précédemment, ajouter un chiffre au numéro local. Inconvénient : tous les indicatifs de zones changeaient.

- Faire passer tous les numéros locaux à 8 chiffres en ajoutant les indicatifs de zones aux numéros actuels, et découper la France en 5 grandes zones seulement. Avantage : le numéro national devient le numéro local ; on ajoute un seul chiffre pour repérer la zone et obtenir le numéro national ; notre pays est en conformité avec les règlements internationaux, qui préconisent un numéro national à 9 chiffres. Dans chacune des 5 régions, le central est repéré par 4 chiffres (0000 à 9999). La capacité théorique de chaque zone est de 100 millions de lignes et sa capacité pratique de 40 millions. On passe d'une zone à l'autre en composant le zéro qui, à terme, remplacera le 16.

Cette troisième proposition emporta l'adhésion des associations d'usagers du téléphone et c'est elle qui fut retenue par l'administration.

Le 25 octobre prochain, c'est la première partie de ce nouveau plan qui entrera en pratique. Concrètement, cela signifie que tous les abonnés de province et ceux de l'Ile-de-France à l'exception de Paris devront ajouter leur indicatif de zone devant leur numéro de téléphone. Seul, l'indicatif de Paris et des départements de la Petite-Couronne (Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis, Val-de-Marne) sera changé. En effet, Paris et sa proche banlieue ont actuellement le 1 pour indicatif. La logique voudrait que les nouveaux numéros locaux des Parisiens commencent donc par 1. Or, ceci est interdit

puisque ce chiffre est réservé localement aux services spéciaux (12 pour les renseignements, 13 pour les réclamations, 15 pour les urgences médicales, 16 pour l'interurbain, 17 pour la police, 18 pour les pompiers, etc...). C'est donc un 4 que les Parisiens devront ajouter devant leur numéro de téléphone.

La France ne sera plus divisée qu'en deux zones : la province et l'Ile-de-France. Pour passer de l'une à l'autre, il suffira de composer le 16 (voir carte ci-contre). Et à l'intérieur d'une même zone, tous les appels se feront en composant un numéro à 8 chiffres. Exemple : un Marseillais qui voudra appeler un Lillois composera directement le numéro de son correspondant, exactement comme s'il appelait l'un de ses voisins. Une personne résidant dans le Val-d'Oise et appelant un ami à Paris composera le 4BPQ MCDU.

Mais pour les appels en provenance de l'étranger, il fallait un code pour différencier les deux zones, puisqu'il est possible qu'un abonné de Paris ait le même numéro de téléphone local qu'un abonné de province. L'indicatif 1 fut attribué à l'Ile-de-France, mais aucun indicatif ne fut donné à la province. Tout correspondant international composera donc le 33 (indicatif de la France) suivi des huit chiffres de son correspondant si celui-ci réside en province ; le 33 suivi du 1 et des huit chiffres si ce dernier habite l'Ile-de-France.

Principal avantage de ce nouveau plan : une capacité accrue. Théoriquement les possibilités de numéros seront doublées, puisque les combinaisons ABPQMCDU pourront être utilisées deux fois, une fois en province et une fois à Paris. De plus, la limite à 99 du nombre de centraux par région géographique disparaît ; tous les codes de commutateurs qui ne sont pas attribués dans les régions à faible densité de population pourront l'être dans les régions fortement peuplées. Les centraux seront repérés sur tout le territoire par un chiffre compris entre 1 et 9999 quelle que soit leur localisation. Cependant, comme certains chiffres seront interdits, (A = 1 ré-

A PARTIR DU 25 OCTOBRE :

2 ZONES SEULEMENT

Avec la nouvelle numérotation, partout en province

vous composerez huit chiffres. Même chose en Ile-de-France. Pour appeler d'une de ces deux zones à l'autre, il faudra passer par le 16 suivi du 1 et des huit chiffres de l'abonné dans le sens province Ile-de-France. Dans l'autre sens, même chose mais sans le 1.

servés aux services spéciaux, AB = 36 attribués à d'autres services comme le vidéotex, les informations téléphonées, l'horloge parlante, etc.), les capacités théoriques ne seront jamais entièrement disponibles. De surcroît, des problèmes techniques liés à l'adaptation des centraux diminuent encore les possibilités de ce nouveau plan. Il n'en reste pas moins qu'en pratique, dès le 25 octobre, 7 millions de nouveaux numéros seront disponibles en province et 1 million en Ile-de-France.

En tout 45 000 techniciens auront travaillé 1,2 million d'heures pour mener à bien cette opération dont le coût s'élève à 4,8 milliards de francs.

Pourquoi le 25 octobre ? Le mois d'octobre est une période d'accalmie en matière de trafic téléphonique ; la frénésie de la rentrée s'est dissipée, les appels dus aux fêtes de fin d'année n'a-

DE L'ÉTRANGER :

33-1-8 CHIFFRES

8 CHIFFRES

8 CHIFFRES

8 CHIFFRES

16-8 CHIFFRES

16

LES MICRO-ORDINATEURS

Denis Ravizza, 21 ans, concepteur graphique et textile qui vient de terminer la nouvelle image de marque pour Hédiard. Ravizza a été invité par Bill Butt (voir page 126) à collaborer à la nouvelle réalisation de "Science & Vie" et a été surnommé "l'Art moderne" par le rédacteur en chef. A suivre...



1. MATRA ALICE 90
2. YAMAHA YIS 503-F
3. AMSTRAD CPC 464

4. PHILIPS VG-8000
5. THOMSON TO 7-70
6. YENO DPC 64

7. THOMSON MO 5
8. CANON V 20
9. SINCLAIR ZX 81

10. ATARI 600 XL
11. ORIC ATMOS
12. SANYO PHC 28-S

13. YASHICA YC 64
14. COMMODORE 64
15. SINCLAIR ZX SPECTRUM PLUS

DU PRINTEMPS 85

**ENTRE MATERIEL GRAND PUBLIC
ET MATERIEL PROFESSIONNEL,**



la frontière devient de plus en plus floue, avec des micro-ordinateurs d'année en année toujours plus nombreux, plus puissants, plus rapides et aussi plus esthétiques. Pour notre part, nous la déterminerons par le prix, à savoir que 4 500 F nous paraît une limite raisonnable d'investissement pour un matériel à usage domestique. Tous les micro-ordinateurs que nous vous proposons ici coûtent moins.

Basic Microsoft, 32 K ROM 64 K RAM, compatible MSX, haute résolution graphique, éditeur pleine page : un nouveau jargon est entré dans les dépliants publicitaires des micro-ordinateurs domestiques. Derrière ces appellations se cache une gamme d'appareils de conception nouvelle. Pour saisir l'évolution qui en découle, il faut tout d'abord rappeler qu'un micro-ordinateur est construit autour d'un micro-processeur, lui-même nécessairement associé à des mémoires. Deux catégories de mémoires sont ainsi utilisées.

△ Les mémoires ROM (de l'anglais *Read Only Memory*), ou mémoires mortes, qui contiennent les informations nécessaires au fonctionnement de l'appareil et qui ne peuvent ni être modifiées, ni être effacées, même par coupure de l'alimentation électrique. Parmi les données stockées figurent celles qui servent à la mise en route de l'ordinateur, et son langage de base (ou résident) généralement en Basic.

L'utilisateur peut tout ignorer de la mémoire morte. Il doit simplement savoir que plus la capacité ROM est élevée, plus grandes sont les possibilités de l'ordinateur. Les utilisations de l'ordinateur en dépendent et la capacité de la mémoire ROM devient ainsi un critère de choix au moment de l'achat.

△ La mémoire RAM (de l'anglais *Random Access Memory*) ou mémoire vive est, elle, directement accessible à l'utilisateur pour réaliser sa programmation. Plus sa capacité sera élevée, plus le programme pourra contenir d'informations. Ici encore, au moment de l'achat d'un micro-ordinateur, c'est en fonction de l'usage auquel il sera destiné qu'il faudra décider de la capacité nécessaire de sa mémoire vive.

Attention, cependant, à la capacité annoncée par le constructeur car, dans de nombreux cas, elle ne correspond pas du tout à celle réellement exploitable. En effet, durant son fonctionnement, le microprocesseur est conduit à loger des informations dans la mémoire RAM sans ordre de l'utilisateur.

Les symboles affichés sur le téléviseur y entreront également. Ces données peuvent occuper une place importante de la mémoire. Par exemple certains appareils annoncés comme ayant une capacité de 32 K RAM (32 kiloctets disponibles en mémoire RAM) n'offriront en fait que 12 K octets utilisables pour le programme. Il importe donc, lors de l'achat, de demander à un technicien du point de vente, de préciser la capacité utile réelle de l'appareil. Pour le langage, le Basic s'est généralisé sur les micro-ordinateurs, mais chaque constructeur l'adapte quelque peu à ses matériels (sauf dans le cas du MSX, comme nous le verrons plus loin), ce qui fait qu'en définitive chaque micro-ordinateur possède un langage propre. Ce qui n'est tout de même pas dramatique car il reste relativement simple de passer d'un Basic à un autre.

Cela ne pourrait être vraiment gênant que pour transférer sur une machine un programme étudié sur une autre, mais cette opération reste de toute façon impossible avec une cassette à cause des différences de standard d'enregistrement. On ne peut donc qu'entrer le programme au clavier en effectuant les diverses modifications de langage.

Signalons ici que même sous une appellation "Microsoft" deux Basics peuvent présenter des différences. En effet, Microsoft propose diverses versions marquées 1.1, 1.2, etc... Le choix sera donc délicat et la connaissance d'un ami possédant un appareil muni du même Basic aidera souvent à se déterminer. Mais il faut bien dire qu'à ce point, l'absence de standardisation frise l'anarchie et peut conduire l'utilisateur à faire un mauvais choix.

Certains constructeurs ont perçu le danger de la situation ainsi créée. Les Japonais en particulier ont réagi en élaborant la norme MSX. Des règles très précises concernant cette norme et son respect ont été établies. Elles ont fait l'objet d'accords signés par une vingtaine de constructeurs japonais, plusieurs coréens et un européen, Philips.

Comme nous allons le voir cette standardisation porte sur de nombreuses caractéristiques du micro-ordinateur.

En premier lieu le microprocesseur, cœur de l'ordinateur, doit être impérativement un Z80. Si celui-ci reste actuellement un composant puissant, rappelons qu'il ne s'agit que d'un microprocesseur 8 bits (unités d'information — 0 ou 1 — en langage informatique). Dès lors, une question peut déjà se poser : qu'adviendra-t-il lorsque des micro-ordinateurs de 16, voire 32 bits attaqueront en force le marché ? Le standard MSX sera-t-il dépassé, se cantonnera-t-il aux machines essentiellement orientées vers les jeux, ou un standard MSX bis sera-t-il envisagé ? Une question qui risque de se poser à court terme.

La standardisation concerne aussi la mémoire ROM. Sa capacité a été fixée à 32 K octets et son contenu devra répondre à certains critères (notamment en ce qui concerne l'initialisation des "pointeurs" du microprocesseur — voir *Science & Vie* n° 808, p. 113). De même la mémoire RAM devra posséder une capacité minimale de 32 K octets et une possibilité d'extension jusqu'à 64 K octets au moins devra être prévue.

Le langage de base retenu est le MSX-Basic. Conçu par Microsoft, ce langage est très puissant, car de nombreuses possibilités ont été prévues dès le départ. Aussi faut-il déjà avoir une bonne habitude de la programmation pour l'utiliser pleinement. Toutefois, l'ensemble des commandes classiques restant disponible, un débutant n'aura pas trop de difficultés à utiliser des programmes simples. Et ce n'est qu'au fur et à mesure de ses progrès qu'il découvrira toutes les ressources du MSX-Basic.

La standardisation porte aussi sur certains dispositifs du micro-ordinateur. Le clavier tout d'abord devra être de classe professionnelle, c'est-à-dire comporter 73 touches type machine à écrire et 10 touches de programmation. Plus de clavier sensitif ou muni de touches gomme, donc, sur les appareils MSX. Ce point leur confère indiscutablement un grand confort

d'utilisation.

Dans le même ordre d'idée l'éditeur, c'est-à-dire l'ensemble des fonctions qui permettent de rectifier ou de modifier une ligne de programme, est extrêmement souple. Il est de type pleine page ; en d'autres termes il n'est pas indispensable de demander le numéro de la ligne à modifier pour y avoir accès, mais il suffit de promener un "curseur" sur l'écran jusqu'à le positionner à l'emplacement désiré pour pouvoir effectuer la modification. La frappe d'une correction se trouve donc grandement simplifiée.

L'affichage est aussi normalisé. En mode texte, le téléviseur présentera 24 lignes de 40 caractères chacune et les graphismes devront pouvoir être effectués en 16 couleurs avec une résolution de 256 par 192 points. Cette résolution graphique est tout à fait acceptable pour des machines destinées aux amateurs.

Enfin de nombreux dispositifs permettant au micro-ordinateur de communiquer avec des périphériques sont également standardisés. Notons, entre autres, un codage imposé pour la sauvegarde des programmes sur cassette (enfin !), une sortie imprimante, deux sorties pour manettes de jeux, un support pour la réception des cartouches mémoires et une prise d'extension donnant accès au microprocesseur en vue d'applications particulières.

Le gros avantage de cette standardisation, c'est qu'un programme conçu sur une machine MSX pourra être utilisé sans modification sur une machine de marque concurrente. Le transfert du programme pourra même se faire directement avec une cassette. Pour l'instant, la norme MSX n'est pas d'utilisation générale et les constructeurs proposent toujours des modèles non compatibles. Sur un marché en évolution rapide, certains micro-ordinateurs ont du mal à rester au goût du jour. Les constructeurs se hâtent alors de modifier quelques détails ou leur habillage.

C'est le cas, par exemple, chez Sinclair et Oric, dont les modèles Spectrum et Oric 1 ont été rajeunis

pour devenir du jour au lendemain Spectrum Plus et Atmos sans grandes modifications internes. Mais ne généralisons pas. Parmi les nouveau-nés certains appareils semblent cependant prometteurs. Nous vous proposons donc un bref tour d'horizon de ces micro-ordinateurs ainsi que des modèles plus anciens mais toujours très prisés.

Le ZX 81 en est l'exemple par excellence : toujours pas détrôné car il reste unique dans sa catégorie. On pourrait dire que le ZX 81 reste à l'informatique domestique ce que le Solex est à la moto de grosse cylindrée. Malgré son extrême lenteur d'exécution des programmes et sa mémoire embryonnaire en version de base, il reste une excellente machine pour débuter. Comme le proclame une publicité faite hors de France : « Pourquoi dépenser 5000 F pour constater ensuite que vous détestez l'informatique ? » Son Basic simple et clair est facilement exploitable. Certains le trouveront incomplet, mais est-il indispensable de doter une machine d'initiation d'un langage riche en nuances ou en subtilités ? Deux défauts subsistent sur le ZX 81 : un clavier sensitif peu agréable et une image fatigante pour les yeux en cas d'usage intensif.

Son grand frère, le ZX Spectrum Plus, n'est en fait qu'un Spectrum version 48 K RAM avec un nouvel habillage. L'électronique interne est inchangée ; il n'est donc pas étonnant que ces deux appareils soient entièrement compatibles. Sur le Spectrum Plus le clavier est toujours constitué de touches gomme, mais chacune est recouverte d'un plastique rigide. Si l'esthétique de l'appareil s'en trouve améliorée, le confort de frappe, par contre, ne l'est guère.

En ce qui concerne les avantages notons un langage accessible à tous et suffisamment complet pour permettre la réalisation de programmes sérieux, une bonne capacité mémoire et un très bon éditeur bien qu'il ne soit pas pleine page. Nous regrettons, par contre, un léger manque de rapidité d'exécution des programmes en Basic.

L'Oric Atmos constitue une version améliorée de l'Oric 1. Ici encore le clavier a été changé. L'Atmos est donc équipé d'un clavier type machine à écrire assez agréable d'emploi malgré une légère tendance des touches à rebondir.

Parmi les principaux atouts de cette machine, mentionnons son générateur de sons équipé de bruitages pré-programmés directement accessibles depuis le Basic et une mémoire ROM améliorée par rapport à celle de l'Oric 1 (certaines instructions complémentaires ont été introduites et de nombreux vices de conception pouvant provoquer le "crash" du programme ont été éliminés ; il en reste malheureusement encore). Nous reprocherons à l'Atmos, d'une part, son éditeur inexploitable, rendant fastidieuse la modification de lignes, d'autre part, sa double alimentation nécessaire au fonctionnement de la fiche périphérique de téléviseur.

Le TO 7/70 de Thomson est une version améliorée du TO 7. Parmi les améliorations notons le nombre de couleurs portées à 16 et la très forte capacité de mémoire de base, 70 K, extensibles à 128 K. Le clavier reste assez peu agréable et n'est pas à la hauteur du reste de la machine.

Le MO 5, toujours chez Thomson, n'a plus qu'à faire ses preuves : c'est une bonne machine. En principe, ce micro-ordinateur devrait avoir un long avenir devant lui car le constructeur doit proposer des extensions telles qu'incrustation d'images vidéo, numérisation d'image, modem, crayon optique, unités de disquettes, etc. Comme sur le TO 7/70, le clavier n'est guère satisfaisant.

Chez Matra, Alice 90 succède à Alice, sa petite sœur. La présence du langage Assembleur résident, en plus du Basic, est intéressante pour tout amateur souhaitant avancer dans l'apprentissage de l'informatique. Signalons aussi la possibilité d'afficher sur l'écran des lignes de 80 caractères chacune (format professionnel). Alice 90 est équipé d'un clavier type machine à écrire agréable d'emploi. Un point faible à signaler

cependant, la médiocre résolution de l'image en mode graphique.

Le Commodore 64 reste l'un des grands classiques de la micro-informatique malgré un Basic assez moyen. Le générateur de son intégré offre de bonnes possibilités mais il reste délicat à utiliser.

Six micro-ordinateurs de la norme MSX ont retenu notre attention. Du fait de leur standardisation, leurs caractéristiques essentielles sont très voisines. La plupart des différences portent sur les détails ou sur leur esthétique. La seule différence importante à noter concerne la capacité réelle de leur mémoire vive.

Nous avons examiné la plupart des appareils disponibles, et les six modèles que nous avons sélectionnés nous ont paru intéressants pour leurs qualités ou pour les usages auxquels ils sont plus particulièrement destinés : l'Atari 600 XL, le Philips VG-8000 et le Yeno DPC-64, destinés tous deux aux jeux et à l'éducation ; le Canon V-20, convenant au traitement de texte ; le Yamaha YIS-503-F, à vocation musicale ; le Sanyo PHC-28S et le Yashica YC-64, à programmes mutiples.

Tous possèdent un générateur de sons, une prise périphérique et une possibilité de traitement graphique en 16 couleurs.

Si le Canon V-20, le Yeno DPC-64 et le Yashica YC 64 ont une excellente mémoire vive de grande capacité réelle (28 kiloctets), la mémoire utilisable du Philips VG-8000 et du Sanyo PHC-28S, par contre, est de faible capacité (12 kiloctets).

Le Yamaha YIS-503-F est tout particulièrement orienté vers la musique. Sur le plan de l'informatique pure il reste comparable à n'importe quel compatible MSX, mais la possibilité de lui raccorder un synthétiseur le transforme en un instrument de musique aux possibilités quasi illimitées.

Le Yashica YC-64 est le premier micro-ordinateur commercialisé en France par cette firme japonaise, plus connue ici pour ses productions photographiques.

Certains de ces micro-ordinateurs bénéficient parfois de qualités sur des détails en apparence

(suite du texte page 178)

LE 8 mm EST ARRIVÉ

C'EST LA PREMIERE VERITABLE
REVOLUTION EN VIDEO

depuis que le magnétoscope existe. Lorsque ce numéro de *Science & Vie* sera disponible dans les kiosques, le premier camescope (caméra vidéo à magnétoscope incorporé) au standard international 8 mm arrivera sur le marché français.

En 1980, lorsque M. Akio Morita, PDG de Sony au Japon, vint à Paris pour présenter le Video Movie, prototype de camescope 8 mm, il annonça que son lancement international viendrait en 1985.

Promesse tenue. Comme nous l'avons annoncé le mois dernier, la version commerciale du premier camescope 8 mm, le Sony Video CCD-8E, arrive ce mois-ci sur le marché européen, y compris en France. Ce faisant, Sony bouscule quelques prévisions.

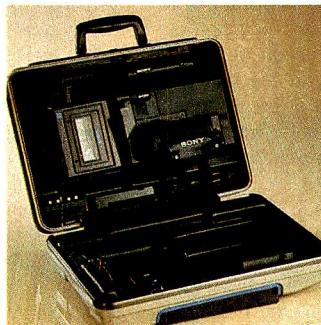
Tout d'abord, la vidéo 8 mm n'était attendue en Europe qu'à l'automne prochain et, en France, au plus tôt fin décembre, où elle devait être lancée par Kodak dont le procédé Kodavision est en vente aux Etats-Unis depuis environ 6 mois avec des modèles pour le système NTSC de TV couleur. L'Europe attendait les versions PAL et SECAM. Sony proposera d'emblée une version PAL avec un transcodeur SECAM intégré au bloc d'alimentation qui permettra la lecture sur tous les téléviseurs familiaux. Il faut d'ailleurs noter que les nouveaux téléviseurs qui seront vendus dès cette année seront pratiquement tous des récepteurs PAL-SECAM (¹) et qu'ils se-

ront donc utilisables sans transcodeur avec le camescope Sony.

Par ailleurs, la vidéo 8 mm devait être constituée seulement d'appareils de prise de vue. La durée limitée des cassettes, 1 heure, ne permettait guère d'envisager la réalisation de magnétoscopes 8 mm pour l'enregistrement des émissions de télévision. Mais Sony a conçu une électronique miniaturisée qui permet des enregistrements à vitesse réduite sans perte de qualité excessive. Ainsi une cassette de 90 minutes autorise-t-elle 3 heures de programme.

Le démarrage de la vidéo 8 a été plus rapide que prévu, tant pour Kodak aux Etats-Unis que pour Sony au Japon. Cette dernière firme vend actuellement sur le territoire national autant de camescopes 8 mm que d'appareils Betamax. Elle espère en vendre au moins 500 000 dans le monde cette année (dont 10 000 en France).

Il est probable que le succès du 8 mm ira en s'accélérant car le procédé a de sérieux atouts. C'est le premier standard international adopté par 127 firmes. Le public n'a donc pas à craindre l'incompatibilité de procédés différents comme cela s'est passé avec le VHS, le Beta et le V 2 000. C'est au surplus un standard durable et



Léger et maniable, voici le camescope Sony Video CCD-8E. En état de marche, il pèse environ 2 kg. Il tient dans une mallette qui facilite son transport et le protège.

éolutif.

Déjà plusieurs firmes (Sony, Toshiba) ont adopté sur leurs appareils une technique dite de "multiplexage du son et de l'image". Sans entrer dans les détails indiquons qu'elle permet une amélioration du son (haute fidélité, éventuellement stéréophonie) et un passage à un standard unique de télévision. L'Europe a en effet choisi des techniques similaires pour améliorer la télévision avant 1990 et supprimer les systèmes PAL et SECAM après 1995 (voir dans le présent numéro notre article sur la télévision haute définition). Une autre prévision s'est trouvée dépassée : celle concernant la qualité de l'image 8 mm. Les démonstrations faites jusqu'ici en Europe avec des prototypes comme ceux de Philips ou de Matsushita donnaient une bonne image mais de finesse inférieure à l'image d'un enregistrement VHS ou Beta.

Le public a pu voir, au Salon son et image vidéo de Paris en mars, que le Video 8 de Sony donnait une

qualité visuellement comparable à celle d'une image Betamax. Cette amélioration de qualité a été obtenue à la fois par le recours à un nouveau type de bande magnétique à particules de métal pur qui double la densité des informations pouvant y être enregistrées, et par les progrès réalisés sur la microélectronique de la caméra. Si les appareils qui vont être commercialisés ce mois-ci ont les mêmes performances que ceux utilisés lors des présentations, le grand public se tournera rapidement vers le 8 mm.

Est-ce à dire que les systèmes Beta et VHS sont condamnés ? A moyenne échéance, disons dans 4 à 5 ans, c'est probable. Du moins en tant que produits grand public. Car les appareils VHS et Beta vont bénéficier des progrès qui permettent aujourd'hui le lancement du 8 mm, notamment en ce qui concerne les bandes magnétiques. Ainsi les caméscopes Beta ou VHS vont-ils acquérir les performances de matériel de studio et devenir les outils parfaits des reporters de télévision.

Il y a là une évolution que nous avons connue dans d'autres domaines. Le cinéma 16 mm, format d'amateur à l'origine, est devenu professionnel avec le développement du cinéma 8 mm. Dans le domaine du son, le magnétophone à bobines portatif, de type amateur au début, est aussi devenu professionnel avec le succès du magnétophone à cassette.

Revenons au caméscope Sony Video 8. C'est un appareil de 2 kg, enregistreur et lecteur, doté d'un viseur électronique. Le système d'enregistrement est classique à 2 têtes tournantes, assurant un balayage hélicoïdal. Le signal de chrominance (couleur) est enregistré en modulation de fréquence. Les têtes sont du type haute densité avec un entrefer dont la largeur est pratiquement la moitié (0,25 micromètre) de celle des têtes Betamax.

L'analyse de l'image est assurée par un DTC (dispositif à transfert de charge, CCD en anglais) constitué de 290 000 cellules. L'ensemble de cette électronique (analyseur DTC, têtes haute

densité, circuits de multiplexage), associée à la nouvelle bande métal pur, a permis d'accroître la définition et la pureté de l'image. Selon Sony, la résolution horizontale est de 330 lignes (alors qu'on n'atteint jamais 300 lignes en VHS ou en Beta). Tous les organes du Sony Video 8 ont été miniaturisés. Le volume des parties mécaniques et des circuits est de 70 % inférieur à celui du plus petit des enregistreurs Betamax. Les circuits LSI (*Large Scale Integration*) utilisés réduisent de 20 % la consommation électrique (7 W, avec une tension de 5 V).

Le recours à la CAO (conception assistée par ordinateur) a permis, d'une part, d'augmenter la fiabilité du caméscope malgré la présence d'une électronique très dense, d'autre part, d'assurer une meilleure productivité en fabrication.

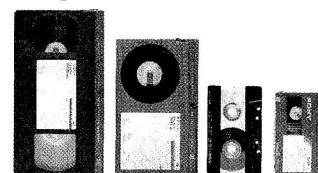
Enfin, en ce qui concerne la partie sonore, le Video 8 possède des qualités haute fidélité qui procèdent de deux caractéristiques :

- les techniques de multiplexage des signaux audio et vidéo (qui par la suite permettront le son numérique, comme sur un disque compact à lecture par laser);
- l'enregistrement en modulation de fréquence par 2 têtes tournantes et balayage hélicoïdal.

Bien entendu le Sony Video 8 possède tous les raffinements qui

facilitent sa mise en œuvre par un amateur : prise casque, microphone incorporé, arrêt sur image, exposition automatique, zoom à moteur (type macro de 12-72 mm), balance automatique des blancs, télécommande, etc. Seule ombre à ce tableau : le prix. Pour l'instant le Video 8 reste un matériel coûteux : 15 000 F environ en PAL, plus de 17 000 F avec le convertisseur SECAM. Mais ce n'est qu'un début.

Suivant de près Sony, deux autres firmes, Pioneer et Toshiba, ont présenté des caméscopes ayant les mêmes performances. Le Toshiba, en particulier, est un appareil modulaire. Ainsi, le magnétoscope peut-il être séparé de la caméra et utilisé comme modèle de salon. De plus, grâce à un codeur, il autorise l'enregistrement numérique stéréophonique du son (même technique que le disque compact). Le Video 8 Toshiba apparaît en définitive comme le premier appareil universel 8 mm utilisable indifféremment comme magnétophone ou comme magnétoscope.



La cassette vidéo 8 (à droite) ne se contente pas d'être moins grosse que les modèles VHS et Beta (de gauche à droite) ; elle est même un peu plus petite que la cassette compacte audio.

LES PREMIERS MATERIELS DISPONIBLES

MARQUE	MODÈLE	CONSTRUCTEUR	COMMERCIALISATION
CANON	CANOVISION 8	CANON	FÉVRIER 1985 AU JAPON ET AUX ETATS-UNIS EN NTSC.
FUJI	FUJIX 8	SONY (SAUF OPTIQUE : FUJI)	AVRIL 1985 AU JAPON (PROBABLE) EN NTSC.
GENERAL ELECTRICS	?	MATSUSHITA	DÉBUT 1985 AUX ÉTATS-UNIS EN NTSC.
KODAK	2 MODÈLES KODAVISION	MATSUSHITA	DEPUIS FIN 1984 AUX ÉTATS-UNIS EN NTSC. FIN 1985 EN EUROPE EN PAL. VERSION SECAM FIN 1985 OU DÉBUT 1986.
KYOCERA (YASHICA)	?	SONY	SANS DOUTE AVRIL 1985 AU JAPON EN NTSC.
PHILIPS	KRR 8500 PROTOTYPE	PHILIPS	NON PRÉCISÉ AU MOMENT DE METTRE SOUS PRESSE.
PIONEER	VXM-70	SONY	MARS 1985 AU JAPON EN NTSC.
POLAROID	POLAROID 8	TOSHIBA	DÉBUT 1985 AUX ÉTATS-UNIS EN NTSC.
RCA	?	HITACHI	DÉBUT 1985 AUX ÉTATS-UNIS EN NTSC.
SANYO	VIDÉO 8	SANYO	NON PRÉCISE
SONY	VIDÉO 8	SONY	JANVIER 1985 AU JAPON EN NTSC ; MAI 1985 EN EUROPE EN PAL ET SECAM.
TOSHIBA	MAGNÉTOSCOPE 8 mm	TOSHIBA	MAI 1985 AU JAPON ET FIN 1985 EN EUROPE

SECAM deviendront de plus en plus rares. C'est un premier pas vers la standardisation des télévisions européennes à partir des procédés "C-Mac" et "D2-Mac" dans les

prochaines années et par suppression des systèmes PAL et SECAM vers 1995.



GITANES

Allumettes Seita en vente dans les bureaux de tabac.

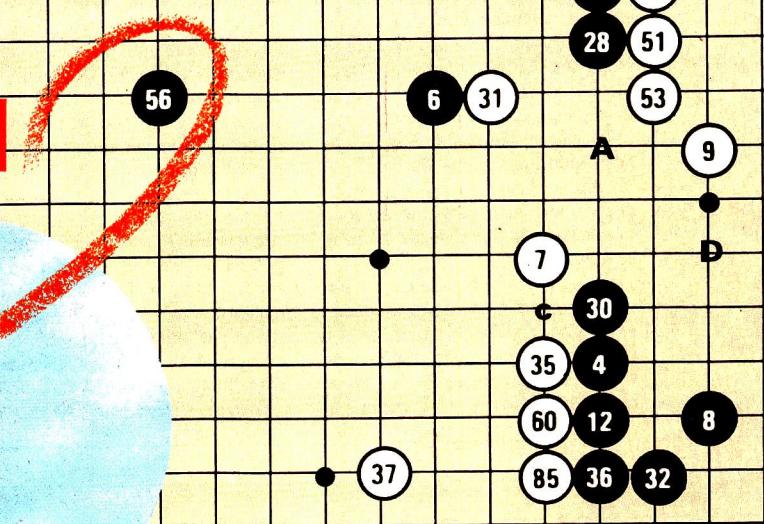
A large, stylized graphic of the words "SCHEISS" and "& JEWEL" is overlaid on a grid of light blue and white horizontal and vertical lines. The letters are rendered in various shades of gray, black, and red. The "S" in "SCHEISS" is particularly prominent, with a thick black outline and a textured, hatched interior. The "&" symbol is a bold, solid black shape. The "JEWEL" part of the word is partially visible on the right, with a large red letter "E" and some blue and yellow shapes below it. The overall effect is a mix of hand-drawn and digital graphic styles.

Blancs:
KITANI!

Noirs:
TAKAGAWA

QUIERÉS TU?

LE VOYAGE TERRE LUNE



ÉLECTRICITÉ : LA MACHINE DE WIMSHURST (II)

Sans les machines électriques, que resterait-il de la civilisation industrielle ? Des locomotives à vapeur et des tracteurs diesel, des machines à calculer par courant fluide, des avions, des bombes, des canons ; l'éclairage au gaz, le téléphone par tuyau acoustique, le démarrage à la manivelle, mais ni télévision, ni machine à laver, ni perceuse à percussion, ni magnétophone, ni montre à quartz — pour ne citer que quelques objets d'usage absolument courant ; dans les laboratoires et les usines, ce serait carrément la panique.

Cela dit, le monde n'est pas à refaire, l'électricité est là depuis la nuit des temps mais, comme nous l'avons vu dans notre précédent article, il a fallu beaucoup de temps pour que l'homme s'en aperçoive. Les éclairs et la foudre étaient pourtant là depuis le début, l'électrisation des corps était connue dès l'antiquité grecque, mais il faudra attendre le XVIII^e siècle pour qu'on apprenne sérieusement les expériences élémentaires. Ces premiers essais concernaient, bien sûr, l'électricité statique, celle obtenue par frottement, et c'est à partir de là qu'on allait construire les premières machines électriques dont l'importance historique est essentielle.

Ce sont aussi les seules machines capables de délivrer des tensions énormes (de 100 000 à 250 000 volts) et donc de reproduire en miniature ces phénomènes naturels que sont les éclairs. Les décharges de ce type permettant des effets spectaculaires ont l'avantage d'illustrer de manière clairement visible l'écoulement du courant dans l'air. Enfin, la machine électrostatique est normalement un engin fort coûteux que seule l'ingéniosité de Pierre Courbier a permis de ramener à un prix très modeste.

Toutefois, la machine de Wimshurst que nous avons retenue reste un appareil assez complexe dont ni la description, ni le principe de fonctionnement, ne pouvaient tenir en seul article.

Dans notre précédent numéro nous avons considéré les premières expériences d'électrisation qui se manifestent par des forces attractives ou répulsives. Ces forces qui agissent à distance, comme le

magnétisme et comme la gravité, sont toujours une énigme pour les physiciens. Par contre, leurs effets sont maintenant parfaitement connus, décrits et prévisibles dans un cadre mathématique qui est celui des champs vectoriels. Pour être juste, il faut bien rappeler qu'il s'agit d'une description des effets et nullement d'une explication ; un corps électrisé peut en attirer un autre à distance, tout comme un aimant attire un clou ; comment et pourquoi ? La vérité oblige à dire que personne n'en sait rien.

Nous en resterons donc aux faits d'expériences décrits dans l'article précédent : le frottement fait apparaître des charges électriques, qui peuvent être positives ou négatives, et qui ont la propriété de s'attirer ou de se repousser, selon qu'elles sont de signes contraires ou de mêmes signes. Qui plus est, l'expérience montre que l'apparition d'une charge d'un certain signe est toujours accompagnée de celle d'une charge de signe opposé, égale en valeur absolue. La somme algébrique des charges existantes est donc constante ; c'est là le principe de conservation de l'électricité, énoncé par Franklin dès 1750, principe qui s'est toujours avéré exact.

On peut considérer que ce principe découle de ce que les phénomènes d'électrisation et de neutralisation mettent toujours en jeu des nombres égaux de charges élémentaires positives ou négatives. Ces charges unitaires sont portées par les éléments constitutifs de la matière, à savoir les électrons négatifs et les protons positifs. La troisième particule fondamentale n'a aucune charge, d'où son nom de neutron. Il en résulte que la charge d'un corps quelconque est toujours multiple de la charge élémentaire, celle du proton ou de l'électron, qui vaut $1,6 \cdot 10^{-19}$ coulomb. Il n'existe pas de charge inférieure à cette valeur, ni de charge intermédiaire entre 1,6 – 3,2 – 4,8... etc. 10^{-19} C. Le phénomène d'électrisation est donc essentiellement discontinu.

Dans le numéro du mois dernier, nous avons considéré l'électrisation par frottement, puis par contact qui permet le transfert des charges d'un corps à un autre. Il nous faut maintenant voir une troisième voie, l'électrisation par influence, qui joue un rôle primordial dans notre machine de Wimshurst : un corps conducteur s'électrise s'il est placé au voisinage

d'un corps électrisé. Il revient à l'état neutre lorsqu'on l'éloigne du corps influençant.

Lorsqu'on approche celui-ci, par exemple chargé positivement, d'une barre métallique, l'extrémité la plus proche se charge négativement tandis que des charges positives apparaissent à l'autre bout. Tout se passe comme si les charges négatives étaient attirées par le corps électrisé tandis que les charges positives étaient renvoyées de l'autre côté. En fait, ce sont les électrons libres présents dans tout métal qui se déplacent en laissant à l'autre bout des atomes ayant plus de protons que d'électrons, et donc positifs.

L'électrisation par influence explique l'attraction d'un corps neutre, telle qu'une balle conductrice isolée B, par un corps électrisé C. Supposons que celui-ci ait une charge négative ; par influence, des charges positives vont apparaître sur B du côté de C, et des charges négatives de l'autre côté. Celles-ci étant plus loin, c'est l'attraction de charges opposées qui va dominer et la balle va venir au contact de C – à ce moment, comme nous l'avons vu la fois précédente, les charges positives vont être neutralisées par C négatif et il ne reste plus que des négatifs face à face : il y a répulsion.

Tous ces effets à distance, qui n'ont besoin d'aucun support matériel puisqu'ils se manifestent même dans le vide, sont correctement décrits par un certain nombre de lois et de formules faisant intervenir la notion de champ électrique. En fait, quand il s'agit de charges en équilibre et au repos, on parle plutôt de champ électrostatique, mais comme en pratique il y a presque toujours des charges en mouvement, le terme de champ électrique convient aussi bien.

La notion de champ, qui est fondamentale, a déjà fait l'objet d'une étude dans cette rubrique au mois de décembre, et nous y reviendrons donc brièvement ; on appelle champ une région de l'espace où règnent certaines propriétés : une pièce de fer va s'y déplacer, il y règne une certaine pression, ou une certaine température, et ainsi de suite. Etant donné que nous vivons dans une atmosphère qui en chaque point a une certaine densité, une certaine température, une certaine vitesse,

etc., nous vivons constamment dans des champs qui n'ont rien à voir avec labourage et moisson, mais qui ont pourtant un sens bien précis.

Du point de vue mathématique, on appelle champ vectoriel (ou scalaire) un espace dans lequel un vecteur (ou un nombre) d'un certain type est bien déterminé en chaque point à chaque instant. Pour définir un champ il faut donc connaître deux choses : un système de coordonnées permettant de repérer la position quelconque d'un point de l'espace et un système de paramètres permettant d'attribuer à chaque point, en fonction du temps et de ses coordonnées, soit un nombre seul mesurant l'intensité de la grandeur étudiée (champ scalaire), soit un nombre et une direction (champ vectoriel).

Un point de l'espace étant repéré par trois nombres (longueur, largeur, hauteur), ce qui caractérise le champ, ce sont les conditions qui s'exercent dans cet espace en un point quelconque pour un instant donné. Dans notre machine électrostatique, nous aurons affaire au champ électrique qui se manifeste autour de tout corps chargé. Quand on frotte un tube de plastique avec un tissu isolant on modifie les propriétés de

l'espace environnant, ce qui ne veut pas dire qu'on en change toutes les caractéristiques : la température ne bouge pas, la densité de l'air reste la même et l'éclairage est identique.

Pourtant, l'espace autour du plastique n'est plus le même qu'avant : les poussières sont déplacées, les fils sont attirés, et une petite boule de polystyrène expansé lancée à proximité va changer de trajectoire. Certaines propriétés de l'espace dépendent donc de la présence du corps électrisé, ce qui conduit les physiciens à dire que celui-ci crée un champ de forces électriques. Par nature ce champ est vectoriel : si on place une petite boule métallisée très légère au voisinage du plastique, elle sera attirée ou repoussée selon son état d'électrisation. Un dynamomètre

très sensible permettra de mesurer l'intensité de cette force, premier élément caractérisant l'influence du champ électrique en ce point. Mais cette force est en plus dirigée vers un certain point de l'espace, celui que va rejoindre la boule dans son mouvement l'instant suivant : cette direction dans laquelle agit la force est le second élément caractéristique du champ.

En multipliant les mesures autour du corps électrisé avec toutes sortes de matériaux, on montre que la force d'attraction, ou de répulsion, varie avec le carré de la distance et avec la charge électrique des corps en présence. Le résultat de ces expériences peut alors se mettre sous forme d'équations qui caractérisent le champ électrique. Pour une valeur de charge connue placée en un point donné de l'espace, ces équations permettent de donner la direction et l'intensité de la force exercée à distance par le corps électrisé ; elles définissent donc complètement le champ pour un instant donné — avec les corps électrisés, ce champ peut varier assez rapidement dans le temps, car la charge a tendance à se dissiper dans l'air, surtout s'il est humide.

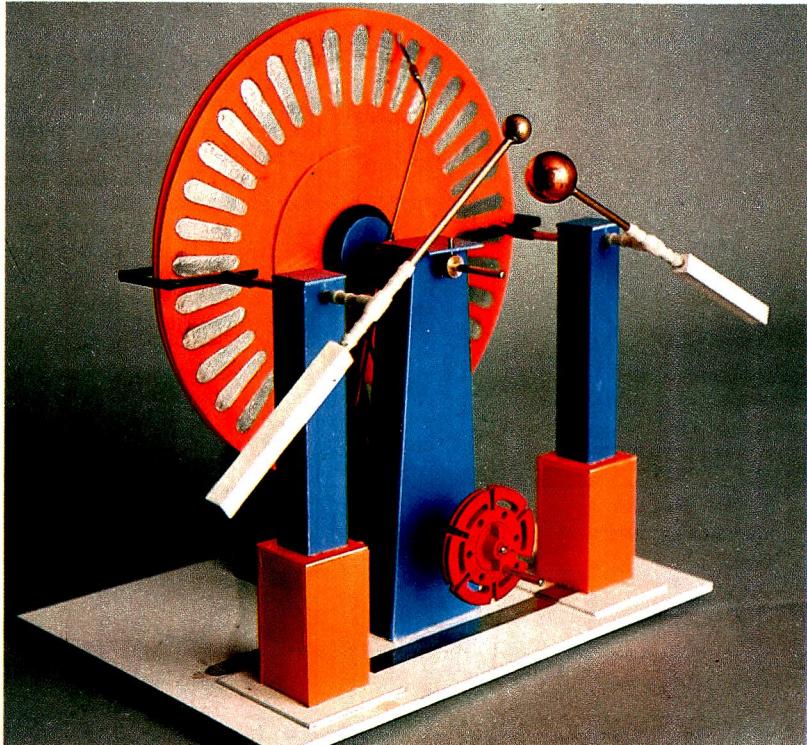
On l'appelle champ vectoriel parce qu'à tout point de l'espace on peut assigner une petite flèche (un vecteur) dont la longueur mesure la valeur de la force et dont la pointe indique la direction de cette force. C'est ce champ qui agit à distance et permet d'interpréter l'électrisation par influence. Celle-ci, comme nous le verrons le mois prochain, joue un rôle primordial dans notre machine de Wimshurst dont nous allons maintenant considérer la deuxième phase de la construction.

Dans notre précédent numéro, nous avons vu la construction du socle, des colonnes et des supports de la machine. Nous poursuivons cette fois avec les plateaux et la mise en place des principaux éléments mécaniques. Pour être juste, la fabrication des plateaux de la machine de Wimshurst demande quelque attention si l'on veut obtenir du premier coup un bon résultat. Ceux qui disposent d'une perceuse montée sur un bâti vertical auront toutes les chances de forer des trous bien centrés et perpendiculaires au plan du disque.

Ceux qui ne possèdent pas ce type de matériel ne doivent pas se décourager car nous exposerons le moyen



Une reproduction miniature de phénomènes naturels... comme les éclairs



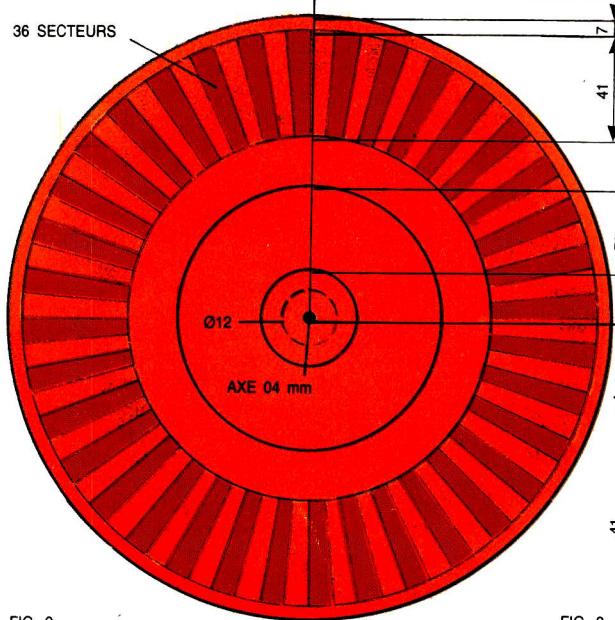


FIG. 2

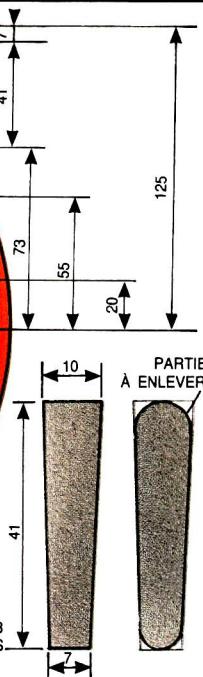
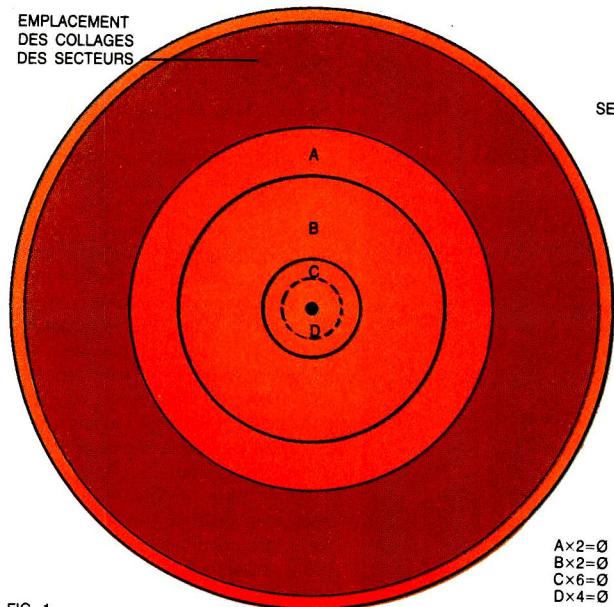
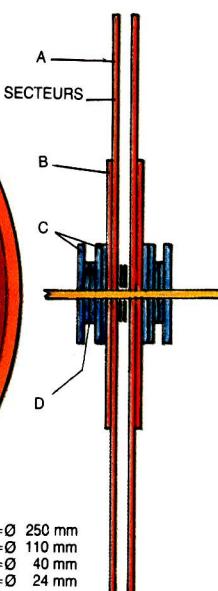
FIG. 3
LES SECTEURS

FIG. 1



$A \times 2 = \varnothing 250 \text{ mm}$
 $B \times 2 = \varnothing 110 \text{ mm}$
 $C \times 6 = \varnothing 40 \text{ mm}$
 $D \times 4 = \varnothing 24 \text{ mm}$

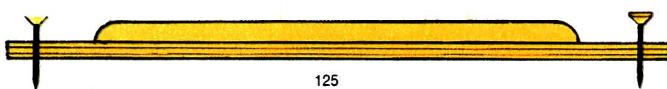


FIG. 4 COMPAS DE DÉCOUPE

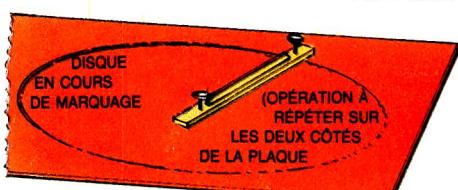


FIG. 5 LA DÉCOUPE PLAQUE DE POLYSTYRÈNE

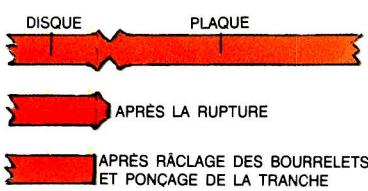


FIG. 6

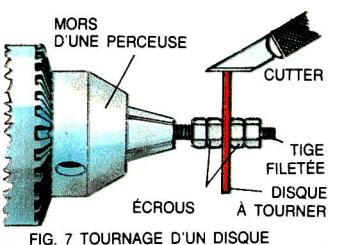
d'y parvenir dans des conditions acceptables grâce à une astuce qui, justement, a été employée exprès pour la construction du prototype. Chaque plateau — voir figures 1 et 2 — est constitué de 7 disques superposés et concentriques, découpés dans du polystyrène de 2 mm d'épaisseur. Les deux plus grands disques seront revêtus de 36 secteurs en étain répartis régulièrement en couronne.

Les essais prouvent que, excepté l'or (un peu coûteux pour cette rubrique bien que les cours soient actuellement bien bas), l'étain est le métal qui convient le mieux pour réaliser les secteurs. L'aluminium pourrait à la rigueur être employé mais, sous faible épaisseur, il serait très vite usé par le frottement des balais et, trop épais, il les détruirait. On emploiera donc de la feuille d'étain de 1 ou 2 dixièmes de millimètre (prévue dans la liste des fournitures décrites le mois dernier, que l'on aplana soigneusement avant d'y tracer, avec une pointe mousse, les 36 secteurs aux cotes données figure 3).

La meilleure façon de procéder consiste à préparer un gabarit en polystyrène ayant le profil de la figure 3 ; on notera que les angles du trapèze sont arrondis : ce n'est point pour faire joli, mais pour éviter les amorcages entre secteurs qui ne manqueraient pas de se produire si on laissait des angles vifs. On posera le gabarit sur la feuille d'étain et on marquera légèrement son contour avec une pointe mousse (à la rigueur un crayon à bille conviendrait).

Le tracé suffira pour que l'on puisse ensuite découper les 36 secteurs avec des ciseaux. On terminera en aplatisant bien les pièces entre deux plaques de polystyrène.

On passe ensuite à la découpe des plateaux en tâchant de perdre le moins de matière possible. Pour cela, avec des disques en papier, on dispose sur les plaques du polystyrène (2 mm d'épaisseur) les 14 disques qui composent les deux plateaux comme indiqué sur la figure 1,



en cherchant à perdre le moins de place possible. On veillera toutefois à laisser un intervalle suffisant, 8 mm environ, entre les circonférences afin de permettre une découpe aisée.

Sur les deux grands disques A on tracera soigneusement les emplacements de collage des disques B et les emplacements de collage des 36 secteurs. Mais, pour ce faire, on n'emploiera pas un crayon car la trace laissée par la mine de graphite aurait une conductibilité électrique suffisante pour provoquer par la suite des fuites de courant. Il ne faut pas oublier que la machine va produire de la très haute tension et que, si l'on veut obtenir de longues et brillantes étincelles, il faut réduire au minimum les déperditions électriques. Pour marquer les emplacements de collage, on utilisera donc une pointe aiguë genre pointe de compas.

Pour tracer les 36 rayons (de 10° en 10°) on se servira d'un rapporteur en veillant à obtenir la meilleure précision possible ; en effet, les secteurs sont assez serrés et à la limite de l'amorçage ; les rapprocher encore par erreur augmenterait beaucoup les risques de fuite.

Une fois ce tracé terminé, il reste à

découper les 14 disques constituant les deux plateaux. La méthode passe par un instrument spécifique au hobbystyrène, le compas de découpe, qu'il va falloir construire avec des chutes de plastique. La figure 4 montre comment procéder pour l'instrument destiné à la découpe des deux grands disques A. Pour les autres, on fera un compas identique, mais moins grand.

Trois bandes de 170 × 30 mm seront découpées et collées en superposition. On enfoncera un premier clou en acier trempé (clou de crochet X) chauffé et tenu avec des pinces : il pénétrera sans difficulté dans le plastique et, après refroidissement, restera solidement assujetti. A 125 mm du premier, on en fixera un second en employant la même méthode.

La mise en œuvre du compas de découpe est très simple ; elle est illustrée figure 5. On commence par trouver le centre du futur disque avec un clou chauffé, de même diamètre que l'une des pointes du compas. Ensuite, on introduira une des pointes du compas dans ce trou et, avec l'autre, on marquera un sillon circulaire en faisant tourner la plaque

sous cette pointe — ou en faisant tourner tout le compas. Pour que la rupture soit aisée, on passera plusieurs fois dans le même sillon, et on recommencera sur l'autre côté de la plaque comme indiqué figure 6. On enlèvera le disque par ruptures successives et on poncera soigneusement les tranches. Si la pièce était difficile à détacher, il faudrait reprendre les sillons un peu plus profonds.

Si l'on veut obtenir des tranches circulaires parfaites, surtout pour les disques de petit diamètre, il est possible de les tourner en les fixant dans les mors d'une perceuse et en appliquant une lame de cutter en guise d'outil de coupe : on se reportera à la figure 7. Cette opération n'est pas indispensable mais elle améliore la présentation et, en ce qui concerne les quatre disques de 12 mm qui forment la gorge interne de la poulie, ce tournage régularise la rotation.

Comme pour le perçage, il faut faire attention car il est nécessaire de disposer d'une perceuse pouvant tourner à très petite vitesse, faute de quoi le plastique fondrait.

Il reste à percer un trou de 4 mm au centre de tous les disques ; exécutée avec une perceuse montée sur support vertical, cette opération ne pose aucun problème, et c'est ainsi qu'elle devrait être faite dans toute la mesure du possible ; mais nous avons pensé que certains de nos lecteurs ne disposaient pas d'un tel ensemble, et c'est pourquoi nous nous sommes imposé de procéder sans statif pour la réalisation du prototype.

L'objectif à atteindre, c'est que les plateaux tournent rond sans présenter aucun voile ; sinon ils toucheraient les dents des peignes. Ceci exige que leur plan de rotation soit perpendiculaire à l'axe et, en dehors de la solution évoquée qui est évidemment la meilleure, il faudra procéder par tâtonnements après avoir percé les trous centraux avec une chignole à main.

On commencera par mettre en place sur l'un des supports, collé à son emplacement sur le socle comme prévu dans l'article précédent, l'axe de 4 mm long de 200 mm qui sera immobilisé avec le serre-axe comme indiqué figure 8. Cet axe ne dépassera vers l'avant que de 40 mm, longueur suffisante pour les essais qui vont suivre. On enfilera ensuite les trois premiers disques, A, B et l'un des trois disques C, dans l'ordre indiqué figure 1 ; on aura préalable-

PLATEAU AVANT
SENS DE
ROTTION ARRIÈRE

CLIPS D'ÉCARTEMENT
FISCHERTECHNIK

SERRE-AXE À VIS

SERRE-AXE
EN LAITON (BALAIS)

RONDELLES

COURROIE
AVANT (CROISEE)

SUPPORT AVANT

PLATEAU ARRIÈRE
SENS DE
ROTATION DIRECT

POULIES SUPÉRIEURES

CLIPS D'ÉCARTEMENT
FISCHERTECHNIK

AXE FIXE Ø4

SERRE-AXE
EN LAITON (BALAIS)

COURROIE ARRIÈRE

ROUE DENTÉE Ø62
FACULTATIF

AXE INFÉRIEUR
Ø4 × 200

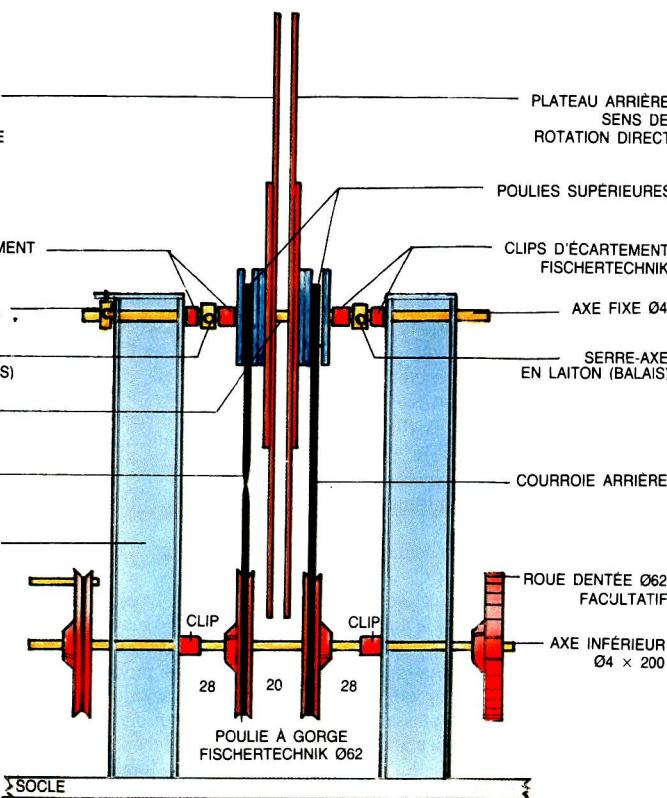


FIG. 8 MONTAGE MÉCANIQUE AVANT ARRIÈRE

ment enduit de colle type Uhu-Plast les faces qui doivent être en contact. Il est préférable ici d'utiliser de la colle et non du trichloréthylène car le temps de séchage est plus long et il faut un certain délai pour régler le plan de rotation.

Pour ce faire, on lancera les disques à la main et on vérifiera que la rotation se fait sans oscillation droite-gauche. Si c'était le cas, il est possible pendant quelques instants de rectifier le plan de rotation en forçant légèrement dans le sens opposé au côté voilé; on peut alors obtenir, sinon la perfection, du moins une très sensible réduction des irrégularités.

Notons que si, par malchance, ce réglage s'avérait insuffisant, la situation n'est pas encore désespérée; on peut terminer le collage des quatre autres disques, puis trouver une personne possédant une perceuse verticale et lui demander de forer un trou vraiment perpendiculaire; si à ce moment l'équilibre n'est pas atteint, il ne reste effectivement plus qu'à recommencer.

C'est pour éviter un travail assez long, et qui serait alors inutile, que nous n'avons pas encore collé les 36 secteurs en étain. Cette opération ne sera donc entreprise qu'après la fabrication des deux plateaux et le contrôle de leur rotation normale. Les 36 secteurs seront collés à leur emplacement exact en employant de la colle néoprène en gel (Uhu Contact). Ce travail doit être exécuté avec soin en évitant aussi bien les absences de colle que les excès.

Pour l'assemblage des éléments, on se reportera à la figure 8 qui montre la manière de procéder avec toutes les pièces actuellement réalisées. Pour l'instant, il s'agit seulement de les mettre en place provisoirement pour vérifier que tout fonctionne normalement. La conception est telle qu'il est possible de démonter sans décoller mais, pour le moment du moins, les supports ne seront pas collés définitivement — la technique de collage par points, préconisée dans l'article précédent, restera en vigueur.

Remarquons d'abord que les plateaux doivent tourner en sens inverse l'un de l'autre; pour cela, on croisera la courroie avant. Ainsi, lorsqu'on tournera la manivelle dans le sens des aiguilles d'une montre (sens négatif trigonométrique), le plateau

avant tournera en sens inverse du plateau arrière. Notons également que la machine doit être employée ainsi, faute de quoi elle ne fonctionnerait pas.

Le dessin de la figure 8 montre comment l'on disposera les poulies et les clips FischerTechnik; les deux serre-axes en laiton que l'on voit sur le dessin, de part et d'autre des disques, sont destinés à recevoir les tiges des balais dont la fabrication sera décrite dans le prochain article. Les poulies, une fois mises en place, seront serrées sur l'axe par leurs moyeux qui comportent une sorte de mors. Précisons tout de suite qu'il ne faudra pas mettre d'huile sur la partie de l'axe qui est serrée par les mors, faute de quoi les poulies patineront.

Une roue dentée facultative est représentée sur cette figure. Elle est destinée à engrenier sur la vis sans fin d'un moteur FischerTechnik qui présente l'avantage de pouvoir pivoter, et donc d'être désaccouplé très facilement. La motorisation de la machine est un luxe pour la plupart des applications; cependant, si certains voulaient en faire un usage intensif, par exemple démonstration de cours, il est souhaitable d'installer le moteur. Pour cela, il faut le mettre aux cotes en supprimant une partie de son socle et, après ajustage, le coller sur le socle de la machine avec une colle cyanocrylate.

L'intérêt du moteur, c'est de laisser les deux mains libres pour régler tous les montages annexes, la machine une fois terminée. En effet, obtenir de belles tétincelles est une chose intéressante, mais ce qui est encore plus important à observer c'est l'effet des hautes tensions sans décharge brutale: effluves, effet corona, fuite par les pointes, vent et tourniquet électriques, passage du courant dans un gaz rarefié, etc. Ce que nous verrons le mois prochain.

Le mois prochain, nous exposerois en détail, et toujours dans le même style pellucide et coruscant, la fabrication de la partie qui recueille les charges engendrées par les disques: les peignes, les balais et les éclateurs. A ce stade, les effets de la haute tension seront déjà visibles — et sensibles... Mais il faudra attendre encore un autre mois pour que se déploie vraiment toute la puissance de la machine au travers des accessoires que nous décrirons alors.

Renaud de LA TAILLE △

TOUS EN LIGNE (II)

Lart précis de disposer des points pour réaliser des alignements est un des monuments les plus aisément abordables de l'univers des mathématiques. La feuille de papier quadrillé en est le support idéal. Il ne semble pas y avoir de limites à l'expansion des figures bizarres que cette recherche peut engendrer. Elles sont dues à des lecteurs, stimulés par l'évocation de ce thème des alignements dans cette même revue et dans *Jeux et Stratégie* (n° 20).

Les figures 1, 2, 3, 4 et 5 sont de Didier Desnet, la figure 6 de Tristan Bardinet et les figures 7 et 8 de François Folacci.

L'objectif s'énonce ainsi, d'une manière générale : réaliser le maximum d'alignements possibles de 5 points avec le minimum de points.

Il en résulte :

- 1 et 2 : 25 points en 14 lignes de 5
- 3 : 27 points en 15 lignes × 5
- 4 : 23 points en 12 lignes × 5
- 5 et 6 : 19 points en 9 lignes × 5
- 7 et 8 : 25 points en 12 lignes × 5

Mais comment comparer et classer les qualités de ces résultats ? Seuls le premier et le dernier cas sont faciles à mettre en rapport : à nombre de points égal, il est plus remarquable d'avoir réussi un plus grand nombre d'alignements. Pour les autres, je propose une première approximation, consistant à soustraire le nombre de points réellement utilisé du nombre de points qui aurait été nécessaire si la figure avait été réalisée bêtement, chaque point n'étant utilisé que dans un seul alignement. On a ainsi, pour les 4 meilleurs cas :

$$\begin{aligned} 5 \times 14 - 25 &= 35 \\ 5 \times 15 - 27 &= 48 \\ 5 \times 12 - 23 &= 37 \\ 5 \times 9 - 19 &= 26 \end{aligned}$$

La meilleure figure serait ainsi la 3.

Mais ne faut-il pas introduire un coefficient modérateur, pour éviter de privilégier l'abondance de points, par rapport à des figures plus sobres, qui ont joué, peut-être avec mérite, l'économie de moyens ?

Comment alors chiffrer une préférence pour l'arachnéide figure 6

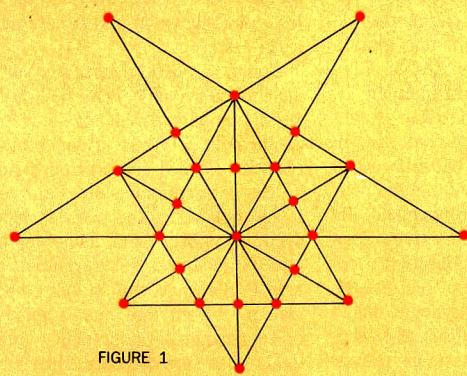


FIGURE 1

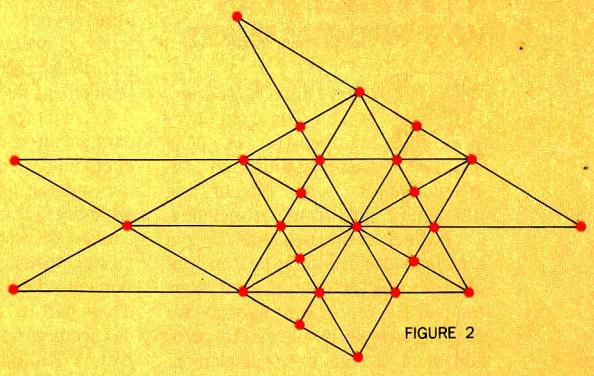


FIGURE 2

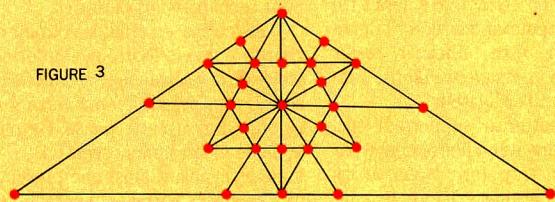


FIGURE 3

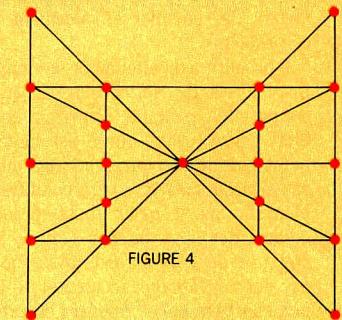


FIGURE 4

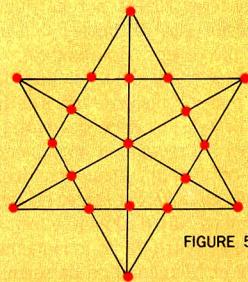


FIGURE 5

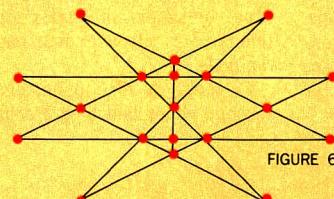


FIGURE 6

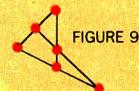


FIGURE 9

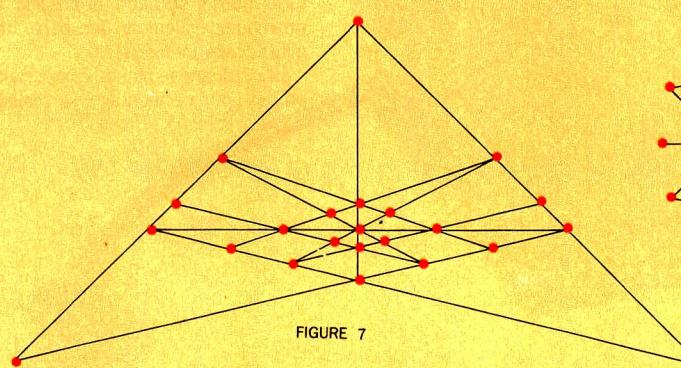


FIGURE 7

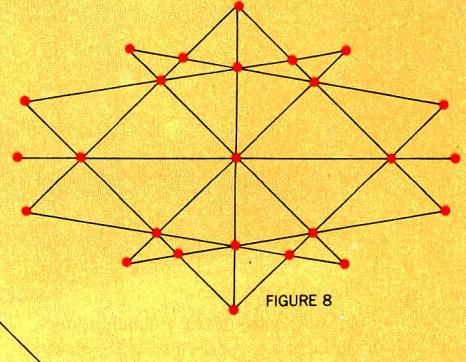


FIGURE 8

contre l'usine à gaz de la figure 3 ?

Une autre ligne (si j'ose dire) de recherche pour les amateurs d'alignements est de s'imposer, comme le suggère Stephen Ainley (*Mathematical puzzles*, Bell, 1977) le cadre de

l'échiquier. Ainsi, la figure 9 réalise 4 alignements de 3 pièces avec un total de 6 pions. Quels autres arrangements de 6 pions en 4 alignements peut-on découvrir sur un échiquier de 5×5 ?

Sauriez-vous disposer 10 pions en 5 alignements de 4 sur un échiquier de 7×7 ?

Et 15 pions en 6 alignements de 5 sur un échiquier de 11×11 ?

Pierre BERLOQUIN △

NE PERDEZ PLUS VOS PROGRAMMES

Si l'on coupe le courant, ou l'on débranche involontairement sa fiche d'alimentation, un micro-ordinateur perd toujours le programme qu'il avait en mémoire. Car celle-ci est une mémoire vive, qui a la fâcheuse habitude de tout oublier dès que l'alimentation est interrompue. Dès lors, si le programme n'a pas été sauvegardé sur cassette préalablement, il sera irrémédiablement perdu. Notre petit montage permettra de remédier efficacement à ce problème.

Il procurera en effet au programme une durée de survie, en cas de coupure de courant, d'environ une demi-heure. Cette durée est largement suffisante pour pratiquer une sauvegarde sur cassette, à condition bien sûr que le magnétophone soit équipé de piles. Si, par contre, la coupure de courant est provoquée par débranchement accidentel de la fiche secteur, celle-ci pourra être directement remise en place sans dommage pour le programme. Nous avons spécialement étudié notre montage pour le ZX 81, mais il sera possible, par simple remplacement des fiches de connexion, de l'adapter

contre, en cas d'interruption, les batteries prendront automatiquement le relais et maintiendront une tension suffisante pour assurer le bon fonctionnement du micro-ordinateur.

Ce montage ne constitue cependant pas un chargeur de batterie ; en effet, un groupe de batteries vides demanderait près de 50 heures pour atteindre sa charge maximale. Le courant de recharge ne servira donc qu'à compenser une utilisation occasionnelle des batteries. Ceci est dû, d'une part, à la technologie même des accumulateurs utilisés, et d'autre part, à l'utilisation normale prévue pour l'appareil. En effet il est impossible de prévoir une coupure de courant, sinon ce montage serait totalement dépourvu d'intérêt. Il devra donc, pour être efficace, rester branché en permanence entre l'alimentation et l'ordinateur.

Or les batteries supportent mal d'être rechargées en permanence par un courant trop fort. Nous avons donc volontairement limité le courant de charge à une valeur faible. Ainsi les accumulateurs supporteront sans dommage une recharge permanente en usage normal, mais par contre, en cas de décharge totale, elles demanderont beaucoup de temps pour retrouver leur capacité optimale.

Ce mode de fonctionnement correspond cependant bien à celui que

reils électro-ménagers, auxquelles les ordinateurs sont particulièrement sensibles.

Comme on peut le constater sur le schéma de principe, cette réalisation reste très simple. Voyons son fonctionnement en cas d'alimentation normale d'abord (par secteur), puis en cas de secours ensuite. Pour cela il est bon de noter que les blocs secteurs utilisés pour alimenter les micro-ordinateurs délivrent une tension filtrée, mais non stabilisée. En clair, ceci veut dire que la tension crête (maximale ponctuelle) qu'ils délivreront sera toujours supérieure aux 9 V indiqués. C'est cette particularité que nous mettrons à profit pour recharger nos batteries.

Dans ce cas, en effet, le courant de charge leur sera fourni par l'intermédiaire de la résistance R_1 . La diode D_1 se trouvant polarisée en inverse sera ignorée durant cette phase. De plus la diode électroluminescente D_2 s'allumera, signalant ainsi une présence de secteur normale (notons au passage qu'en cas de charge totale des batteries, il est normal que sa luminosité soit très faible). Si à présent on coupe le courant, D_2 s'éteindra et D_1 deviendra conductrice, puisque polarisée dans le bon sens. La tension issue des batteries sera donc directement appliquée au micro-ordinateur. Deux condensateurs C_1 et C_2 seront placés en sortie du montage afin d'adoucir le front de transition entre le fonctionnement normal et l'alimentation de secours : en effet une transition trop brusque pourrait se répercuter dans la circuiterie interne du micro-ordinateur et provoquer également une perte des instructions mémorisées.

Étant donné le peu de composants utilisés pour ce montage, sa réalisati-

sur tout autre micro-ordinateur fonctionnant à partir d'un adaptateur secteur délivrant 9 volts continus.

Dans son principe, notre montage est extrêmement simple ; il fonctionne autour d'un groupe de six batteries cadmium-nickel de 1,2 volt chacune. Tant que l'alimentation depuis le secteur est correctement assurée, les batteries seront légèrement maintenues en charge. Par

nous avons fixé pour le montage, dans le sens où il s'agit avant tout d'un appareil de secours en cas d'incident d'alimentation. Notons que son usage sera également appréciable en cas de micro-coupures, interruptions très brèves du secteur, indétectables sur la plupart des appa-

turent ne doit pas poser de problème ; il faudra toutefois veiller à respecter la polarité des diodes (D_2 aura sa patte la plus courte vers R_2) et du bloc

IMPLANTATION DES COMPOSANTS

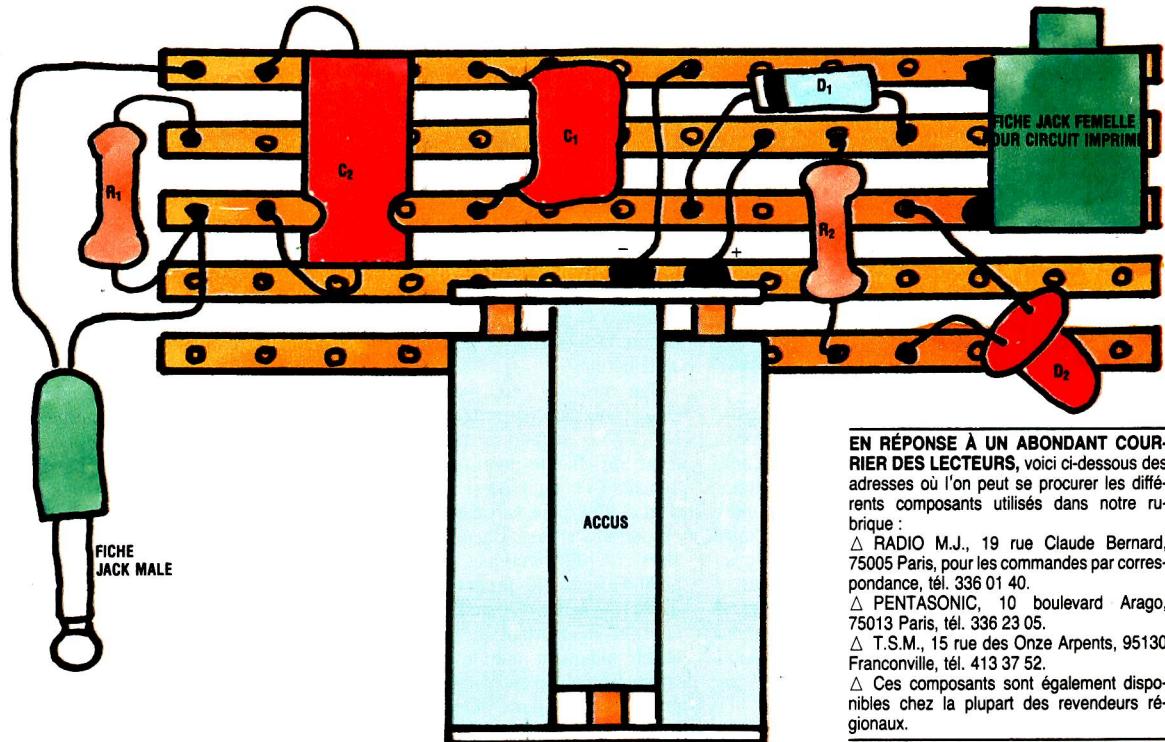
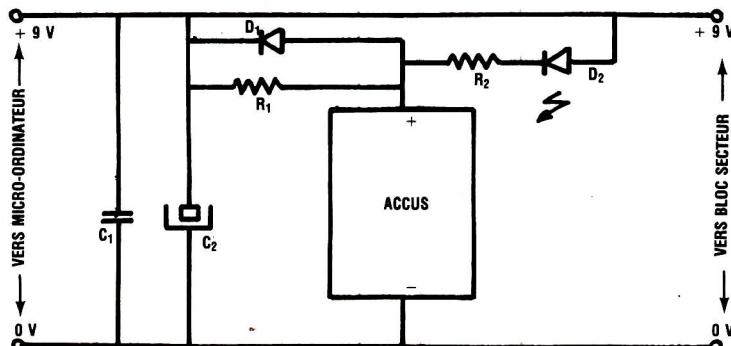


SCHÉMA ÉLECTRIQUE



NOMENCLATURE

- $R_1 = 470$ ohms (jaune, violet, rouge, or)
- $R_2 = 470$ ohms (jaune, violet, rouge, or)
- $D_1 = 1N\ 4001$ ou équivalente
- $D_2 = \text{DEL}$.
- $C_1 = 0,22$ microfarad
- $C_2 = 2\ 200$ microfarads
- Batteries : $6 \times 1,2$ volt 500 mA/h (type crayon)
- Un boîtier porte-batteries
- Une fiche Jack mâle
- Une fiche Jack femelle pour circuit imprimé

batterie. Notons que pour le ZX 81 le "plus" de l'alimentation se situe à l'extrémité de la fiche Jack ; le 0 V étant présent sur le corps. Sur le ZX Spectrum par contre, ce sera l'inverse : sur la fiche employée, le 0 V se trouvera sur la partie centrale et le "plus" à l'extérieur. Il faudra donc vérifier la polarité de branchement de chaque ordinateur, sous peine de lui causer de sérieux dégâts.

Pour notre part nous avons réalisé le câblage de cette réalisation sur

EN RÉPONSE À UN ABONDANT COURRIER DES LECTEURS, voici ci-dessous des adresses où l'on peut se procurer les différents composants utilisés dans notre rubrique :

△ RADIO M.J., 19 rue Claude Bernard, 75005 Paris, pour les commandes par correspondance, tél. 336 01 40.

△ PENTASONIC, 10 boulevard Arago, 75013 Paris, tél. 336 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.

une plaquette de dimensions importantes pour pouvoir coller dessus le bloc batterie à l'aide d'autocollant double face. Mais la majeure partie des bandes conductrices ne sera pas utilisée. Il sera donc possible à chacun de respecter ou non ce câblage. Sur notre schéma d'implantation des composants nous n'avons d'ailleurs pas représenté les bandes laissées libres.

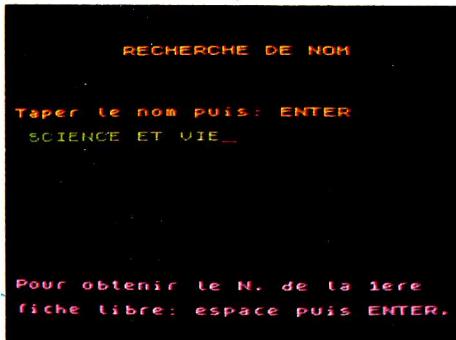
La mise en route et le contrôle de ce montage sont extrêmement simples. On commencera par introduire la fiche de l'alimentation dans la fiche femelle située sur la plaquette, puis on connectera la fiche mâle au micro-ordinateur.

Celui-ci doit "démarrer" instantanément, sans problème, et fonctionner normalement.

Pour vérifier l'efficacité des batteries, il suffira de débrancher alors la fiche secteur et aucune modification du comportement de l'ordinateur ne devra être constatée. Il doit en être de même lorsque la fiche secteur sera remise en place. Voilà vos programmes sauvés !

Henri-Pierre PENEL △

AMÉLIORONS NOTRE FICHIER



Un programme utile si vous oubliez l'orthographe des noms mémorisés.

Nous vous avons proposé le mois dernier de réaliser un fichier confidentiel. Si, dans certains cas, il était intéressant de rendre inaccessible la liste de noms qu'il contenait, cette particularité pouvait par contre devenir très gênante si l'on avait oublié l'orthographe exacte des noms mémorisés. Nous allons combler cette lacune ici, par mise en place d'une sous-routine de recherche alphabétique.

Pour utiliser celle-ci il suffira de taper la première lettre du nom. Ensuite l'ordinateur affichera tous les noms contenus en mémoire commençant par la lettre choisie. Certes, cette caractéristique fait perdre à notre fichier beaucoup de sa confidentialité mais elle permet de le rendre exploitable plus facilement, en cas de recherche générale. De même nous avons prévu quelques possibilités complémentaires telles que la correction d'une fiche déjà existante, recherche de la première fiche libre, et accroissement du nombre de fiches disponibles. Cette dernière modification ne pourra être exécutée que sur les ordinateurs munis d'une mémoire vive (RAM) d'une capacité d'au moins 48 koctets. Les divers commentaires relatifs à ces modifications apparaîtront bien entendu sur l'écran, et le mode d'utilisation ne sera guère modifié par rapport à celui du programme précédent.

Voyons donc, à présent, comment insérer ces diverses modifications.

L'accroissement du nombre de fiches disponibles a été simplement obtenu en redimensionnant les tableaux N\$, R\$, V\$ et T\$ à 300 (lignes 100 à 130 inclusive). Il va de soi que les diverses boucles utilisées pour la re-

cherche de nom et la création de nouvelles fiches seront modifiées en conséquence (ligne 1235 et 2130). Les commentaires affichés sur l'écran par les lignes 200 à 210 seront complétés afin d'indiquer la marche à suivre pour obtenir la recherche alphabétique.

Notons que la mise en place de cette option nous conduira à introduire un test supplémentaire sur la variable D\$ dans notre "aiguillage" vers les divers GOSUB des lignes 250 à 290; en effet si la touche "a" est tapée le programme se rendra directement à la ligne 9 000. C'est là que débute la sous-routine de recherche alphabétique.

Son principe est extrêmement simple. A l'aide d'une boucle FOR...NEXT nous comparerons la première lettre de chaque nom au caractère demandé (il peut aussi bien s'agir d'un chiffre, pour certaines marques ou certains sigles). Chaque fois que ceux-ci seront identiques le nom sera affiché. Enfin, le programme indiquera que l'ensemble du fichier a été consulté en émettant un "bip" sonore et en indiquant que le retour au "menu" principal est possible en appuyant sur n'importe quelle touche.

Dans certains cas il est possible que la recherche alphabétique s'interrompe, faute de place sur l'écran, et que l'ordinateur indique SCROLL ? Dans ce cas il faudra s'abstenir de taper "espace"; la poursuite de la recherche sera obtenue en tapant n'importe quelle autre touche. Si, par erreur, "espace" était frappé, BREAK serait immédiatement affiché sur l'écran. Le déroulement normal du programme se trouverait donc interrompu.

Dans ce cas ne jamais taper RUN; en effet cet ordre provoque l'effacement de l'ensemble des variables et, par conséquent, la perte des noms mémorisés. Il faudra donc choisir de frapper soit CONTINUE, soit GOTO 200. Notons cependant que seul CONTINUE permettra de poursuivre normalement la recherche alphabétique; GOTO 200 se contentant de réinitialiser le programme.

Dans la sous-routine de recherche de nom nous avons ajouté deux possibilités. En premier lieu, celle de connaître le numéro de la première fiche libre. Un commentaire précisant cette option s'affiche en bas de l'écran dès que la recherche de nom

est demandée. Là encore le principe est simple, et consiste à indiquer le numéro de la première fiche trouvée dont l'emplacement du nom commence par un espace et qui est donc considéré comme vide.

La seconde modification nous permettra de changer le contenu de fiches déjà existantes sans avoir à les détruire et à les retaper entièrement. Pour cela, une fois la fiche désirée affichée sur l'écran, il sera possible de demander sa modification en frappant "m". Dès lors la variable M prendra la valeur 1, et le compteur de fiche (variable R) sera décrémenté de manière à bien traiter la fiche désirée. Une fois ces opérations effectuées, le programme se rendra de nouveau dans la sous-routine de création de fiche; seule la seconde partie de ce sous-programme sera utilisée ici, de manière à modifier uniquement la fiche concernée.

Notons que nous avons entièrement supprimé la sous-routine de numérotation téléphonique automatique. Cependant son emplacement restant entièrement libre, il sera possible de l'insérer dans le programme à volonté. Pour cela il vous suffira de vous reporter au numéro précédent de notre revue et de recopier intégralement la sous-routine 8 000. Seule l'ancienne ligne 1 340 devra être modifiée : le commentaire normalement destiné à la numérotation automatique est supprimé dans ligne 1 340 du nouveau programme. Pour conserver ce commentaire il suffira de l'ajouter à la fin de notre nouvelle ligne 1 340, mais en demandant son affichage, en ligne 17 de l'écran. Cette fin de ligne modifiée se présentera donc comme suit: AT 17,0; "TAPER T POUR APPEL AUTOMATIQUE". De même la ligne 1 350 de l'ancien programme sera remplacée dans le nouveau sous le numéro 1 360.

En ce qui concerne le ZX 81 les précautions à prendre sont identiques à celles du mois dernier, à savoir: pas d'instruction BEEP ni INK ni PAPER. Comme toujours les caractères présentés ici en minuscules seront tapés en majuscules.

La frappe de ce programme ne doit pas poser de problème particulier à condition de bien utiliser les mots-clés des ordinateurs. En ce qui concerne l'utilisation, seules deux précautions sont à prendre: taper toujours les noms en majuscules lors de la création d'une fiche (lors de la recherche, le passage en majuscules

```

100 DIM NS(1000,250)
110 DIM DS(1000,250)
120 DIM TS(1000,250)
130 DIM XS(1000,250)
140 OUT 254,0: PRINT AT 5,0;"Pour rechercher un nom taper: R";
150 AT 10,0;"Pour memoiser un nom taper: M"
160 BORDER 0: PAPER 0: INK 6
170 PRINT AT 0,0;"Recherche alphanumerique taper: A";AT 15,0;"Pour detruire une fiche taper: D";
180 AT 20,0;"Pour archiver ce fiche taper: S"
190 LET C=0
200 LET DS=INKEY$()
210 IF DS="M" THEN GO SUB 1000
220 IF DS="A" THEN GO SUB 2000
230 IF DS="D" THEN GO SUB 3000
240 IF DS="S" THEN GO SUB 7000
250 IF DS="E" THEN GO SUB 9000
260 IF M=1 THEN GO SUB 2210
270 GO TO 200
280 CLS: BEEP .1,20
290 PRINT AT 0,0;"RECHERCHE DE NOM"
300 PRINT AT 5,0;"Taper le nom puis: ENTER"
310 INK 3: PRINT AT 19,0;"Pour obtenir le N. de la 1ere";AT 21,0;"fiche libre: espace puis ENTREE"
320 FOR B=1 TO 25
330 LET XS(1,B)=" "
340 NEXT B
350 LET C=0
360 IF INKEY$="" THEN GO TO 111
370 LET CS=INKEY$()
380 IF INKEY$(>)" " THEN GO TO 11
390 IF CODE CS>90 THEN LET CS=C
400 IF CODE CS<>13 THEN LET XS((C+1))=CS
410 LET C=C+1-2*((CODE CS=8)*(C>0))
420 INK 2: PRINT AT 7,1+C;"_";
430 BEEP .01,50
440 INK 4: PRINT AT 7,C;CS: INK 6
450 IF C=25 OR CODE CS=13 THEN
GO TO 1200
460 GO TO 1110
470 LET R=1
480 PRINT AT 2,10;"FICHE N.:"
490 T=0
500 FOR I=1 TO 25
510 IF XS(I,1)<>NS(R,I) THEN LE
T=T+1
520 IF NS(R,I)="" OR T=1 THEN
LET I=25
530 NEXT I
540 INK 2: PRINT AT 2,21;R
550 LET R=R+1
560 IF T=1 THEN GO TO 1210
570 BEEP .1,20
580 INK 7: PRINT AT 7,0;NS(R-1),
AT 10,0;RS(R-1);AT 12,0;US(R-1)
590 AT 14,0;RS(R-1)
600 PRINT AT 15,0;"TEL:";INK 6
610 PRINT AT 15,0;"TAPER ESPACE POUR UN AUTRE NOM";AT 21,0;"TAPER M POUR MODIFICATIONS"
620 IF INKEY$="w" THEN GO SUB 7
630 IF INKEY$(>)" " AND M=0 THEN
GO TO 1350
640 CLS
650 RETURN
660 FLASH 1: INK 1: PRINT AT 21,0;"NOM INCONNU";FLASH 0: INK 6
670 BEEP 1,0: BEEP 1,12: BEEP 1
680 RETURN
690 CLS: BEEP .1,20
700 PRINT AT 0,0;"CREATION DE FICHE."
710 INK 2: FLASH 1: PRINT AT 2,0;"ATTENDEZ": FLASH 0
720 LET R=1
730 IF NS(R,1)="" OR R>300 THE
GO TO 2200
740 LET R=R+1
750 IF R>301 THEN GO TO 2110
760 PRINT AT 2,0;"FICHIER COMP
LETE"
770 RETURN
780 PRINT AT 2,0;"Cette fiche p
ortera le N.:";R
790 INK 6: PRINT AT 5,0;"Taper le nom puis: ENTER"
800 IF M=1 THEN PRINT AT 10,0;"Nom actuel:";AT 11,0;NS(R)
810
820
830
840
850
860
870
880
890
900
910
920
930
940
950
960
970
980
990
1000
1010
1020
1030
1040
1050
1060
1070
1080
1090
1100
1110
1120
1130
1140
1150
1160
1170
1180
1190
1200
1210
1220
1230
1240
1250
1260
1270
1280
1290
1300
1310
1320
1330
1340
1350
1360
1370
1380
1390
1400
1410
1420
1430
1440
1450
1460
1470
1480
1490
1500
1510
1520
1530
1540
1550
1560
1570
1580
1590
1600
1610
1620
1630
1640
1650
1660
1670
1680
1690
1700
1710
1720
1730
1740
1750
1760
1770
1780
1790
1800
1810
1820
1830
1840
1850
1860
1870
1880
1890
1900
1910
1920
1930
1940
1950
1960
1970
1980
1990
2000
2010
2020
2030
2040
2050
2060
2070
2080
2090
2100
2110
2120
2130
2140
2150
2160
2170
2180
2190
2200
2210
2220
2230
2240
2250
2260
2270
2280
2290
2300
2310
2320
2330
2340
2350
2360
2370
2380
2390
2400
2410
2420
2430
2440
2450
2460
2470
2480
2490
2500
2510
2520
2530
2540
2550
2560
2570
2580
2590
2600
2610
2620
2630
2640
2650
2660
2670
2680
2690
2700
2710
2720
2730
2740
2750
2760
2770
2780
2790
2800
2810
2820
2830
2840
2850
2860
2870
2880
2890
2900
2910
2920
2930
2940
2950
2960
2970
2980
2990
3000
3010
3020
3030
3040
3050
3060
3070
3080
3090
3100
3110
3120
3130
3140
3150
3160
3170
3180
3190
3200
3210
3220
3230
3240
3250
3260
3270
3280
3290
3300
3310
3320
3330
3340
3350
3360
3370
3380
3390
3400
3410
3420
3430
3440
3450
3460
3470
3480
3490
3500
3510
3520
3530
3540
3550
3560
3570
3580
3590
3600
3610
3620
3630
3640
3650
3660
3670
3680
3690
3700
3710
3720
3730
3740
3750
3760
3770
3780
3790
3800
3810
3820
3830
3840
3850
3860
3870
3880
3890
3900
3910
3920
3930
3940
3950
3960
3970
3980
3990
4000
4010
4020
4030
4040
4050
4060
4070
4080
4090
4100
4110
4120
4130
4140
4150
4160
4170
4180
4190
4200
4210
4220
4230
4240
4250
4260
4270
4280
4290
4300
4310
4320
4330
4340
4350
4360
4370
4380
4390
4400
4410
4420
4430
4440
4450
4460
4470
4480
4490
4500
4510
4520
4530
4540
4550
4560
4570
4580
4590
4600
4610
4620
4630
4640
4650
4660
4670
4680
4690
4700
4710
4720
4730
4740
4750
4760
4770
4780
4790
4800
4810
4820
4830
4840
4850
4860
4870
4880
4890
4900
4910
4920
4930
4940
4950
4960
4970
4980
4990
5000
5010
5020
5030
5040
5050
5060
5070
5080
5090
5100
5110
5120
5130
5140
5150
5160
5170
5180
5190
5200
5210
5220
5230
5240
5250
5260
5270
5280
5290
5300
5310
5320
5330
5340
5350
5360
5370
5380
5390
5400
5410
5420
5430
5440
5450
5460
5470
5480
5490
5500
5510
5520
5530
5540
5550
5560
5570
5580
5590
5590
5600
5610
5620
5630
5640
5650
5660
5670
5680
5690
5690
5700
5710
5720
5730
5740
5750
5760
5770
5780
5790
5790
5800
5810
5820
5830
5840
5850
5860
5870
5880
5890
5890
5900
5910
5920
5930
5940
5950
5960
5970
5980
5990
6000
6010
6020
6030
6040
6050
6060
6070
6080
6090
6090
6100
6110
6120
6130
6140
6150
6160
6170
6180
6190
6200
6210
6220
6230
6240
6250
6260
6270
6280
6290
6290
6300
6310
6320
6330
6340
6350
6360
6370
6380
6390
6390
6400
6410
6420
6430
6440
6450
6460
6470
6480
6490
6490
6500
6510
6520
6530
6540
6550
6560
6570
6580
6590
6590
6600
6610
6620
6630
6640
6650
6660
6670
6680
6690
6690
6700
6710
6720
6730
6740
6750
6760
6770
6780
6790
6790
6800
6810
6820
6830
6840
6850
6860
6870
6880
6890
6890
6900
6910
6920
6930
6940
6950
6960
6970
6980
6990
7000
7010
7020
7030
7040
7050
7060
7070
7080
7090
7090
7100
7110
7120
7130
7140
7150
7160
7170
7180
7190
7190
7200
7210
7220
7230
7240
7250
7260
7270
7280
7290
7290
7300
7310
7320
7330
7340
7350
7360
7370
7380
7390
7390
7400
7410
7420
7430
7440
7450
7460
7470
7480
7490
7490
7500
7510
7520
7530
7540
7550
7560
7570
7580
7590
7590
7600
7610
7620
7630
7640
7650
7660
7670
7680
7690
7690
7700
7710
7720
7730
7740
7750
7760
7770
7780
7790
7790
7800
7810
7820
7830
7840
7850
7860
7870
7880
7890
7890
7900
7910
7920
7930
7940
7950
7960
7970
7980
7990
8000
8010
8020
8030
8040
8050
8060
8070
8080
8090
8090
8100
8110
8120
8130
8140
8150
8160
8170
8180
8190
8190
8200
8210
8220
8230
8240
8250
8260
8270
8280
8290
8290
8300
8310
8320
8330
8340
8350
8360
8370
8380
8390
8390
8400
8410
8420
8430
8440
8450
8460
8470
8480
8490
8490
8500
8510
8520
8530
8540
8550
8560
8570
8580
8590
8590
8600
8610
8620
8630
8640
8650
8660
8670
8680
8690
8690
8700
8710
8720
8730
8740
8750
8760
8770
8780
8790
8790
8800
8810
8820
8830
8840
8850
8860
8870
8880
8890
8890
8900
8910
8920
8930
8940
8950
8960
8970
8980
8990
9000
9010
9020
9030
9040
9050
9060
9070
9080
9090
9090
9100
9110
9120
9130
9140
9150
9160
9170
9180
9190
9190
9200
9210
9220
9230
9240
9250
9260
9270
9280
9290
9290
9300
9310
9320
9330
9340
9350
9360
9370
9380
9390
9390
9400
9410
9420
9430
9440
9450
9460
9470
9480
9490
9490
9500
9510
9520
9530
9540
9550
9560
9570
9580
9590
9590
9600
9610
9620
9630
9640
9650
9660
9670
9680
9690
9690
9700
9710
9720
9730
9740
9750
9760
9770
9780
9790
9790
9800
9810
9820
9830
9840
9850
9860
9870
9880
9890
9890
9900
9910
9920
9930
9940
9950
9960
9970
9980
9990

```

Programme
du
ZX
Spectrom.

est maintenant automatique) et ne jamais utiliser l'ordre RUN. En utilisation normale on se conformera strictement aux instructions indiquées sur l'écran. En cas d'interruption intempestive du programme, liée

à une fausse manœuvre, ce dernier sera relancé soit par l'ordre CONTINUE, soit par l'instruction GOTO 200. Rappelons ici que l'emploi de RUN provoquerait la perte des noms mémorisés.

Ce programme, complémentaire du précédent, sera certainement précurieux à ceux d'entre-vous dont la mémoire, ni "vive", ni "morte", est tout simplement défaillante.

Henri-Pierre PENEL △

UN PROBLÈME À TROIS CORPS : LE VOYAGE TERRE-LUNE

Situer l'origine du repère au centre de la Terre et placer la Lune sur l'axe des x permet d'avoir une seule coordonnée non-nulle : $x_L = 384\,000\text{ km}$, et simplifie la programmation.

Vitesse initiale trop faible : le véhicule ne peut atteindre la zone d'influence lunaire.

Vitesse initiale trop importante : le véhicule échappe définitivement au champ de pesanteur du système Terre-Lune.



FIG. 1



FIG. 2

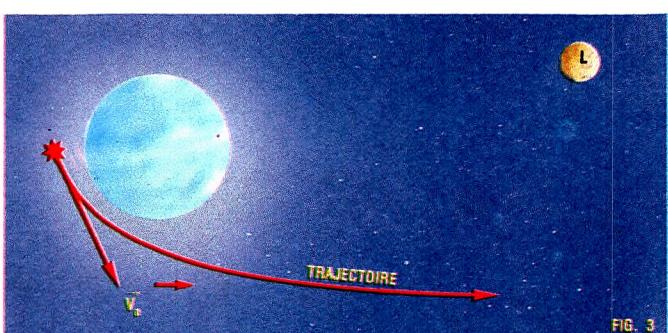


FIG. 3

L'astronomie a ceci de particulier que depuis ses origines — fort lointaines car elle est la plus ancienne des sciences — elle doit tout à l'observation et rien à l'expérimentation. Pendant de nombreux millénaires et déjà à l'époque préhistorique, l'observation des astres a été une occupation quasiment religieuse.

L'approche scientifique de la question est toutefois bien plus récente : la première lunette astronomique fut conçue par Galilée (1564-1642), la première hypothèse d'un système planétaire héliocentrique s'appuyant sur des bases de calcul sérieuses (mises à part certaines spéculations de l'antiquité) date de Copernic (1473-1543). Il faudra attendre Ke-

pler (1571-1630) et les trois lois qui portent son nom pour savoir comment se déplacent les planètes autour du Soleil, et Newton (1642-1727) pour la démonstration rigoureuse du phénomène à l'aide d'une technique mathématique révolutionnaire qu'il avait élaborée dans sa première jeunesse : le calcul infinitésimal. La mécanique céleste était née.

Notre propos ce mois-ci, est de nous familiariser avec un problème bien connu en astronomie, celui des "trois corps" qui, comme son nom l'indique, met en jeu trois objets soumis à la seule attraction gravitationnelle. L'exemple choisi sera le triplet : Terre-Lune-véhicule spatial.

La théorie a complètement résolu le "problème des deux corps". Dans

ce cas on sait parfaitement définir les trajectoires de chacun des deux objets autour de leur centre de gravité commun (ellipse, parabole ou hyperbole). D'ailleurs, lorsque l'un des deux est beaucoup plus lourd que l'autre, on peut simplifier la résolution en admettant que le premier ne bougera pratiquement pas, les calculs portant sur le mouvement du corps le plus léger autour du plus lourd.

Ainsi, quand on place un satellite artificiel de 1 000 kg en orbite à 300 km autour de la Terre (de masse $5,98 \cdot 10^{24}\text{ kg}$), on oublie facilement que notre planète aussi se déplace autour d'un centre de gravité formé par elle-même et ce satellite. Cet oubli est excusable si l'on sait que ce mouvement se mesure en millions de milliardèmes de mètre seulement.

L'approximation est déjà plus grossière avec le système Terre-Lune, puisque le phénomène est à l'origine des marées conjointement avec l'action du Soleil.

Avec les systèmes à trois corps et *a fortiori* pour des systèmes plus complexes, il n'existe cette fois pas de formule exacte. Ainsi, lorsqu'on évalue la trajectoire d'une sonde interplanétaire du type *Pioneer* ou *Voyager* il est possible, à proximité de chaque planète rencontrée, de négliger l'influence des autres et de se ramener à des mini-problèmes à deux corps. De même, loin de toute planète, la sonde peut être considérée comme soumise uniquement à l'action gravifique du Soleil, prépondérante.

Seulement, dans les cas intermédiaires il faut bien trouver autre chose, et les "maths" entrent alors en jeu avec leur arsenal d'outils allant de la formule exacte "par morceaux" aux techniques numériques sophistiquées, parmi lesquelles l'algorithme de Runge-Kutta, que nous avons vu le mois dernier pour la première fois et que nous allons illustrer avec un deuxième exemple, spécifiquement astronautique, mettant en jeu la Terre, la Lune et un véhicule spatial.

Notre prétention n'est pas de re créer, même à petite échelle, les simulations effectuées par la NASA lors de la préparation de leurs vols habités. Ces derniers nécessitaient la prise en compte et la connaissance aussi fine que possible de multiples facteurs autres que la simple attraction de la Terre et de la Lune, susceptibles d'agir sur les vaisseaux :

poussée des moteurs, frottements aérodynamiques créés par l'atmosphère terrestre, perturbations apportées par le fait que ni la Terre ni la Lune ne sont parfaitement sphériques, triple influence du Soleil par le rayonnement qu'il émet (existence de la pression de radiation), le flux de particules qu'il envoie (vent solaire) et sa propre attraction, mouvements relatifs de la Terre et de la Lune...

Par ailleurs, les calculs étaient effectués à très grande échelle, souvent d'ailleurs avec une précision de 200 chiffres. Rien à voir avec notre exercice car, comme la dernière fois, nous partirons d'hypothèses simplificatrices :

- la seule action sur notre vaisseau sera la double attraction de la Terre et de la Lune ;
- nous supposons les deux astres fixes dans l'espace, leurs centres étant distants de 384 000 km, valeur moyenne réelle ;
- le véhicule sera placé initialement en orbite autour de la Terre (nous négligeons l'action due à l'atmosphère), en un point et avec une vitesse choisie en début d'exécution.

Il est en effet indispensable que notre engin possède une vitesse initiale suffisante pour échapper à l'attraction terrestre. Cette vitesse, dite vitesse de libération, varie avec l'altitude : de 11,2 km/s à la surface terrestre (toujours en supposant qu'il n'y ait pas d'atmosphère) elle vaut 8,9 km/s à 3 600 km d'altitude, ce qui est normal.

Cette vitesse de libération est d'autant plus faible que l'on est loin de la planète, l'attraction gravifique de celle-ci étant moindre.

Formulation

Finalement, les lois régissant les mouvements planétaires peuvent se résumer à deux formules :

- $F = \frac{Gm'm}{r^2}$, donnant la force d'attraction entre deux corps de masses respectives m et m' , distants de r , G étant la constante d'attraction universelle qui vaut $6,67 \cdot 10^{-11}$ dans le système international d'unités.

- $F = m\gamma$, traduisant, pour un corps de masse m , la proportionnalité entre la force qui lui est appliquée et l'accélération qu'il subit.

Plus précisément, ces deux formules devraient être traduites vectoriellement. Dans un système de coordonnées classiques, appelons :

- (x, y) les coordonnées de notre

fusée

- (x_T, y_T) celles de la Terre
- (x_L, y_L) celles de la Lune.

Le vecteur $\vec{r}_T = \begin{pmatrix} x_T - x \\ y_T - y \end{pmatrix}$ est orienté dans le sens engin → Terre. Sa norme (longueur) vaut $r_T = \sqrt{(x_T - x)^2 + (y_T - y)^2}$; en conséquence, la force gravitationnelle due à la Terre s'écrit vectoriellement : $\vec{F}_T = \frac{GM_T m}{r_T^3} \vec{r}_T$, dont la norme vaut bien $\frac{GM_T m}{r_T^2}$.

Le résultat est similaire avec la Lune, la force qu'elle exerce sur notre engin étant $\vec{F}_L = \frac{GM_L m}{r_L^3} \vec{r}_L$

Ces forces s'ajoutant, la résultante des deux actions précédentes vaut

$$\vec{F} = \frac{GM_T m}{r_T^3} \vec{r}_T + \frac{GM_L m}{r_L^3} \vec{r}_L$$

Si nous choisissons convenablement notre système de coordonnées, avec l'origine au centre de la Terre et l'axe des x passant par le centre de la Lune, nous aurons les simplifications suivantes (fig. 1) : $x_T = y_T = y_L = 0$ et seule l'abscisse x_L de la Lune caractérise la position (fixe) de cette dernière.

L'action résultante deviendra alors :

$$\vec{F} = \frac{GM_T m}{[(x^2 + y^2)]^{3/2}} \begin{pmatrix} -x \\ -y \end{pmatrix} + \frac{GM_L m M}{[(x_L - x)^2 + y^2]^{3/2}} \begin{pmatrix} x_L - x \\ -y \end{pmatrix}$$

Rappelons la convention que nous avons déjà utilisée précédemment, à savoir la notation $\dot{x} = \frac{dx}{dt}$ dérivée par rapport au temps de x , et $\dot{y} = \frac{dy}{dt}$. Le vecteur $\begin{pmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \end{pmatrix}$ est le vecteur vitesse du véhicule spatial.

L'accélération étant la dérivée de la vitesse, son vecteur $\ddot{\gamma}$ vaut :

$$\begin{pmatrix} \ddot{x} \\ \ddot{y} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{dx}{dt} \\ \frac{dy}{dt} \end{pmatrix}, \text{ or } \vec{F} = m \ddot{\gamma},$$

$$\text{d'où } \begin{pmatrix} \ddot{x} \\ \ddot{y} \end{pmatrix} = \frac{GM_T}{(x^2 + y^2)^{3/2}} \begin{pmatrix} -x \\ -y \end{pmatrix}$$

$$+ \frac{GM_L}{[(x_L - x)^2 + y^2]^{3/2}} \begin{pmatrix} x_L - x \\ -y \end{pmatrix}$$

Notons — et il est intéressant de le rappeler — que la masse de l'engin n'a aucune importance pour le calcul de la trajectoire, ce qui est en accord avec la mécanique céleste. En effet, si la force subie est proportionnelle à la masse, en revanche l'accélération

qui en résulte est totalement indépendante de m .

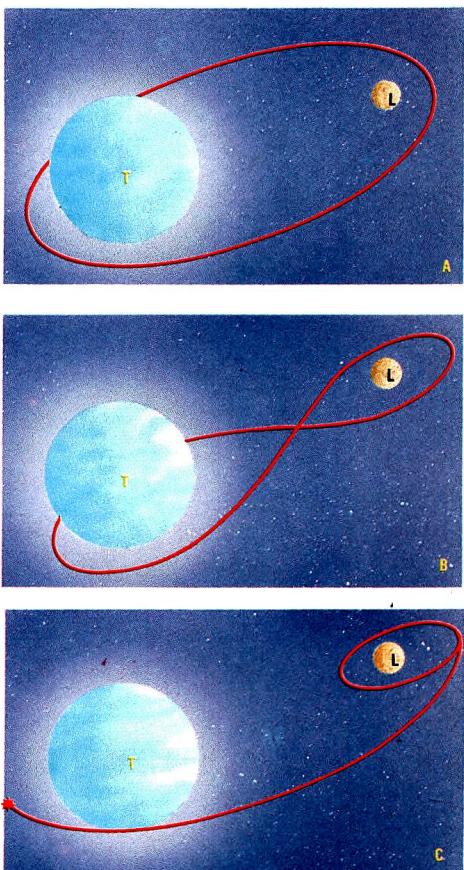
Dans la pratique, évidemment, il n'en est rien, et la masse du véhicule constitue une limitation très importante du fait que l'énergie nécessaire pour le placer en orbite d'une part, pour l'accélérer jusqu'à la vitesse initiale de début de trajectoire d'autre part, en est proportionnelle. Sans compter que les diverses manœuvres effectuées en cours de route pour guider l'engin, et notamment à proximité de la Lune (qui ne sont pas simulées dans notre exercice), consomment également des quantités importantes de propergols.

Pour résoudre notre système différentiel plus haut, nous appliquons l'algorithme de Runge-Kutta que nous rappelons ci-dessous :

$$Y = \begin{pmatrix} x \\ y \\ \dot{x} \\ \dot{y} \end{pmatrix} \text{ étant le vecteur caractérisant l'état du véhicule (position et vitesse)}$$

à un instant donné, t , le vecteur Y_1 obtenu un instant Δt plus tard s'obtient de la façon suivante :

Lorsque point de départ et vitesse initiale sont bien choisis, il peut en résulter un aller-retour Terre-Lune (a) et (b) ou une mise en orbite lunaire stable (c).



```

10 REM PROGRAMME DE SIMULATION DE TRAJECTOIRES TERRE-LUNE
20 REM
25 TEXT
30 HOME : PRINT : PRINT : PRINT "***** SIMULATION DE TRAJECTOIRES *****"
": PRINT "***** TERRE - LUNE *****"
40 PRINT : PRINT : PRINT "ENTRER LES COORDONNEES DE DEPART : "
50 PRINT : INPUT "X = ? (KM) ";X: INPUT "Y = ? (KM) ";Y
60 PRINT : PRINT "ENTRER LA VITESSE DE DEPART : "
70 PRINT : INPUT "VX = ? (KM/S) ";VX: INPUT "VY = ? (KM/S) ";VY
80 MT = 5.98E24:ML = 7.35E22:G = 6.67E - 11:T = 0
90 PRINT : PRINT : INPUT "PAS DE CALCUL = ? (MN) ";DT
100 R1 = 2.56E20:R2 = 5.244E18:XL = 384E6
110 X = X * 1000:Y = Y * 1000:VX = VX * 1000:VY = VY * 1000:DT = DT * 60

120 DIM V(4): DIM W(4): DIM K0(4): DIM K1(4): DIM K2(4): DIM K3(4): DIM
F(4)
200 REM
210 REM TRACE DE LA TERRE ET DE LA LUNE
220 REM
230 X0 = 41.6
240 Y0 = 80
245 HGR : HCOLOR= 3
250 FOR I = 10 TO 360 STEP 10
260 J = I * 3.14 / 180
270 X1 = 33.6 + 8 * COS (J)
280 Y1 = 8 * SIN (J) + 80
300 HPLOT X0,Y0 TO X1,Y1
310 X0 = X1:Y0 = Y1
320 NEXT I
330 X0 = 252.6
340 Y0 = 80
350 FOR I = 10 TO 360 STEP 10
360 J = I * 3.14 / 180
370 X1 = 248.6 + 4 * COS (J)
380 Y1 = 4 * SIN (J) + 80
390 HPLOT X0,Y0 TO X1,Y1
400 X0 = X1:Y0 = Y1
410 NEXT I
420 X0 = 33.6 + 5.6E - 7 * X:Y0 = 80 + 5.6E - 7 * Y
430 GOSUB 800
440 GOSUB 1500
450 GOTO 430
500 REM
510 REM CALCUL DE F(X,Y)=ACCELERATION DU VEHICULE
520 REM
530 Y1 = W(1):Y2 = W(2)
540 F1 = (Y1 * Y1 + Y2 * Y2) ^ 1.5: IF F1 < R1 THEN END
550 F2 = ((XL - Y1) ^ 2 + Y2 * Y2) ^ 1.5: IF F2 < R2 THEN END
570 F(1) = W(3):F(2) = W(4)
580 F(3) = - G * MT * Y1 / F1 + G * ML * (XL - Y1) / F2
590 F(4) = - G * MT * Y2 / F1 - G * ML * Y2 / F2
600 RETURN
800 REM
810 REM ALGORITHME DE RUNGE-KUTTA A L'ORDRE 4
820 REM
910 V(1) = X:V(2) = Y:V(3) = VX:V(4) = VY
920 FOR I = 1 TO 4
930 W(I) = V(I)
940 NEXT I
950 GOSUB 500
960 FOR I = 1 TO 4
970 K0(I) = F(I) * DT
980 W(I) = V(I) + K0(I) / 2
990 NEXT I
1000 GOSUB 500
1010 FOR I = 1 TO 4
1020 K1(I) = DT * F(I)
1030 W(I) = V(I) + K1(I) / 2
1040 NEXT I
1050 GOSUB 500
1060 FOR I = 1 TO 4
1070 K2(I) = DT * F(I)
1080 W(I) = V(I) + K2(I)
1090 NEXT I
1100 GOSUB 500
1110 FOR I = 1 TO 4
1120 K3(I) = DT * F(I)
1130 V(I) = V(I) + (K0(I) + 2 * (K1(I) + K2(I)) + K3(I)) / 6
1140 NEXT I
1150 X = V(1):Y = V(2):VX = V(3):VY = V(4)
1170 RETURN
1500 REM
1510 REM SOUS-PROGRAMME DE TRACAGE DE LA TRAJECTOIRE
1520 REM
1530 X1 = 33.6 + 5.6E - 7 * X
1540 Y1 = 80 + 5.6E - 7 * Y
1550 HPLOT X0,Y0 TO X1,Y1
1560 X0 = X1:Y0 = Y1
1570 T = T + DT / 60
1580 PRINT "TEMPS = ";T;" MN"
1590 RETURN

```

$$k_0 = \Delta t F(t, Y)$$

$$k_1 = \Delta t F\left(t + \frac{\Delta t}{2}, \frac{k_0}{2}\right)$$

$$k_2 = \Delta t F\left(t + \frac{\Delta t}{2}, \frac{k_1}{2}\right)$$

$$k_3 = \Delta t F(t + \Delta t, k_2)$$

$$\text{et } Y_1 = Y + \frac{1}{6}$$

$$[k_0 + 2(k_1 + k_2) + k_3]$$

Ces opérations portent sur des vecteurs à quatre composantes, et la fonction F est celle qui, au vecteur

$$Y = \begin{pmatrix} x \\ y \\ \dot{x} \\ \dot{y} \end{pmatrix} \text{ associe } \frac{dy}{dt} = \begin{pmatrix} \ddot{x} \\ \ddot{y} \\ \ddot{\dot{x}} \\ \ddot{\dot{y}} \end{pmatrix}$$

Dans notre exemple, le temps t n'intervient pas explicitement dans le calcul de F. Celui-ci se fait d'ailleurs en utilisant le système différentiel plus haut, qui fournit directement \ddot{x} et \ddot{y} . Δt est le "pas" de calcul qui conditionne grandement la qualité du résultat obtenu. Trop grand, la simulation est imprécise. Trop petit, elle devient trop lente. Pour un périple Terre-Lune qui doit durer deux jours, un Δt de l'ordre de la dizaine de minutes est déjà correct, car le nombre de cycles de calcul vaut alors

$$2 \times 24 \times 60 = 288, \text{ ce qui implique}$$

plusieurs minutes de calcul.

Description du programme pour Apple IIc

Celui-ci comprend le programme principal proprement dit et trois sous-programmes, débutant aux lignes 500, 800 et 1500. Le premier détaille le calcul de la fonction vectorielle $\frac{dy}{dt} = F(7)$ à 4 composantes.

Le deuxième contient l'algorithme de Runge-Kutta qui est dit d'ordre 4 car les vecteurs K_0, K_1, \dots sont au nombre de 4. Le troisième dessine la trajectoire de façon habituelle, point par point, après une conversion (lignes 1530 et 1540) de coordonnées.

Le sous-programme calculant l'accélération observe les distances F_1 et F_2 (à un exposant près) de l'engin au centre de la Terre et à celui de la Lune, respectivement. Si l'une de ces distances est trop faible, ceci signifie que l'engin a percuté l'un des deux astres et le programme s'arrêtera immédiatement. Les valeurs de référence pour ces deux tests, qui tiennent compte du rayon de la Terre et de la Lune, sont initialisées à la ligne 100.

Le programme principal (lignes 10 à 450) s'occupe de la présentation sur l'écran, l'introduction des données et l'initialisation des différents paramètres. A la ligne 200, il commence à tracer les deux astres sur l'écran mais, afin de faciliter l'appréciation visuelle, il les grossit. (Si l'échelle avait été respectée, la Lune aurait été réduite à un simple point.)

Terminons en signalant que ce programme travaille uniquement en unités du système international (mètre, kilogramme, seconde), sauf à l'introduction et à l'affichage des résultats et des données.

Par ailleurs, le lecteur peut faire inscrire au bas de l'écran, d'autres données que le temps écoulé.

Exemple

Nous avons choisi un point de départ de coordonnées (en km) :

— x = - 6000

— y = 8000,

donc situé exactement à 10 000 km du centre de la Terre, avec une vitesse :

— en x, de 4,45 km/s

— en y, de 7,645 km/s

et un pas Δt de 10 minutes.

Dans ces conditions le véhicule doit frôler la Lune après 4 400 min de voyage (un peu plus de trois jours en temps simulé), avant de repartir, dévié, vers le haut et la gauche de l'écran. Le lecteur pourra vérifier qu'il s'agit d'un exemple tangent : il suffit de modifier légèrement la vitesse pour obtenir un départ de la Lune très différent.

Voici un petit problème (fig. 2, 3 et 4) à soumettre à la sagacité de nos lecteurs. A partir de quel point et avec quelle vitesse initiale peut-on : — expédier un engin vers la Lune et le placer en orbite circumlunaire (fig. 4c) ?

— faire effectuer au véhicule un aller retour Terre-Lune (fig. 4a ou b) ?

Lors de certaines missions Apollo, les trajectoires au départ de la Terre étaient calculées de façon à ce qu'en cas de panne moteur, l'ensemble module de service-module de commande revienne vers la Terre. Mais il est certain qu'il est bien plus aisés de se servir d'un moteur pour corriger la trajectoire.

C'est pourquoi nous publierons bientôt un programme tournant plus vite grâce à un algorithme optimisé, et incluant une partie "propulsion" afin de simuler plus fidèlement les vols réels et d'obtenir des trajectoires plus fines.

Daniel FERRO △

DOMINER LE CENTRE

A près 37 coups (voir rubrique voisine), le blanc a du territoire dans trois des quatre coins et le noir n'a de territoire nulle part, mais il a construit patiemment son influence centrale, que le blanc a commencé à éroder en établissant une base avec 26-28. Entre les coups 38-B-C-42, le blanc a choisi 38, noir garde le coin et blanc établit une nouvelle base avec 40.

Il est normal d'avoir écarté "B". Envahir le dernier coin aurait rendu insupportable la puissance noire au centre ; le coup 42 n'est pas vraiment urgent. Le vrai choix est entre 38 et "C" et, en fait, 38 est un tout petit peu déraisonnable : après 40, le blanc a 2 groupes en zone d'influence noire et le noir peut les attaquer alternativement.

Mais si blanc peut stabiliser rapidement un des groupes, il peut normalement faire face à l'attaque contre l'autre. Seulement, le coup 41 attaque un groupe blanc en augmentant considérablement le potentiel territorial noir et le blanc a maintenant beaucoup de travail ; il doit établir une troisième base en zone noire, sans avoir eu le temps de renforcer les pierres 26-28.

De plus, être contraint de provoquer le coup noir en 45 est désagréable. Le blanc détruit le potentiel noir au sud, mais 45 détruit — ou promet de détruire — le territoire blanc du coin sud-ouest. La forme des pierres blanches est en elle-même tout à fait correcte : les pierres 42-48 sont difficiles à attaquer et c'est la même chose pour les deux autres groupes blancs. La principale faiblesse des groupes blancs maintenant, c'est leur nombre. La partie n'est pas jouée, mais on sait que le blanc va souffrir.

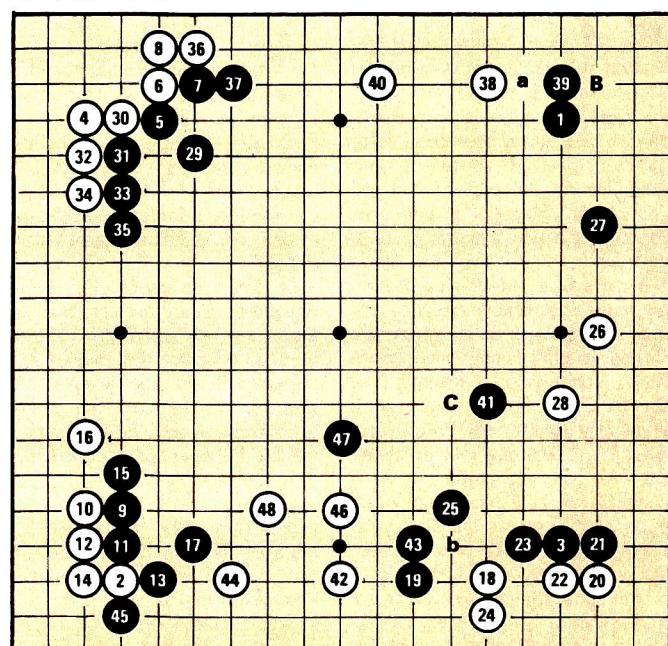
Kitani, lors de la discussion qui a suivi la partie a regretté de n'avoir pas joué en "C". Le noir, pour faire du territoire, aurait probablement joué en "a", mais il aurait fallu ensuite qu'il fasse du territoire ailleurs ; or, les deux bords sont encore ouverts — à cause de 24 et 36 — et le coup "C" interdit quelque chose de sérieux au centre.

Par ailleurs, il y a une faiblesse entre 19 et 25 que le blanc peut exploiter en jouant 42-43 ou "b". Un coup en "C" aurait rendu plus dramatique la présence de cette faiblesse.

38 est un coup un peu gourmand et le blanc a manqué le point vital de ce début de milieu de partie, celui qui fait parler la puissance noire ou la laisse sans voix. Avec 41, Takagawa a refermé sa mâchoire.

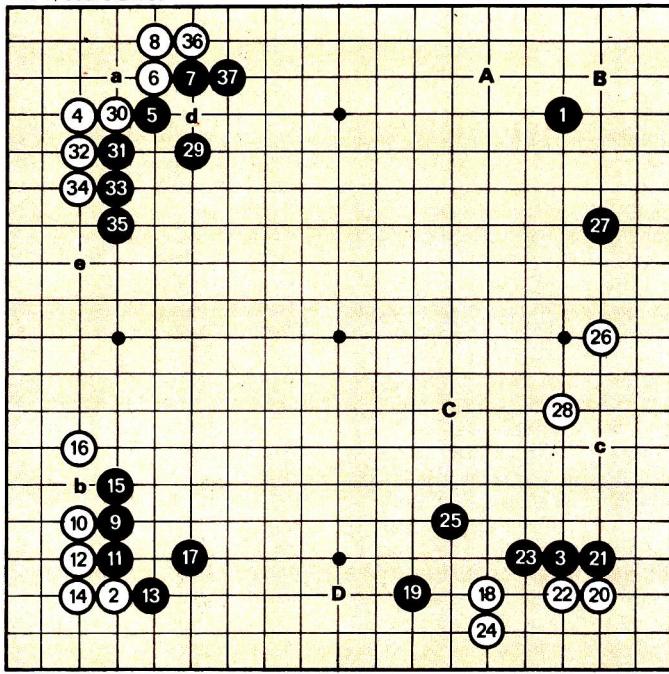
Pierre AROUTCHEFF △

FIG. 2. COUPS 1 À 48



TERRITOIRE CONTRE INFLUENCE

FIG. 1, COUPS 1 A 37

**Blancs :** Kitani**Noirs :** Takagawa**Date :** 1953, 4^e partie du Honinbo

Ce n'est pas depuis l'avènement de Cho Chi Kun que la question de la validité d'une stratégie, consistant à faire de petits territoires sûrs en début de partie, s'est posée ; en réalité, c'est plutôt le Go moderne, depuis 1920, qui a posé cette autre question : peut-on se passer d'avoir soi-même du territoire sûr ? Est-il possible de privilégier la puissance centrale et le jeu à partir de la 4^e ligne ?

Il n'y a bien entendu pas de réponse à ces questions, mais des tendances, des styles de jeu différents. Un joueur aussi fameux que Minoru Kitani, après avoir co-inventé avec Go Sei Gen le *Fuseki* moderne, a lui-même ensuite été le principal adepte du "territoire tout de suite". Dans le début de partie que nous commentons ici, il a les blancs et est opposé à Takagawa, qui dit de lui-même qu'il n'a pas de penchant spécial pour les territoires immédiats.

On a souvent reproché à Takagawa un — relatif — manque d'imagination. Bien que remportant 9 fois

conséutivement le titre de Honinbo, il a été éclipsé à son époque (1950-1960) par Go Sei Gen et dépassé ensuite par Sakata.

Son surnom "Tanuki" — « le blaireau » — est caractéristique de sa manière ; ce n'est pas quelqu'un qu'il faut aller chercher dans sa tanière : il y est redoutable. En d'autres termes, c'est un spécialiste du point vital et de la sanction. Un seul mauvais coup contre Takagawa, est la plupart du temps fatal ; comme le bouledogue de Croc-Blanc, il referme sa mâchoire et tient bon pendant que sa victime s'affaiblit.

Le début de partie (Fig. 1) est typique du Kitani dernière manière. Les coups 2 et 4 privilégient le territoire, au contraire des coups 1 et 3. Le coup 8 est une invention de Kitani, le coup habituel étant joué en "a". Takagawa suspend momentanément le *Joseki* et approche, avec 9, le coin sud-ouest.

Noir, avec 11-13, propose le *Joseki* appelé "avalanche" qui commencerait avec blanc 14 en 15 et noir 15 en 14. Le blanc refuse cette continuation qui est supposée faire travailler idéalement les pierres noires 1 et 3. Il connecte solidement en 14. 15 est le

point vital principal et la suite 16-17 est normale.

Laisser le noir fermer en "b" est désagréable et, après 16, la forme noire elle-même devient fragile ; 17 est un coup solide et patient. Le blanc approche en 18 et la réponse en 19 est rarement jouée quand il n'y a pas déjà une pierre noire aux alentours de 26. La raison est que la force noire 19-25 travaille bien sur le bord sud.

Naturellement, le blanc occupe le point 26. Avec 27, le noir protège un coin et pousse le blanc vers sa force. 28 est un coup sensible ; l'extension en "c" est moins souple : après 28, le blanc a la possibilité soit de fuir vers le centre, soit de s'établir plus fermement sur le bord, en cas de besoin. 29 est une invention de Takagawa, le coup habituel étant "d".

Le noir veut développer sa force dans les deux directions, ce que réalise la séquence jusqu'en 37. L'échange 36-37 est problématique. Le blanc renforce le noir, ce qui n'est pas souhaitable. D'un autre côté, si le noir peut jouer 36, le blanc répond normalement en "e", mais ayant déjà joué 16 de l'autre côté il ne trouve pas un coup en "e" très apétissant. Et maintenant, que faire ? Créer une deuxième base en "A", envahir le dernier coin en "B", renforcer les pierres 26-28 et éroder le centre en "C", envahir le bord sud en "D" ?

ÉCHOS DU GO

- Cho garde le titre de Kisei

Après avoir mené 2-1 et encore 3-2, le challenger Takemiya a finalement échoué, Cho Chi Kun gagnant les deux dernières parties, respectivement de 2 points et demi et de 1 point et demi. Mais il s'est battu jusqu'au bout, en essayant d'imposer son style "cosmique" : Takemiya, en effet, essaie toujours de se créer une immense zone d'influence, contrairement à Cho qui a une préférence pour le profit immédiat. Le résultat final a consacré un joueur sans condamner un style. Le challenger a promis qu'on le reverrait.
- Frédéric Donzé champion de France.

On se demandait qui pourrait un jour mettre un terme à l'invincibilité d'André Moussa en championnat de France. C'est "Fred" qui a ouvert la brèche, avec un peu de chance, dit-on. Mais c'est justement une de ses qualités de savoir la saisir.

Pierre AROUTCHEFF ▲



JE PIANOTE, IL PREND NOTE.

**CANON
X 07**

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.

Pentel®

AMÉLIORATION
DES CONDITIONS
DE TRAVAIL
DANS LA MINE...
DÉSORMAIS
ELLE AVANCERA
TOUTE SEULE.

PENTEL: "TECHNOClic."



450 PENTEL POUR LA LIBERTÉ D'EXPRESSION

TEMPÊTE SUR LE BLÉ

LA GUERRE DES SEMENCES (1) EST UN GROS PAVE JETE DANS LA MARE

internationale de la « nébuleuse des activités, services, emplois, qui enserre l'agriculture » et qui a pour origine unique : la semence. Cette étude magistrale des formes actuelles du pouvoir vert, placé sous le signe de la science, est la première du genre en France. Elle a le volume et l'envergure des ouvrages américains (*Comment meurt l'autre moitié du monde* et *Les géants du grain*) qui ont tenté une synthèse des rapports économiques mondiaux à partir du trafic de l'arme de base : les aliments.

Les États-Unis, par la force des choses, sont très présents dans cette analyse en raison de leur position de leader : politique agricole planifiée, intégration totale de la filière recherche-enseignement-développement, capitaux investis dans des entreprises pionnières à haut risque comme les "boutiques" de génie génétique...

L'analyse est toujours critique et les auteurs marquent nettement leur opinion : « Les pays de la faim existent parce que les crédits de recherche — d'une recherche adaptée à leurs problèmes particuliers — sont insuffisants. » Et, d'appuyer aussitôt leur thèse sur une preuve "chiffrée" : en 1970, nombreux étaient les pays du Tiers-Monde où les crédits de recherche n'atteignaient pas le tiers du budget annuel de recherche agronomique de l'université de l'Illinois !

Car l'un des atouts de *la Guerre des semences* est la richesse des informations qui en sont la base. Un atout à double tranchant car un lecteur non averti peut facilement se lasser ou se perdre dans cette masse labyrinthique de faits et chiffres. Il faut dire que les auteurs ont eu le temps de mûrir leur analyse. Le premier, J. Grall, a beaucoup voyagé aux États-Unis : il est journaliste au *Monde* depuis 1978, spécialisé dans

l'agriculture et l'industrie alimentaire. Le second, B.-R. Lévy, connaît toutes les arcanes de la recherche : entré à l'INRA en 1945, il y a créé le service de presse et de relations publiques en 1970. Bien que l'INRA soit citée parfois à une dizaine de reprises dans une même double page, (mais, après tout, sans la recherche agronomique, il n'y aurait pas de semences améliorées, et pas de guerre des semences), B.-R. Lévy, s'exprime dans son livre à titre personnel.

Il y a de nombreux temps forts dans ce livre construit à la manière d'une spirale, ou d'une pelote. On démarre doucement à la ferme de François, sur le plateau de Caux, qui, en bon agriculteur, choisit les variétés qu'il cultive pour leurs performances mais ignore tout de la concurrence effrénée qui se joue derrière, et ne connaît souvent même pas le nom des sociétés qui ont "sorti" ces variétés. Ce qui nous conduit à découvrir ces sociétés, leur naissance, leur évolution.

Et dans la dernière partie du livre, lorsque la pelote entière a été déroulée, on arrive au cœur de la question : la « révolution verte », ses traits spécifiques, les systèmes agricoles (et socio-culturels) qu'elle condamne et ceux qu'elle met en place.

Les grandes sociétés pétrochimi-

ques entrent "dans la semence"; certaines, impatientes, se désengagent. Le champ de bataille de la concurrence se déplace : du blé au maïs "superstar" et au roi-soja; des "maisons" familiales du Nord de la France aux sociétés sous influence (multinationale, française ou américaine) du Sud; de la diversité des "Anciens", les sélectionneurs, à la concentration des "Modernes", industriels et généticiens.

Pour la création des semences du futur, qui peuvent rapporter gros, les alliances se nouent et se dénouent. Le rythme du mouvement s'accélère au point que le concurrent le plus redouté de Monsanto, numéro un mondial pour les profits tirés des produits agricoles, géant né d'une petite entreprise de saccharine en 1901, n'est pas Pioneer, drapeau américain du maïs, mais Du Pont de Nemours, autre géant de la chimie, qui n'a pourtant pas encore de graines en poche.

La rapide ascension des "boutiques" américaines de génétique (Agrigenetics, United Agriseeds, NPL...), dont certaines se placent aujourd'hui parmi les premières sociétés de semences, fait rêver : on croit plonger dans un monde fou, ludique et dangereux d'apprentis sorciers, créateurs de vie (végétale). Mais tout cela n'a rien de fantaisiste. La mentalité américaine (« toute

(1) Jacques Grall et Bertrand Roger Levy
Fayard, 410 p., 98 F.

connaissance représente une valeur... que l'on finit toujours par récolter ») a fait des petits et les résultats sont là, tangibles : transfert et expression de gènes bactériens chez les plantes, création de nouveaux hybrides, plantes et arbres nés en tube par millions (*l'in vitro veritas*).

Si le livre est impossible à résumer, on peut en signaler d'autres temps forts. Ainsi de la "marche" du maïs vers le faîte de sa gloire, grâce à l'obstination successive de quelques hommes dont trois générations de Wallace, famille à l'origine de la plus puissante firme mondiale de sélection, Pioneer. Ainsi de la description des PDG des jeunes sociétés de biotechnologie impliquées dans la semence, bouillonnants d'enthousiasme et d'ambition impatiente. Ainsi des conflits soulevés par la génétique, avec "l'affaire Lyssenko" en URSS et, moins grave, celle du procès de Scope aux États-Unis. Le premier, réfractaire aux idées de Mendel, mais président de l'académie Lénine des sciences agronomiques, pesa lourdement sur l'agriculture de son pays; le second, en enseignant l'évolutionnisme, transgressa l'interdiction mérovingienne, mais en vigueur dans plusieurs Etats du Sud.

Autre temps fort : un scénario catastrophe futuriste, situé vers les années 2020, conduisant à la famine mondiale. Quant à l'histoire du prix Nobel, Norman Ernest Borlaug, qui a mis au point les blés nains nippo-américano-mexicains, c'est un bijou de démonstration du mal qui peut prendre l'apparence du bien, et des contradictions de la "révolution verte", reconnues par son initiateur lui-même : pour que les hauts rendements des variétés productives de cette révolution des années 60 s'expriment, il faut des moyens de production qui n'existent pas dans les pays en voie de développement eux-mêmes.

Heureusement, un tournant est amorcé très officiellement. On s'intéresse aux espèces vivrières locales beaucoup plus qu'auparavant : « Les experts en développement ont découvert, entre deux missions et deux avions, qu'il n'y avait de vrai progrès possible que lorsque ce progrès était assimilable par le milieu. D'autres le savaient depuis longtemps mais, considérés comme marginaux, ils étaient précisément tenus en marge », énoncent les auteurs avec un humour narquois.

Tout espoir n'est donc pas perdu.

Et certaines erreurs ne seront vraisemblablement pas reprises. Mais à l'évidence, *la Guerre des semences* — qui pose en sous-titre la question : quelles moissons, quelles sociétés ? — répand tout au long du texte que ce sont les sociétés (hommes et entreprises) des pays industrialisés qui se préparent activement aux plus belles moissons (financières).

Marie-Laure MOINET



PIERRE BALASKOVIC ET FRANÇOIS MOIZARD

LES BALLONS DU FUTUR

Ed. SECI, 140 p. 145 F

Certains feront la fine bouche : eh quoi, parler dirigeables, furent-ils futuristes, à l'ère des stations orbitales ? Aurait-on l'audace d'imaginer que le 3^e millénaire puisse ouvrir aux ballons captifs, aux dirigeables de croisière, aux ballons de grutage, voire même à des engins d'exploration planétaire, poussés par les vents martiens ou les souffles carboniques et sulfureux de Vénus, les prémisses d'un genre tout nouveau de navigation, ayant, quant à son principe, Archimède pour inventeur ?

C'est pourtant au travers du reportage d'une croisière en dirigeable effectuée par un jeune couple, en l'an 2000, que l'ouvrage nous convie à découvrir ce que pourraient être les performances et la technologie de ces ballons à l'aube du nouveau siècle. Les auteurs savent de quoi ils parlent. L'un, Pierre Balaskovic, est, avec le projet Pégase, à l'origine du renouveau du dirigeable en France, l'autre, François Moizard, joignant à son diplôme d'ingénieur-conseil, le titre enviable de Président de la Fédération française d'aérostation.

L'aventure de nos deux héros, Eric et Sophie, truffée de notes techniques d'une étonnante précision et nourrie (abondamment) de dessins et schémas explicatifs, apporte plus qu'un aperçu sur le devenir possible des plus légers que l'air. La réalisation de carènes rigides constituées d'une carcasse en poutres d'aluminium, la mise en œuvre de matériaux évolutifs (Kevlar, fibres de carbone, etc...), l'utilisation de ballonets réservoirs à l'hélium comprimé, la gestion de la portance aéростatique par transfert de gaz d'un ballonet à l'autre confié, bien entendu, à l'ordinateur le contrôle de la portance aérodynamique locale assuré par des volets distribués sur la carène, tels

sont quelques uns des principes constructifs qui pourraient figurer au "cahier des charges" du dirigeable de l'an 2000.

L'environnement technique dans lequel évoluent nos deux héros reporters nous fait ainsi découvrir, tour à tour, des navettes aéroportuaires, des captifs de manutention pour le débarquement du bois, des "blimps" (ballons souples) pour des vols promenade, des engins de transport lourd ou bien encore de modestes montgolfières, mais gonflant leur enveloppe par absorption des rayonnements infra-rouges.

On s'aperçoit vite, cependant, que toutes ces descriptions futuristes ne doivent rien à la fiction. Les plus insolites de ces dirigeables existent déjà, soit à l'état de prototypes, soit au stade de projets concrets en cours d'études. C'est là le grand mérite des auteurs que de "futuriser" sans en avoir l'air un présent méconnu. C'est dire l'intérêt de l'ouvrage, son sérieux, avec, en prime, ce qui ne gâche rien, une façon bien pittoresque et bien piquante de présenter des études et des thèses très savantes quant au fond. Comme quoi il n'est pas nécessaire d'être austère pour faire de l'excellente vulgarisation.

Luc FELLOT



YVES CHRISTEN

BIOLOGIE DE L'IDÉOLOGIE

J.-J. Pauvert aux Editions Carrère, 236 p. 69 F

Les partis politiques sont-ils le résultat d'un besoin inconscient des hommes à se rassembler suivant des affinités génétiques ? Peut-on définir des "races" d'hommes politiques, par exemple *Homo communistus*, que l'on pourrait reconnaître dans la rue grâce à la forme de sa mâchoire ou d'autres traits faciaux ?

Galéjade ?... Non pas. Ces deux exemples sont conformes aux hypothèses de la "biopolitologie" (on peut dire, pour simplifier, biopolitique), que ses adeptes définissent comme une science naissante faisant la synthèse des acquis de la science politique et de la biologie moderne. En simplifiant, les décisions politiques (ou sociopolitiques) ne sont pas le fait du libre choix d'individus ou groupes d'individus, mais sont plus ou moins imposées par les gènes qui commandent ces individus. *Biologie de l'idéologie* est le dernier venu parmi les nombreux ouvrages qui attisent de temps à autre les

braises d'un feu allumé il y a une dizaine d'années par le zoologiste américain Edward Wilson, à la publication d'un ouvrage scientifique sur le comportement des insectes et d'autres animaux, *Sociobiologie, une nouvelle synthèse*. Dans le dernier chapitre de ce livre, Wilson extrapolait certaines de ses conclusions à l'homme, pour conclure qu'il devrait être possible de mettre à jour les fondements génétiques du comportement humain.

La sociobiologie est, en somme, le prolongement du darwinisme à l'étude du comportement, et peut-être rapprochée de ce que l'on appelait le "naturalisme", philosophie qui veut fonder le comportement humain, la morale et la politique, sur la connaissance objective de la nature. A l'extrême, la sociobiologie réduit tout comportement au niveau d'un égoïsme biologique irréductible : l'objectif premier de tout être vivant est la multiplication de son patrimoine génétique individuel. Certains sociobiologistes vont même plus loin, pour dire que l'homme n'est qu'une sorte de machine dont le gène se sert pour se perpétuer et se multiplier. « Tôt ou tard », écrivait Robert Trivers, un des adeptes les plus enthousiastes de cette discipline, les sciences politiques, le droit, l'économie, la psychologie, la psychiatrie et l'anthropologie seront, sans exception, des branches de la sociobiologie. »

Biologie de l'idéologie apparaît comme une tentative d'établir une nouvelle et dextre tête de pont en posant les bases d'une "nouvelle discipline scientifique", la biopolitologie. Il ne faut pas céder trop vite à l'irritation que peut provoquer la lecture des deux premières lignes de cet ouvrage, à savoir : « Me voici, bien obligé de commencer par une banalité. C'est, je crois, la seule que contienne cet ouvrage. » (La banalité en question est la sentence d'Aristote, "L'homme est un animal politique", et si c'en est une, ce n'est pas la seule). On trouve en effet dans ce livre un condensé des arguments les plus "porteurs" de la sociobiologie, ainsi qu'une bibliographie abondante (plus de 400 auteurs mentionnés en 230 pages ; on peut regretter, à cet égard, l'absence de notes explicatives).

L'objectif de l'auteur est de donner à la "biopolitologie naissante" un dogme central reliant les comportements politiques aux gènes, aux

hormones et autres facteurs physiologiques qui sont la substance première de l'*Homo politicus*. Les partis politiques, par exemple, pourraient représenter un regroupement d'êtres humains suivant certaines affinités génétiques dont la complexité des grandes sociétés a fait perdre trace. Les conflits politiques auraient des origines biologiques, et les leaders politiques seraient des "médiauteurs" capables d'exciter spécifiquement certains individus en interférant avec des processus biochimiques, notamment cérébraux. (A noter que n'importe quelle conversation interfère avec nos processus biologiques).

L'ouvrage, en somme, tente de "naturaliser" la politique. Le parti communiste, groupe dit bien stéréotypé, est naturellement choisi pour exemplifier une "race" politique. Il y a un *Homo communis* dont le visage de Georges Marchais constitue un véritable prototype. M. René Andrieux, rédacteur en chef de l'*Humanité*, Lucien Sève, directeur des éditions sociales, et beaucoup d'autres militants et dirigeants du PC posséderaient cette mâchoire et ces traits faciaux caractéristiques qui font qu'un membre du parti communiste peut être reconnu dans la rue avec des chances de succès supérieures à celles attendues par une distribution au hasard. » (On ne trouve cependant pas de repères pour l'identification de l'*Homo europeus*, ni de l'*Homo frontisnationalis*).

Même si les sociobiologistes convaincus veulent croire que le gène est monarque absolu, ils devraient être prêts à baisser pavillon devant les physiciens, dont la démarche est encore plus pointue, puisqu'elles s'adresse aux molécules dont sont faits les gènes, aux atomes dont sont faites les molécules, et aux particules que l'on peut observer en faisant éclater les atomes.

Les physiciens, et non les sociobiologistes, devraient donc détenir l'ultime vérité. Le droit, la morale, l'amour, l'égoïsme et l'altruisme, le sens de l'art, le coup de pinceau du Pinturicchio et le sourire de Georges Marchais, au même titre d'ailleurs que la biopolitique et sa mère nourricière, la sociobiologie, sont donc du ressort de la science physique.

Mais les physiciens, eux, ont reconnu le principe d'incertitude, qui tempère leurs convictions...

Alexandre Dorozyński

GEORGES VIGARELLO

LE PROPRE ET LE SALE

Seuil, 284 p., 95 F

Les enquêtes nationales révélant que les Français ne possèdent qu'une brosse à dent pour sept et qu'ils sont les plus médiocres utilisateurs de savon de l'Occident (quelque trois pains par an) prêtent à cet excellent ouvrage un intérêt tout spécial. Sous-titré « L'hygiène du corps depuis le Moyen Age », ce livre enseigne que, durant des siècles, l'économique rivalisa avec la morale pour retarder l'avènement de l'eau courante aux étages et de la douche savonneuse chaude et quotidienne.

L'économique, c'était surtout l'absence d'eau en quantités suffisantes pour tous. Alors que les Romains avaient construit des aqueducs formidables pour véhiculer l'eau au cœur de leurs cités et empêcher que l'Empire puât, la France, en 1782, manquait encore d'eau. Les pompes de Chaillot, par exemple, ne dispensaient le précieux liquide que pour les maisons de seigneurs. Et encore ! Sur 66 hôtels de luxe construits entre 1770 et 1800, il n'y avait que 20 cabinets de bains. D'où les miasmes de Versailles qui, déjà, offusquaient Buffon.

Mais, à cette disette d'eau, élément rare, réservé aux plus raffinés des gens riches, voire aux coquins qui se lissaient la peau pour la galanterie (un soupçon de corruption pesa toujours sur qui observe l'hygiène !), faisait pendant un flux de moralités chagrines. C'est ainsi que Tronchin, pourtant médecin des Encyclopédistes, écrit ces contre-vérités : « Tant que les Romains, au sortir du Champ de Mars, allaient se jeter dans le Tibre, ils furent les maîtres du monde. Mais les bains chauds d'Agrippa et de Néron en firent peu à peu des esclaves... Les pères conscrits ont donc bien eu raison de s'opposer aux thermes. » Sornettes, les Grecs avaient des thermes 17 siècles avant notre ère (il y en avait au palais de Cnossos), les Egyptiens depuis encore plus longtemps et, si c'est l'eau chaude qui a amollé les Romains, elle y mit bien du temps, au moins sept siècles, puisqu'il y avait déjà des bains à Rome au III^e siècle avant notre ère. Rousseau n'était guère plus avisé que Tronchin, qui croyait que l'eau froide faisait des héros ; elle faisait surtout des pneumonies ou des gens sales.

Ces préjugés durèrent bien avant

dans le XIX^e siècle. Rares, en 1880, étaient les immeubles de rapport à Paris qui avaient des salles de bains. A la préfecture d'Oran, à la même époque, seul l'appartement du préfet avait une salle de bains, pas celui du secrétaire général ! En 1910, 69 lycées seulement sur 109 étaient pourvus de bains-douches. On imagine les habitudes que l'on y prit. Mais à l'armée, ô progrès, on ne "lavait" plus les militaires à la lance, ce qui permettait de nettoyer 1 300 hommes en... quinze jours, du haut d'une échelle !

L'idée du bain quotidien, au début de ce siècle encore, est un scandale : « L'on ne doit guère en prendre à moins que ce ne soit par ordonnance du docteur. » Il est vrai que, lorsque les médecins de Louis XIV se résolurent à le baigner, le "patient" connut « des tressaillements, des transports furieux, des mouvements convulsifs suivis d'éruptions, taches rouges et violettes sur la poitrine... ». Et encore, on l'avait purgé de veille ! On eût pu de la sorte liquider la royaute.

Gerald MESSADIÉ

JACQUES BROSSE

LES TOURS DU MONDE DES EX-PLORATEURS

Bordas, album n. & coul., 231 p., 260 F

Cela méritait d'être rappelé, et avec le talent d'un écrivain tel que Jacques Brosse, la préface d'un maître tel que Fernand Braudel, le talent dans l'impression, la mise en pages, la qualité des reproductions et le luxe de bon ton de l'éditeur Bordas : les premiers voyages autour du monde furent des aventures dont le voyageur aérien ne sait plus le sel.

Cook, Bougainville, La Pérouse, sont certes des noms illustres et leurs aventures-mésaventures connues de bien des amateurs de voyage, mais Baudin, Flinders, Krusenstern sont bien moins connus. Pour reconnaître des terres nouvelles, les savants s'exposaient à des risques tels que scorbut, naufrage, faim, maladies étranges, animaux dangereux, et le plus singulier, c'est qu'ils ne perdaient pas un instant de vue que l'objet de leur voyage était scientifique. Ces gens cartographiaient, relevaient, notaient, peignaient, inventoriaient par vents et marées et tel était le respect de la profession qu'il dominait les rivalités. C'est ainsi que l'Anglais Flinders croissant Baudin au large de la Nouvelle Hollande, va lui remettre copie d'une carte qu'il a dressée... Mœurs ex-

quises que n'encourageaient certes pas des parages souvent agressifs : les indigènes, assez soupe-au-lait, ne se privaient pas de trucider les探索者 dès lors qu'ils estimaient avoir été trahis.

C'est dans ces années-là que naquirent d'abord la géographie, puis la biologie (Darwin aussi fut un explorateur), l'anthropologie et l'ethnologie. La surprise d'humains si différents engendra l'analyse et c'est moins d'un siècle après la mort de Dumont d'Urville (dans un accident de chemin de fer !) que Lévi-Strauss quittait la France pour le "terrain" américain, trouvant déjà les Tropiques tristes... G.M.

RENÉ BOUILLOT

TOUTE LA VIDÉO D'AMATEUR

Paul Montel, 232 p., 80 F

La prise de vue vidéo. L'éclairage. Les thèmes de films. L'enregistrement des images et du son. Les vidéocassettes. Les magnétoscopes. Les caméras vidéo. Les camescopes 8 mm. Les accessoires. La copie des cassettes. Le transfert des films et des diapositives sur bande vidéo. La sonorisation. Le montage vidéo.

Les amateurs commencent à utiliser les caméras vidéo légères pour des prises de vues familiales ou des vacances. A leur intention, René Bouillot a écrit ce livre qui est un guide très clair sur l'art d'utiliser au mieux une caméra électronique ou un magnétoscope.

C'est aussi, sans doute, le guide le plus complet écrit à ce jour. En 230 pages, tous les problèmes qui se posent à un utilisateur amateur sont examinés en détail. Cela va des problèmes techniques de prise de vue et de prise de son, au montage vidéo et à l'utilisation du magnétoscope, en passant par la réalisation des éclairages, le transfert des photos sur bande magnétique ou la façon de concevoir et de traiter un sujet. Bien entendu, l'utilisation du camescope 8 mm, qui arrive à peine sur le marché, est abordée.

L'ouvrage reste sans prétentions : il est de conception très classique, calquée sur les ouvrages du genre écrits pour les cinéastes amateurs utilisateurs du super 8. Il est abondamment illustré de schémas et de photos (en noir et blanc). Bref, comme il se doit d'un bon guide, c'est essentiellement un livre utile pour entrer dans la pratique de la vidéo.

Roger BELLONE

AUTRES LIVRES

REÇUS

Collection pour débutants

La Découverte, de 50 à 65 F selon le volume

Cette collection, à laquelle nous devions déjà un "Freud" et un "Darwin" d'abord humoristique et pourtant riche d'information, vient de publier, coup sur coup, plusieurs autres de ces petits manuels illustrés et rédigés de façon familière : "La génétique", "La faim dans le monde", "L'énergie nucléaire", "La paix", "Le judaïsme". Les esprits austères fronceront peut-être les sourcils devant ce mode de présentation, plus proche de la bande dessinée que du doc de exposé, mais l'essentiel est que l'information passe.



Marcel Goldberg

L'épidémiologie sans peine

Ed. Médicales Roland Bettex, 16 rue de la Comète, Paris, 144 p., 00 F

Pamphlet sur le dialogue à propos des aléas et de la terminologie de l'épidémiologie. Amusera plus d'un médecin... et d'un épidémiologue.



Christian Coërs

Médecins ou magiciens ?

Arthaud, 246 p., 74 F

Faux dilemme, mais excellent texte, riche en observations de premier ordre, telle que celle qui relève que c'est le positivisme qui favorisa l'élosion des médecines non orthodoxes, ou encore la frivolité d'Ivan Illich, qui préconise l'abstention des soins médicaux. On y trouve des pages cruelles pour la médecine (par exemple pour le traitement de l'ulcère d'estomac par des hormones féminines, dans les années 50), et des pages encore plus dures pour ceux qui prétendent remplacer la médecine par la magie.



T. Berry Brazelton

Trois bébés dans leur famille, Laura, Daniel et Louis

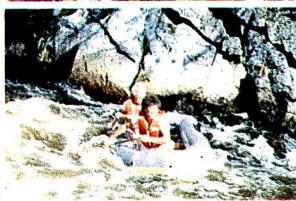
Stock Laurence Pernoud, 348 p., 118 F

Observations minutieuses sur les différences de croissance et de comportement de trois enfants. Un peu longuet, gratuit, sans doute aussi utile qu'une séance de tricot en attendant l'accouchement.

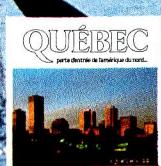
Porte d'entrée de l'Amérique du Nord...

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 cœur de
l'Amérique!



Québec



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

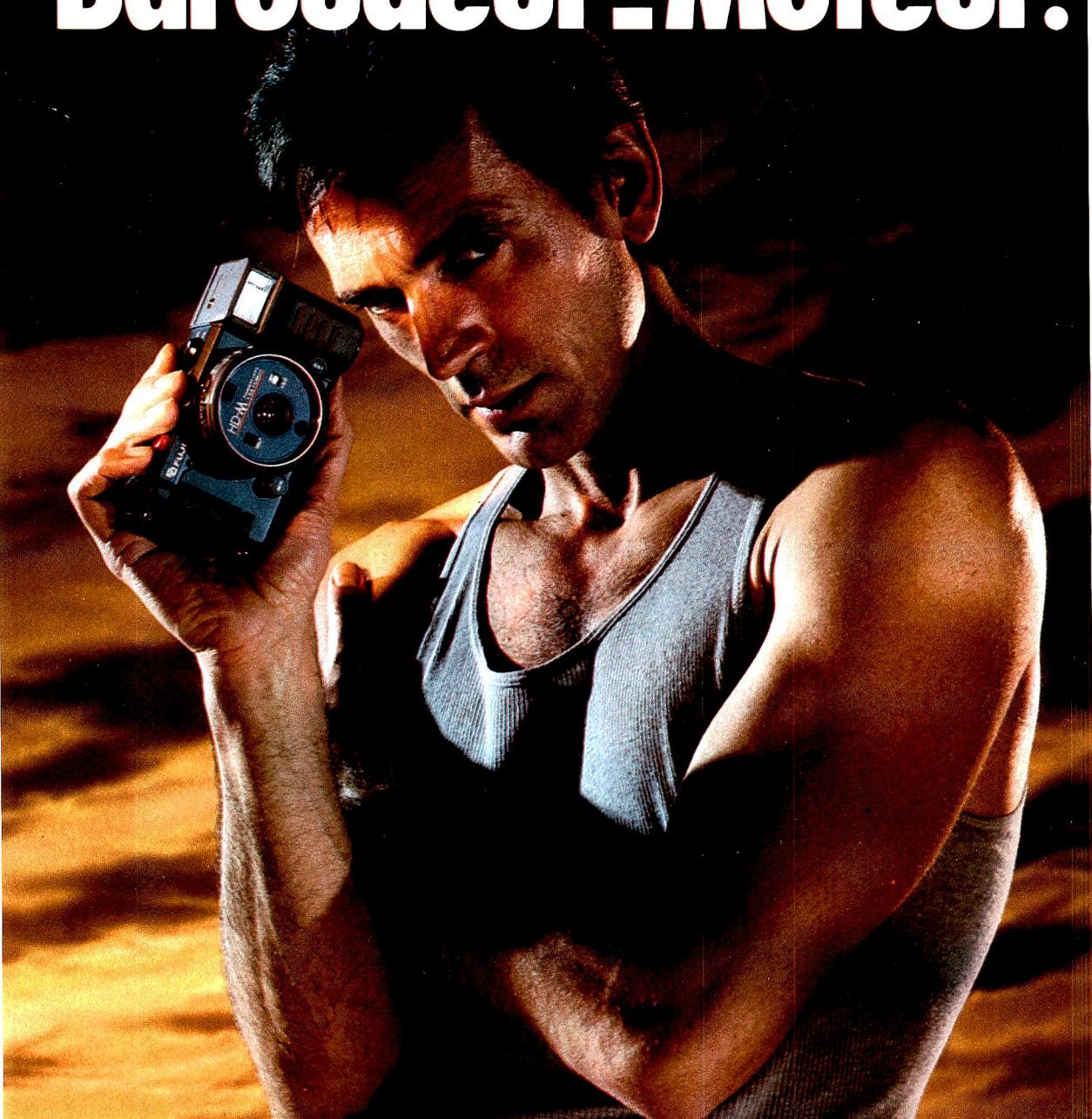
NOM _____

ADRESSE _____

VILLE _____

FUJI HD-M

Baroudeur.-Moteur.



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

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

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

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

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

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



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



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

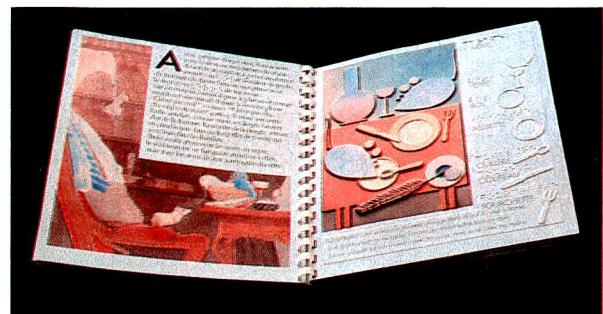
COMMUNICATION

SI TU ÉTAIS AVEUGLE...

C'EST AVEC CES MOTS, ECRITS EN CARACTÈRES BIEN LISIBLES POUR LES VOYANTS,

que commence ce livre. Mais dès qu'on a tourné les premières pages, « Tu vois... » devient « Tu ne peux le voir, mais tu peux le sentir ». Les uns après les autres, les mots de l'histoire pour enfants que raconte le livre sont accompagnés de leur traduction en braille (dont l'alphabet complet figure au début du livre).

(suite du texte page 170)



ÉLECTRICITÉ

GÉREZ VOTRE CONSOMMATION PAR ORDINATEUR

**PAS BESOIN DE S'Y CONNAÎTRE
EN INFORMATIQUE,**

et aucun clavier à manipuler : tout se passe par l'intermédiaire d'un stylo optique, véritable

“baguette magique” qui permet d'utiliser le logiciel inclus dans l'ordinateur et affiché sur l'écran pour

programmer, visualiser, contrôler, modifier toutes les commandes électriques d'une maison ou d'un appartement. Le micro-ordinateur qui permet cela, c'est

(suite du texte page 168)

MOTEURS EN RAFALE SUR LES 24 × 36 REFLEX

*APRES LE MINOLTA 7000 ET LE CANON T-80,
VOICI LE PENTAX A3.*



Il y a six ans, deux firmes japonaises, Konica et Yashica mettaient sur le marché les premiers appareils 24 × 36 reflex avec moteur électrique intégré assurant l'entraînement de la pellicule et son rebobinage à la fin des prises de vue. Sur ces boîtiers

(Konica FS-1 et Contax 137) le classique levier d'entraînement avait été supprimé. A l'époque, on pouvait penser que d'autres constructeurs allaient très vite suivre la même voie. Il n'en fut rien durant près de 5 ans. Seule Canon sortit à partir de 1981 une série de boîtiers T de conception similaire (Canon T50 en 1981 et T70 en 1984).

Aujourd'hui, il semble que le mouvement soit amorcé, trois nouveaux reflex à moteur intégré ayant été lancés : d'une part, le Minolta 7000 et la Canon T-80 début mars (voir le précédent numéro de *Science & Vie*), d'autre part le Pentax A3, début avril.

Le moteur du Pentax A3 assure le chargement automatique du film, son entraînement et l'armement de l'obturateur. Il est ainsi possible d'effectuer des prises de vues à des fréquences de 1,5 image par seconde. Le rebobinage du film reste conventionnel se faisant au moyen d'une manivelle.

Ce nouveau Pentax est par ailleurs assez classique. Il est automatique,

l'exposition étant commandée par une cellule au gallium (GaAsP). Deux automatismes sont proposés : à programme (cellule réglant la vitesse et le diaphragme) et à priorité au diaphragme (le photographe affichant une ouverture et la cellule réglant la vitesse en conséquence). Une correction de ± 1,5 diaphragme peut être programmée. Un réglage totalement manuel est possible au 1/60 s. L'affichage de la sensibilité du film est automatique grâce au code DX qui est maintenant porté sur toutes les cartouches 35 mm.

L'obturateur à rideau procure les vitesses de 2 s à 1/1 000 s, ainsi que la pose B (en un temps). Le viseur reflex est équipé d'un télémètre et d'un anneau dépoli pour la mise au point. L'équipement optique est constitué par la gamme des objectifs Pentax K et KA.

En définitive, le Pentax A3 est un appareil fort simple, ce qu'apprécient les amateurs peu au fait des subtilités de la technique photographique. Il est compact (15 × 9 × 5 cm et 520 g) et coûte moins de 2 000 F.

△ **Le club Images et connaissance de la montagne** organisera en juin prochain son 17^e safari-photo dans la Vanoise. Il compta des stages photographiques de 6 ou de 13 jours avec randonnées de chasse photo (flore, faune, traditions populaires). Les amateurs non équipés bénéficieront de prêts gratuits de matériel. (Renseignements : Images et connaissance de la montagne, BP 47, 73150 Val d'Isère.)

VIDÉO**DES VHS CHEZ GRUNDIG**

*TROIS MODELES
DE MAGNETOSCOPES,
LES VS 200,
200 EURO ET 180,*

sont proposés en VHS par Grundig, l'un des grands fabricants allemands de magnétoscopes dans le standard V 2000.

Aux caractéristiques classiques des magnétoscopes, ces appareils ajoutent un système de sauvegarde de toutes les données mémorisées pendant un an grâce à une mémoire interne, un verrouillage électronique

par code personnel à 4 chiffres interdisant l'accès de l'appareil à qui ne connaît pas la combinaison, et une identification de la cassette en temps réel, avec indication du temps disponible à l'enregistrement.

Le VS 200 Euro est bi-standard PAL-SECAM. Il permet automatiquement, en liaison avec le décodeur, la programmation de l'enregistrement



d'émissions Canal Plus (téléviseur éteint) et l'enregistrement d'une émission Canal Plus pendant qu'est regardée l'émission d'une autre chaîne.

Le Grundig VS 180, enfin, est un modèle SECAM qui permet la programmation, jusqu'à 3 mois à l'avance, de l'une des 12 chaînes qui peuvent être prérglées.

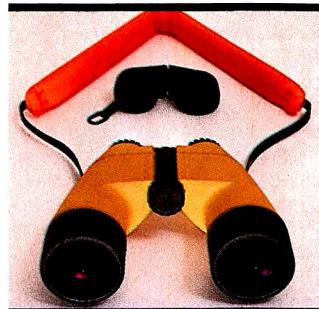
OPTIQUE**DES JUMELLES "LAVABLES"****ELLES PEUVENT TOMBER
DANS L'EAU DE MER**

(et même y séjournier pendant une heure par 5 m de fond) et se laver à l'eau du robinet. Ce sont les jumelles marines que propose Swarovski Optik sous le nom de Habicht SL 7×50 (en vente au prix de 3 615 F chez General Marine, 5 rue de la Manutention, 75116 Paris).

Fabriquées de façon totalement étanche, enveloppées de polyuréthane souple, ces jumelles ont une bonne tenue en main, même par temps humide.

Elles sont aussi insensibles au choc, ce qui est une qualité précieuse sur un bateau (les essais concernant la résistance aux chocs ont été réalisés en laissant tomber les jumelles de 2 m de hauteur sur une couche de sable de 10 cm d'épaisseur).

La partie optique de l'Habicht SL 7×50 est de la classe professionnelle et procure des images brillantes même au crépuscule ou à contre-jour, ce que traduisent leurs caractéristiques : grossissement 7 fois ; diamètre de l'objectif 50 mm ; indice crénusculaire 18,7 ; diamètre de la



pupille de sortie 7,1 mm. Avec un poids de 108 g, elles restent relativement légères.

△ Espagne, Grèce, pays de l'Est : la caution ou... la prison. Mieux vaut donc souscrire une assurance "caution". En effet, les automobilistes qui causent un accident dans l'un de ces pays risquent de se voir réclamer une caution assez élevée ou, à défaut, de se retrouver en prison... Les autorités locales ont le droit d'exiger une caution à titre de provision pour couvrir les frais de justice, les indemnités dues aux victimes, les amendes, ou pour obliger le voyageur à comparaître devant un tribunal.

SON**UNE CHAÎNE COMPACTE À PLATINE TANGENTIELLE****LA CHAINECT 756,**

que Radiola vient de mettre sur le marché, est un combiné audio de faible volume réunissant un amplificateur stéréophonique, une platine tourne-disque, un lecteur de cassette et un tuner stéréophonique PO-GO-FM (chaîne Radiola CT 756). La principale caractéristique de cet appareil est sa platine à lecture tangentielle à fonctionnement automatique. Ce système permet au bras de lecture de rester constamment perpendiculaire au sillon. Les distorsions dues à l'erreur de piste sont éliminées par cette technique. L'amplificateur possède une puissance efficace de 23 W par canal.

Prix : 3 500 F environ.

**PHOTO****UN 4,5 × 6
TÉLÉMÉTRIQUE
SEMI-
GRAND ANGLE****FUJI PROPOSE
UN 3^e MOYEN
FORMAT**

aux photographes après ses deux appareils de 4,5 × 6 cm, le GS 645 W à objectif 5,6/45 mm et le GS 645 à objectif 3,4/75 mm. Ce troisième boîtier, c'est le GS 645 S, qui se situe entre eux par son objectif semi-grand angle 4,5/60 mm.

Le Fuji GS 645 S est relativement compact et léger (15 × 11 × 9 cm et 750 g). Il permet un réglage rapide de l'exposition par le jeu de 3 diodes électroluminescentes situées dans le viseur, viseur qui permet aussi des mises au point rapides grâce à son télémètre à superposition de deux images.

Une correction automatique de la parallaxe aide à la réalisation de cadrages précis aux prises de vues à courtes distances. L'obturateur central donne les vitesses de la seconde au 1/500 s.

HAUTE-FIDÉLITÉ

COMBINÉ PORTABLE POUR DISQUE À LASER

AVEC LE CD-555,
QUE PHILIPS LANCE
EN SEPTEMBRE
PROCHAIN,

le marché de la hi-fi aura son premier combiné équipé d'un lecteur de disque compact ; jusqu'ici, en effet, les chaînes sonores portables étaient équipées d'un récepteur radio et d'un magnétophone à cassette. La chaîne est stéréophonique et comporte deux petites enceintes acoustiques détachables. Elle peut être alimentée par batterie 12 V, par piles ou par le secteur.

Le lecteur de disque compact possède les caractéristiques de tous les lecteurs Philips, tant en ce qui concerne les performances haute-fidélité que les possibilités de programmation pour la lecture des morceaux. Il est associé à une platine magnétophone à cassette également de haute fidélité. Asservie par un microprocesseur, cette platine comporte deux modes de fonctionnement, en "CD Synchro" et en automatique.

En position "enregistrement CD Synchro" la platine est placée en attente et démarre automatiquement en synchronisme avec le Compact Disc aussitôt que la touche de démarrage du lecteur CD est enclenchée.

En mode automatique, et toujours en enregistrement, la platine, qui est dotée d'un système de recherche automatique des "blancs", asservit le fonctionnement du lecteur Compact Disc en créant des pauses de 4 secondes entre chaque plage musicale. Ce laps de temps correspond à l'enregistrement sur cassette des "blancs" nécessaires à un repérage ultérieur d'un morceau déterminé et permet d'établir un programme d'écoute ininterrompu de 20 plages par piste de la cassette.

Le magnétophone possède encore un

réducteur de bruit "Dolby B", un contrôle automatique du niveau d'enregistrement, un sélecteur du type de bande utilisée, un afficheur à cristaux liquides indiquant, tout comme pour le Compact Disc, le morceau musical en cours d'audition et le programme sélectionné.

Le combiné Philips CD-555 est également équipé d'un récepteur radio PO-GO-OC et FM stéréo. L'amplificateur de l'appareil a une puissance de 20 W par canal. Il est pourvu d'une prise pour le branchement d'une platine de lecture de disques microsillons.

Un égaliseur permet enfin d'ajuster la tonalité et le relief sonore en fonction de l'acoustique de la salle d'écoute et de la position de l'auditeur. Le prix du combiné sera d'environ 5 490 F.



ÉLECTRICITÉ

(suite de la page 165)

le "Visidel", le premier et, à ce jour, le seul qui permette de gérer l'ensemble de l'énergie électrique dans l'habitat. Il est composé d'un coffret de branchement, d'un écran monochrome et d'un stylo optique permettant de contrôler tout circuit et tout appareillage existant.

Sans thermostats, programmeurs, délesteurs, régulateurs et autres économiseurs, on peut ainsi régler très précisément ($\pm 0,2^\circ\text{C}$) la température des pièces une à une, en fonction de leur utilisation et de leur occupation ; calculer les temps de mise en température, pièce par pièce, pour que l'appartement ou la maison

soit confortable au retour d'un week-end ou à l'arrivée dans une résidence secondaire ; programmer le délestage et planifier l'utilisation des appareils domestiques, afin de réduire la puissance d'abonnement souscrite et éviter que le compteur ne disjoncte lorsque tous les appareils fonctionnent ; produire à moindre coût l'eau chaude sanitaire et gérer la ventilation mécanique en évitant des aérations intempestives et coûteuses.

Si l'on aère une pièce, par exemple, l'appareil arrête automatiquement le chauffage correspondant, et si la température extérieure monte ou baisse, la sonde extérieure prend en compte ces changements et adapte les programmes aux conditions météorologiques.

Visidel est un système ouvert : télétransmission, adaptation au chau-

fage central, télécommande par téléphone, toutes ces extensions optionnelles peuvent s'adapter facilement au modèle de base.

Ce micro-ordinateur est aussi un système de sécurité : pour dissuader un éventuel cambrioleur on peut le programmer pour une simulation de présence (éclairage, mise en marche d'un magnétoscope, d'un tuner...) et lui connecter un système d'alarme de détection et de contrôle des ouvertures.

Son coût, de 16 000 à 20 000 F, devrait être rapidement amorti grâce aux économies d'énergie, aux avantages fiscaux, aux subventions et aux déductions tarifaires, l'appareil étant homologué par les différentes administrations. Pour tout renseignement : ARPE, 68 avenue Jean-Jaurès, 69600 Oullins, tél. (7) 851 56 13.

MAISON

VUE PANORAMIQUE SOUS VOTRE TOIT

LES GRENIERS S'OUVRENT SUR LE CIEL

De plus en plus, neufs ou anciens, ils s'équipent de surfaces vitrées pour abriter, jusqu'en haut, de véritables pièces d'habitation.

Dans le cadre de ces nouveaux espaces aménagés, la société Velux-France propose une fenêtre à ouverture panoramique, la GHL. A surface éclairante égale, elle donne 35 % de lumière en plus qu'une avancée type chien assis, ainsi qu'une durée d'éclairement plus longue. Son double mécanisme, soigneusement dissimulé dans la menuiserie, offre l'avantage d'une double ouverture. Celle-ci se fait par projection extérieure, à l'aide d'une poignée située en partie basse. Le cadre mobile peut ensuite prendre différentes positions (grâce aux pivots à frein dissimulés dans la menuiserie) pour dégager la vue à volonté. La GHL se retourne complètement, face extérieure vers l'intérieur, avec

verrouillage de sécurité, pour un nettoyage rapide et sans risque.

Elle possède également une ventilation, libérable par simple traction sur la barre de manœuvre. L'aération des pièces d'habitation se fait fenêtres closes, ce qui évite le risque d'infiltration d'eau, même par temps d'orage, tout en permettant le renouvellement de l'air, même en cas d'absence prolongée (week-end, vacances, etc.). Une grille amovible de filtrage d'air protège des poussières et des insectes en été.

La GHL coûte 2 à 4 fois moins cher qu'une lucarne, tant à l'achat qu'à la pose. Elle existe en 7 dimensions ; 78 x 98 cm pour la plus petite, à 134 x 140 cm pour la plus grande, pour un prix de 1 500 à 2 300 F TTC.

Pour tous renseignements : Velux-France, 5 avenue Ferdinand de Lesseps, Z.I. Sud, 91420 Morangis, tél. (6) 934 24 40.

SOMMEIL

DE L'EAU DANS LES MATELAS

LES PERSES DORMAIENT SUR L'EAU

Il y a 3 000 ans, de l'eau contenue dans des peaux de chèvre.

Aujourd'hui, le matelas à eau fait son apparition en France, du moins auprès du grand public, puisqu'on l'utilise depuis longtemps dans les hôpitaux.

Son avantage par rapport aux ressorts, rembourrages et autres spires : l'élément liquide permet une bonne répartition du poids et épouse la forme exacte du corps du dormeur, soutenant de façon égale chaque axe de ce dernier, d'où un plus grand confort, une meilleure circulation sanguine.

Sur une literie traditionnelle, au contraire, quatre points (les talons, les fesses, les hanches et les épaules) se trouvent comprimés et obligent à changer de position de 30 à 80 fois par nuit.

Le matelas à eau est, en plus, climatisable : un thermostat maintient l'eau à la température choisie.

Mais son prix a de quoi faire réfléchir même le shah de Perse et hésiter ceux qui penseraient avoir enfin trouvé comment dormir en faisant la planche... L'"Aqua Som", d'importation britannique, présenté par Verre et Quartz (254 av. Aristide-Briand, 93320 Pavillons-sous-Bois, tél. (1) 848 14 22), coûte ainsi 13 900 F TTC en 90 cm de large, tout équipé (22 000 F en 160 cm).

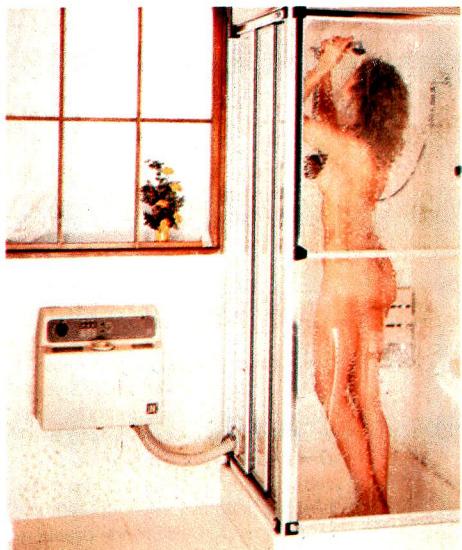
RELAXATION

LE HAMMAM À DOMICILE

TRANSFORMEZ VOTRE CABINE DE DOUCHE

en hammam grâce à un matériel facile à installer : un générateur de vapeur qui se relie à la cabine au moyen d'un tuyau flexible.

D'une capacité de 4 litres, ce générateur transforme l'eau en vapeur chaude et maintient la température choisie, au degré près, grâce à un système électronique. Un réceptacle permet par surcroît d'accueillir des plantes odorantes qui seront distillées en une vapeur parfumée.



La température du générateur est réglable de 36° à 56 °C, sa puissance variant de 800 watts à 3 300 watts. L'appareil coûte 6 320 F. Commercialisation : Verre et Quartz, 254 avenue Aristide-Briand, 93320 Pavillons-sous-Bois, tél. (1) 848 14 22.

△ **Le club Histoire et collection radio** organisera à Riquewihr (Alsace), les 11 et 12 mai prochains, une manifestation consacrée aux anciens appareils de TSF, phonographes et autres matériaux sonores. Elle comportera une exposition intitulée "Quand on écoutait la TSF" (Musée des PTT, entrée gratuite), une bourse des collectionneurs où les amateurs pourront vendre ou échanger leurs anciens appareils, et un "concours des 3 postes : le plus beau, le plus ancien, le plus original" doté de prix de 200 à 500 F. (Renseignements : Musée des PTT, à Riquewihr.)

AUTOMOBILE

VOTRE GARAGE AU CHAUD ET AU SEC

ISOLANTE ET RESISTANTE AUX INTEMPERIES

la porte de garage "Car-In GL" l'est grâce à sa constitution: deux tôles d'aluminium profilées, laquées au four, entre lesquelles est incorporée une épaisseur de 30 mm de mousse polyuréthane. Des joints de caoutchouc assurent l'étanchéité sur tout le périmètre (plus d'eau dans le garage, même si la porte n'est pas verrouillée) et toutes les fermetures sont en acier galvanisé.

Cette nouvelle porte se manœuvre d'une seule main et sans effort, de l'intérieur comme de l'extérieur.

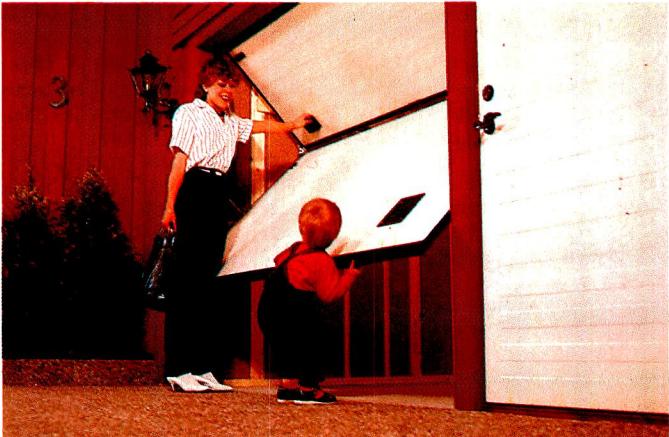
La "Car-In GL" est vendue pré-montée dans un emballage carton (2 m 60 × 1 m 20 × 0,13 m, 53 kg) qui se transporte facilement sur la galerie d'une voiture. Elle s'installe simplement par une personne seule en une heure de travail.

Elle est équipée d'un double système de fermeture: serrure pour l'extérieur, verrou pour l'intérieur. Elle

s'adapte aux garages dont les dimensions sont les plus diverses (longueur de 2 à 3 m, hauteur de 1 m 85 à 2 m 18). Elle est disponible en 4 coloris: marron, beige, blanc et noir.

En option, une télécommande électrique et une porte de service assortie (à droite sur notre photo) de même conception, coloris et matériaux, également vendue en prêt à monter, qui peut, ses paumelettes étant symétriques, s'ouvrir soit à droite, soit à gauche.

Prix : à partir de 4 550 F ; la télécommande (unité complète avec émetteur) : 5 450 F ; la porte de service : 2 285 F. Commercialisation : Dolimex, BP 60, 29 avenue de Noailles, 78320 Le Mesnil St Denis, tél. (3) 461 07 60.



COMMUNICATION

(suite de la page 165)

Les enfants, voyants ou non, peuvent ainsi toucher les mots qu'ils lisent ou qu'on leur lit, et les apprendre "sur le bout des doigts".

Des images aussi à toucher. Avec cette histoire très belle du *Joueur de plumes*, auteur-illustrateur, éditeur et imprimeur réalisent une première mondiale : à côté des images pour voyants, les mêmes pour ceux qui ne

voyent que du bout des doigts. La souris de l'histoire, ses oreilles, sa queue, les assiettes sur la table, la plume de Simon le vieux poète, la tête de celui-ci, son nez, ses lunettes, ses mains, ses bras, l'oiseau qui entre chez lui un soir et renverse l'encrier, etc., tous les éléments matériels de l'histoire (textes et images d'Olivier Poncer, 21 ans) apparaissent en un

relief qui les rend parfaitement palpables par ceux qui n'ont jamais encore vu un livre d'images.

Le Joueur de plumes est un livre plastique (donc lavable...) où les images en relief ont été thermoformées. Il est imprimé, encore une originalité, par la SELP (24340 Mareuil-sur-Belle), une entreprise spécialisée dans la fabrication de cartes de crédit et autres badges en plastique.

Un livre d'images pour ceux qui n'ont que leurs deux mains pour voir, mais aussi pour ceux qui n'ont que leurs deux yeux. Maintenant que le mouvement est amorcé, à quand Tintin, Astérix, Lucky Luke, etc., et pourquoi pas? Reiser, Lacroix (*l'Homme au chapeau mou*) et bien d'autres bandes dessinées.

Prix: 90 F. Pour tous renseignements: Editions Laurence Olivier Four, 142 rue Basse, 14000 Caen, tél. (31) 93 75 14. Et Chardon bleu éditions, 9 rue Gigodot, 69004 Lyon, tél. (7) 828 50 30.

PLAISANCE

PÊCHEZ À LA TRAÎNE SANS ACCROCHER LE FOND

CE TYPE DE PÊCHE EST INTERESSANT

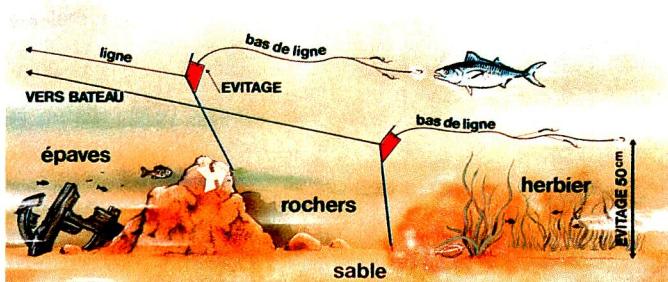
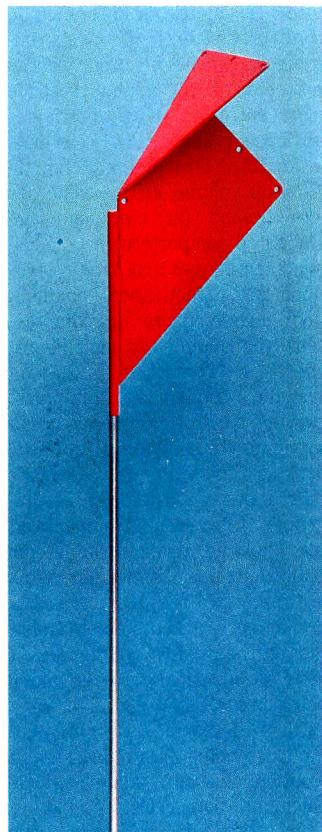
pour la prise de poissons plats (raies, carrelets, soles, plies), de poissons de rochers (bars, lieus...) et des poissons chasseurs qui se tiennent au fond, en raison des vasières, herbiers et rochers, où se trouve la petite faune marine qui les attire.

Or, en dehors des fonds sablonneux et réguliers, la pêche à la traîne ne peut être pratiquée qu'en surface ou à mi-profondeur, précisément en raison des cailloux, rochers, épaves, racines et algues dans lesquels l'hameçon n'arrête pas de s'accrocher, ce qui entraîne la perte régulière des bas de ligne et des plombs. Voici le problème résolu par un petit appareil fort astucieux : le "Sondar", constitué d'une tige-sonde, en acier trempé spécial-mer, qui traîne sur le fond et dont la longueur (50 cm) maintient la ligne au-dessus des obstacles. Tant par sa forme que par sa rigidité et sa légèreté, cette tige ne peut s'engager dans un rocher, une épave ou des algues. Frappant un obstacle, elle s'élève, entraînant la ligne dans son sillage. A l'extrémité de cette tige se trouve en effet un déferleur qui est aussi un drapeau stabilisateur et qui joue un double rôle : faire monter la ligne devant un obstacle avant qu'elle ne reprenne contact avec le fond sous l'effet des forces descendantes qui reprennent le dessus, d'une part ; d'autre part, stabiliser la ligne dans un plan vertical (anti-vrille).

Ce drapeau étant légèrement ondulé, il donne en outre à la ligne un battement lateral alterné qui agite le

urre et crée des vibrations dans l'eau, ce qui agace et excite le poisson.

Prix : 100 F. Le "Sondar" est commercialisé par Motillon, 83 rue de l'Abbé Groult, 75015 Paris.



MAISON

RENOVEZ LA CHALEUR L'ÉTÉ, CONSERVEZ-LA L'HIVER

LE "THERMISTORE" EST UN RIDEAU DE PROTECTION

thermique destiné aussi bien aux serres et vérandas (thermistore horizontal) qu'à tous les types de fenêtres (thermistore vertical).

Il est constitué de "Thermisom", un rideau réfléchissant mis au point par Sommer et composé d'un film aluminisé contrecollé sur un textile aiguilleté. Entre ces deux éléments est noyée une grille de structure en filament de verre, assurant stabilité dimensionnelle et ténacité, tout en conservant une souplesse suffisante pour permettre son enroulement. L'ensemble de ces éléments est solidarisé par une mousse de 2 mm et de 330 g/m². Le "Thermistore" assure une triple fonction :

- Protection solaire : la face aluminisée réfléchit la plus grande partie de la lumière visible et des infrarouges vers l'extérieur, évitant ainsi la surchauffe du local qu'elle protège au printemps et en été (un écart de 16 °C a été relevé en été entre les positions store baissé et relevé).
- Isolation thermique : la toile réduit les pertes thermiques de 60 %.
- Occultation : totalement opaque, la toile "Thermisom" remplace tout autre système d'occultation.

Posés sous la toiture ou derrière une fenêtre, les stores sont manœuvrés par des dispositifs d'ouverture-fermeture électrique. Ils peuvent être reliés à des capteurs solaires, sonde thermique, horloge programmable, etc. pour améliorer encore efficacité et confort.

Fabriqués sur mesures, ils coûtent (équipement électrique compris, pré-assemblage et réglage en usine) de 600 à 900 F HT le m² suivant les surfaces à occulter. Pour tout renseignement Jeantils-Gillet S.A. Zone industrielle, 08003 Charleville-Mézières, tél. (24) 57 15 05.

LE CŒUR ARTIFICIEL:

UNE BONNE AFFAIRE ? (suite de la page 37)

tion d'impératifs de fabrication et de conditions mécaniques d'où était totalement absente la notion de variabilité individuelle.

Dans cette configuration, la mise en place chirurgicale de la prothèse relève à la fois de la haute couture et de la prestidigitation. Il faut mettre en face, pour les suturer les uns aux autres, les orifices du cœur et les vaisseaux correspondants. Un tour de force que les chirurgiens appellent le *fitting*, c'est-à-dire l'ajustage, la pose, l'adaptation du modèle à son destinataire. Or, si la paroi musculaire des artères leur confère une relative rigidité radiale et longitudinale, il n'en va pas de même des grosses veines caves inférieure et supérieure, des veines pulmonaires et des oreillettes droite et gauche, qui sont des structures souples, sujettes à la rétraction et à l'affaissement. Une fois la pompe en place, les mouvements aidant, on risque de créer de graves malformations des organes qui, dans le pire des cas, peuvent affecter le débit cardiaque au point de tuer instantanément le porteur de la prothèse.

Mais toutes les objections qu'on peut adresser au cœur artificiel n'empêcheront sans doute pas son développement. Médecine de prestige plutôt que médecine de masse, médecine sélective plutôt que médecine égalitaire, son avenir semble néanmoins assuré. D'autant plus que sa technologie est encore largement perfectible.

Deux chercheurs français ont misé sur cette perspective. Le Dr Didier Lapeyre, d'abord, avec un cœur mécanique sur lequel il travaille depuis vingt ans sous l'impulsion des recherches américaines. La maîtrise d'œuvre en revient à l'Aérospatiale et le financement est largement saoudien (dans le cadre du AHSI, *Artificial*

Heart Systems International, organisme franco-saoudien créé à cette occasion). La prothèse a été testée récemment sur une génisse dans le laboratoire de l'école de chirurgie de l'Assistance publique, à Paris (12). Ce module s'inspire du *Jarvik-7* mais s'en distingue par d'importantes innovations, telles que l'emploi du carbone-carbone et sa meilleure adaptation à l'homme, grâce à une ressemblance plus fidèle à l'organe naturel : l'asymétrie, la différence de configuration entre les deux ventricules, gauche et droit, est ici respectée. Il n'y a plus d'espace mort entre les deux ventricules artificiels, comme c'est le cas dans le *Jarvik-7*. D'où une réduction de 40% du volume, et une taille dès lors proche du cœur humain. L'appareil comportera certains aspects techniques tout à fait révolutionnaires. L'activation pneumatique exige encore un compresseur très volumineux, mais les recherches s'orientent vers un système totalement autonome. Destiné, dans un premier temps, à servir de cœur-relais, la prothèse, dans sa version définitive, se prêtera à des implantations permanentes. Une première opération sur l'homme pourrait intervenir avant deux ans. On murmure dans les amphithéâtres que des essais préliminaires auront lieu en Arabie saoudite sur des condamnés à mort — on n'arrête pas l'humour noir des carabins !

Un deuxième programme français : celui du Pr Jean-Raoul Montiès, déjà cité, financé principalement pour l'instant par le Lions Club. Moins ambitieux quant à sa date d'aboutissement (1990), le *Cora* l'est tout autant par les caractéristiques très originales du système. La pompe est conçue selon les principes du moteur rotatif "Wankel". Elle doit être en

(12) L'expérience a été interrompue après 6 jours, alors que le cœur marchait parfaitement, par manque de structure d'accueil à long terme pour l'animal.

(13) Le projet Lapeyre fait appel non seulement à la division des produits nouveaux

traînées par un moteur électrique, sur lequel d'importants travaux seraient en cours actuellement, à courant continu, sans balais — donc sans frottement —, réalisé en alliage rare (néodyme-fer). Le couple est élevé, résistant à 10⁹ cycles, ce qui correspond à 30 ans d'utilisation ininterrompue. Le rendement prévu serait de 70 %, la consommation comprise en 3 et 3,5 watts. Le Pr Montiès chercherait à mettre également au point une pile au plutonium (le conditionnel est de rigueur, étant donné la discrétion dont l'inventeur entoure son programme). Cette solution ne rallie en tout cas pas l'opinion de Jean-Claude Dumas, ancien physicien du CEA et concepteur d'un deuxième projet de cœur artificiel marseillais, ni celle du Dr Lapeyre, selon qui «jamais nous n'aurons les autorisations légales pour l'utilisation, le transport, la commercialisation de matériaux comportant un corps radioactif».

La bataille du cœur artificiel contre ses détracteurs sera très certainement gagnée. La machine cardiaque fascine un public moderne que captive la création technologique, elle intéresse la finance, elle mobilise l'industrie (13), elle attire les plus prestigieux talents de la chirurgie, elle crée la première grande complicité entre le médecin et l'ingénieur, la physiologie et la mécanique. Nul doute que les expérimentateurs tant contestés d'aujourd'hui feront demain, au palmarès des grandes œuvres humaines, figures de pionniers héroïques. Souhaitons que l'histoire réserve quelques lauriers aux premiers implantés, les receveurs courageux de ces prothèses dont nous admirons la miraculeuse sophistication, mais qui paraîtront si rudimentaires aux générations futures.

Jean-Michel BADER ●

de l'Aérospatiale, au sein de sa division des systèmes balistiques et spatiaux, mais à Dassault Systèmes et à ses ordinateurs surpuissants, à la Sagem, au CEA, aux laboratoires techniques des fabricants de pneumatiques. Le Pr Montiès travaille en association avec la Laboratoire de méca-

nique des fluides de Toulouse, l'unité INSERM 37 de Lyon, le Laboratoire d'automatique et d'intelligence artificielle de Marseille, le groupe pharmaceutique Téranol, la Société européenne de propulsion, Métamac à Grenoble, et bien d'autres organismes publics et privés.

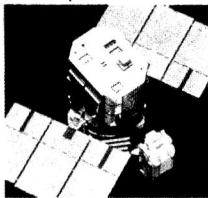
LES FILMS VIDEO DE LA N.A.S.A.

4 films disponibles en VHS ou V2000 PAL ou SECAM



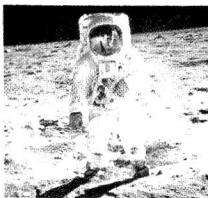
L'homme satellite

La mission 41B de la navette spatiale Américaine Challenger. Le 1^{er} essai du fauteuil spatial en février 84. 56mn, réf. CV5. Prix : 350 FF



Mission Solar Max

La mission 41C de la navette spatiale Américaine Challenger. La réparation du satellite Solar Max en orbite terrestre. Avril 84. 56 mn, réf. CV6. Prix : 350 FF



APOLLO 11

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

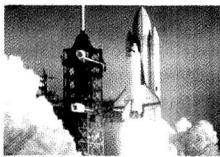


Apollo 16

Le premier « Grand Prix » automobile sur la Lune. John Young aux commandes de la jeep lunaire. 28 mn, réf. CV2
Prix : 300 FF

LES DIAPOSITIVES DE LA N.A.S.A.

13 séries disponibles avec commentaires des vues.



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 titanique de notre système solaire, avec ses satellites Galiléens. Une très belle série de 31 diapositives couleur : 139 F (port inclus).

D4/SATURNE VOYAGER 1. La planète la plus spectaculaire de notre système solaire, avec quelques-uns de ses étonnantes satellites. Série de 18 diapositives couleur : 109 F (port inclus).

D5/COLUMBIA. Le premier vol orbital du « camion de l'espace ». Une série d'actualité de 27 diapositives couleur : 129 F (port inclus).

D6/VIKING 1 et 2 SUR MARS. La mission américaine sur la planète rouge en 1976. Série de 20 diapositives couleur : 109 F (port inclus).

D7/LE SOLEIL. Les photos étonnantes de notre Soleil prises par Skylab et les plus grands observatoires mondiaux. Série de 20 diapositives couleur et N.B. : 109 F (port inclus).



Le lot D1 à D13 :
1 460 F
seulement

D8/LES GALAXIES. Un éventail coloré des différents types de galaxies peuplant notre univers. Très belle série de 20 diapositives couleur : 109 F (port inclus).

D9/LES CONSTELLATIONS DU CIEL. Cette série comprend les 12 constellations zodiacales. Un véritable guide pour les astronomes amateurs. 20 diapositives couleur : 109 F (port inclus).

D10/LES COLONIES SPATIALES DU FUTUR. Une série étonnante décrivant les grands projets de colonisation humaine de l'espace. Série 20 diapositives couleur : 109 F (port inclus). NOUVEAU

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

D12/LES COMETES. Ces messagers du ciel que l'on connaît finalement peu, nous dévoilent quelques uns de leurs secrets. Très belle série de 20 diapositives couleur et N et B : 109 F (port inclus).

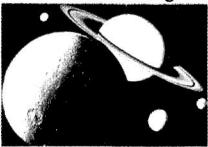
D13/LES NEBULEUSES ET LA MATIERE INTERSTELLAIRE. Les événements violents qui secouent le sein des étoiles. De très belles photos de nébuleuses, véritables pépinières d'étoiles. Série de 20 diapositives couleur : 109 F (port inclus).

LES PLUS BELLES PHOTOS DE LA N.A.S.A.

Une magnifique collection de 9 photos N.A.S.A. couleur tirées sur PAPIER PHOTO

FORMAT 50 x 70 cm - MARGES ET TITRES

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



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

COLLECTION DE 4 POSTERS COULEUR

FORMAT 50 x 70 cm - MARGES ET TITRES

réf. PP010 - La Terre - Apollo 17 réf. PP070 - Système saturnien - Voyager I
réf. PP200 - La navette spatiale Columbia. Très belle photo de nuit. La navette est éclairée par des projecteurs.
réf. PP300 - Challenger 41B - Bruce Mac Candless. Le premier homme satellite sur son fauteuil spatial.
Une magnifique photo. Prix d'un poster couleur : 39 F.

BON DE COMMANDE GENERAL

A recopier ou à retourner à **GALAXY CONTACT B.P. 26, 62101 CALAIS Cedex SV FRANCE**

Nom : Adresse :

Prénom : VHS V2000 Pal Secam

Ref. 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.

AUTISME : LES GÈNES CONTRE LES "PSY"

(suite de la page 41)

On n'est pas plus clair ! Il n'empêche que la publication dans *Le Monde* d'un bref article du Dr Escouffier-Lambiotte, chroniqueur médical de ce journal, sur les derniers travaux du Pr Ritvo, a encore provoqué de vives réactions de la part du monde psychiatrique. Dans une lettre adressée au quotidien parisien, trente-six professeurs de pédopsychiatrie (psychiatrie de l'enfant) dénonçaient les "effets désastreux" qu'aurait cet article auprès des parents « qui confient leur enfant à des équipes dont les méthodes incluent la prise en considération des facteurs sociaux, familiaux, et une référence à l'éclairage psychanalytique ». Et les professeurs ajoutaient : « Il est injuste et nuisible de jeter le discrédit sur ces approches ouvertes et sur les travaux psychanalytiques qui ont contribué à une meilleure compréhension des mécanismes psychopathologiques de l'autisme. » (*Le Monde*, 14 février 1985.)

Ce plaidoyer, que l'on pourrait qualifier de "corporatiste", devait à son tour susciter d'autres réactions. Notamment celle du Pr Zazzo, le plus célèbre spécialiste français de la psychobiologie de l'enfant. « Je trouve nos éminents professeurs, ironise-t-il, bien mal informés lorsqu'ils écrivent « même si la preuve est apportée un jour de l'influence de facteurs génétiques... ». Ritvo ne fait que confirmer ce que l'on sait depuis plus de quinze ans. Non pas seulement que plusieurs facteurs peuvent jouer à la fois en interaction (ce qui est banalité), mais qu'il existe plusieurs formes d'autisme. Les notions d'autisme et de schizophrénie ont éclaté. Chacun de ces vocables recouvre en fait plusieurs syndromes aux étiologies diverses. Il est établi que certains autismes sont dus à des anomalies génétiques. Ce qui n'exclut évidemment pas, même pour ces cas, une psychothérapie. » (*Le Monde*, 20 février 1985.) Point de vue raison-

nable, car, bien entendu, une prise en charge compétente des petits autistes ne peut qu'améliorer leur situation. Ce qu'elle ne peut pas, en revanche, c'est les guérir.

Le Dr Pierre Pontaud, médecin chef du centre médico-éducatif de la Mutualité générale de l'Education nationale, déplore pour sa part que d'"éminents spécialistes", face à des troubles de la série psychotique, croient tout expliquer en portant le diagnostic d'autisme infantile. L'autisme étant, pour eux, provoqué par des facteurs psychologiques, ils ne s'inquiètent pas de savoir si ces troubles n'ont pas une autre origine, et ils ne procèdent pas à une recherche étiologique précise. « La conséquence de ce diagnostic passe-partout, écrit le Dr Pontaud, est de deux ordres : une culpabilisation des parents que l'on retrouve constamment lorsque l'on rencontre les familles ; mais surtout, ce qui à mes yeux de médecin me paraît beaucoup plus grave, le fait d'avoir privé ces mêmes familles de la possibilité de recevoir un "conseil génétique" pour les grossesses à venir de la mère ou de la fratrie. C'est comme cela que l'on retrouve, dans les arbres généalogiques, des familles lourdement frappées par la naissance de plusieurs enfants handicapés mentaux. » (*Le Monde*, 17 mars 1985.)

M. Etienne Daum, vice-président de l'Association au service des inadaptés ayant des troubles de la personnalité, dénonce, lui, le monopole de fait que s'attribue la psychanalyse dans la prise en charge des autistes. Et, retournant aux trente-six professeurs leur propre argumentation, il demande au nom de son association que l'autisme soit désormais abordé « dans un esprit multidisciplinaire, hors de tout dogmatisme et impérialisme de pensée ».

Enfin, le Dr Lavorel, professeur de neuropsychologie à l'université de Lyon-II, dépassant la querelle théorique, se montre davantage préoccupé par le sort des autistes. « Il reste beaucoup d'autres pro-

blèmes de l'autisme, écrit-il, sur lesquels on ferait mieux de s'indigner. Il s'agit surtout de l'indigence extrême du système socio-éducatif français. Contrairement à des pays plus à l'ouest, plus à l'est ou plus au nord, nous ne disposons d'aucune loi, d'aucun décret qui règle la question essentielle que se posent les familles des personnes autistes : le cadre, les moyens matériels et les méthodes d'éducation.

« Tout comme les autres handicapés de la communication, les autistes ont besoin d'une prise en charge individualisée dans des institutions de jour capables d'accueillir aussi les proches. »

Prise en charge des jeunes malades, éducation structurée, recherche d'un comportement relationnel minimal sont sans doute plus utiles aux autistes que les réactions pincées des pédopsychiatres qui voient soudain leur autorité contestée par la découverte de la biologie et de la génétique. Pourtant les médecins, quelle que soit leur spécialité, devraient avant tout rester des scientifiques, c'est-à-dire remettre périodiquement en question leurs certitudes provisoires et demeurer ouverts, au-delà de tout dogmatisme, aux nouvelles évidences.

Certes, pour les jeunes autistes, il n'y aura jamais assez d'institutions bien équipées, jamais assez de personnel bien formé, jamais assez de thérapies d'amélioration et de soutien. Mais, si l'on veut pouvoir un jour traiter efficacement l'autisme, c'est à ses causes premières qu'il faut remonter. Et, si ces causes sont d'origine génétique, il faut d'abord l'admettre ; ensuite, poursuivre les recherches dans cette voie ; enfin, en informer honnêtement le public. Plus que de querelles de clocher ou de disputes de préséance, la neurobiologie a besoin, pour avancer, de réflexion sereine et d'explorations audacieuses.

Alexandre DOROZYNSKI ●

**NOTRE RÉDACTEUR
EN CHEF VOUS
PARLE...**

**...VEUILLEZ L'ÉCOUTER,
VOUS NE SEREZ PAS
DÉÇU(E) !**

Je m'adresse ici à 2 types de lecteurs :

• Ceux qui ne connaissent pas encore (ou qui refusent de connaître) l'univers de la bande dessinée d'aujourd'hui.

• Ceux qui ont découvert qu'au-delà de TINTIN, ASTERIX, LUCKY LUKE, les SCHTROUMPFS etc., il y avait un choix prodigieux d'albums de B.D. pour adultes publiés chaque mois et signés par des auteurs de très grand talent. Je citerais : Bilal, Cabu, Crépax, Forest, Franquin, Gotlib, Lauzier, Manara, Moebius, Tardi, etc...

18.000.000 d'exemplaires vendus en un an

Saviez-vous, par exemple, que la plupart des éditeurs (Casterman, Dargaud, Hachette, Larousse et des dizaines d'autres) publient maintenant des albums de B.D. en tous genres (science-fiction, histoire, aventures, érotisme, etc...) ? Saviez-vous qu'ils ont produit ces 12 derniers mois près de 18.000.000 d'exemplaires et qu'environ 2 nouveaux albums paraissent chaque jour ?

Face à cette quantité impressionnante de B.D., il fallait créer un "guide" pour vous informer et vous aider à faire un choix. C'est pourquoi un nouveau mensuel en couleurs est né :

"B.D. MAGAZINE"

Encyclopédie permanente de la Bande Dessinée.

Sur votre demande, je vous adresserai personnellement à domicile un exemplaire de B.D. MAGAZINE, sans aucun engagement de votre part.



Diffusion : B.D. MAGAZINE
9, Faubourg-St.Honoré 75008 Paris

Lettre ouverte aux (non)amateurs de bandes dessinées

ment universitaire, les films qu'elle inspire, sa technique, etc...

2 cadeaux pour vous

Pour vous faire découvrir B.D. MAGAZINE, j'ai décidé de vous en adresser un exemplaire par la poste. Il vous suffit, sans aucun engagement de votre part, de m'adresser le Bon à découper ci-dessous.

C'est pour cette raison que vous n'en trouverez aucun dans les kiosques. Mais attention ! cette offre est limitée au tirage.

Si B.D. MAGAZINE vous séduit, je vous offrirai 2 moyens de continuer à le recevoir :

• soit, vous y souscrivez, mois par mois, au prix de 30 F par numéro.

• soit, vous décidez de prendre un abonnement d'essai, ce qui vous fera réaliser jusqu'à 40 % d'économie sur le prix de vente au numéro.

Une garantie supplémentaire

Autre avantage : B.D. MAGAZINE permet à ses abonnés

d'annuler leur abonnement en cours et garantir le remboursement intégral des numéros non encore parus. Connaissez-vous beaucoup de revues qui remboursent leurs abonnés ?

R.S.V.P.

Surtout n'allez pas chez votre marchand de journaux ; il ne pourra pas vous montrer B.D. MAGAZINE. Ecrivez-moi personnellement au moyen du Bon à découper ci-dessous. Je vous en adresserai un exemplaire sans engagement de votre part, accompagné d'une proposition claire et simple pour un abonnement d'essai pratique et économique. Vous ne serez pas déçu(e). Vous pouvez me croire Bien à vous.

Le Rédauteur en Chef

J.M. LALETA-BALLINI.

P.S : Si vous n'êtes pas encore convaincu(e), découpez cette page et donnez-la à vos amis. Merci

Bon à découper ou à recopier et à adresser

à M. le Rédacteur en Chef
de B.D. MAGAZINE - 9 FAUBOURG SAINT-HONORE

75008 PARIS.

669

Je suis curieux de voir un numéro de B.D. MAGAZINE que je vous demande de m'adressee par la poste. Je déclare être majeur(e) et vous prie de trouver ci-joint 6 timbres à 2.10 F ou 12.60 F F. par chèque bancaire ou postal à l'ordre de B.D. MAGAZINE pour participation à vos frais (1). Je ne m'engage à rien d'autre. J'ai bien note que cette offre est limitée au tirage de la revue. Délais d'envoi : 2 à 3 semaines environ.

M Mme Mlle

Adresse

Code postal

Ville

Pays

Date

Signature obligatoire

(1) Pour la Suisse : 7 timbres à 0.50 FS. Pour la Belgique : 7 timbres à 12 FB. Autres pays : 4 coupons-réponse internationaux en vente à votre bureau de poste.

DIOXINE À REIMS :

150 000 ACCIDENTS POSSIBLES AILLEURS

(suite de la page 95)

Selon certaines estimations, il pourrait y avoir au total quelque 150 000, voire 200 000 transformateurs aux PCB (privés et propriété d'EDF) sur l'Hexagone. Et deux millions environ de condensateurs (appareils qui permettent d'accumuler l'énergie électrique). Ce qui représente des quantités de pyralène suffisantes pour poser un problème national. Car ce sont au total des milliers de tonnes de PCB qui sont vidangés chaque année quand les transformateurs doivent être réparés ou ferraillés.

La majeure partie est destinée au centre TREDI de Saint-Vulbas dans l'Ain, où ils sont détruits par incinération (coût du traitement : 10 F le kilo). Il reste qu'une partie non négligeable, de l'ordre du millier de tonnes, part dans l'environnement. Dans les carcasses de transformateurs ferraillés, il reste en général 5 % de la charge initiale des PCB.

Quant aux condensateurs hors

d'usage, ils sont éliminés dans un circuit non contrôlé.

C'est pourquoi le ministère de l'Environnement a décidé de mettre sous surveillance tous les appareils contenant des PCB en les soumettant à la réglementation des établissements classés.

Mais il n'y a pas que les risques liés directement aux appareils électriques. En effet, le Pr Rappe, toujours lui, s'est aperçu que les dioxines et les furanes cancérogènes font désormais partie de notre vie. Il en a découvert, avec la collaboration du Pr Buser, du Centre de recherche fédéral suisse, dans le lait des vaches.

Six échantillons analysés à la fin de l'année dernière et provenant de 5 localités différentes de Suisse (Berne, Bowil, Hunzenschwil, Suhr et Rheinfelden) en contenaient. A des taux certes très faibles, de l'ordre de quelques milliardièmes de gramme par kilo, soit des nano-

grammes ou encore des parties par trillions (ppt). Mais cette constatation prouve qu'il existe un bruit de fond pour ces composés toxiques.

Même le composé le plus毒ique, le 2, 3, 7, 8-TCDD (la dioxine de Seveso), considéré comme la substance la plus dangereuse au monde, était présent (jusqu'à 1,2 ppt), tandis que le 2, 3, 4, 7, 8-penta-CDF et le 1, 2, 3, 7, 8-penta-CDD, un furane et une dioxine qui comportent chacun 5 atomes de chlore et qui figurent parmi les isomères les plus toxiques, atteignaient les taux les plus élevés (de 1,5 à 9,7 ppt).

Pis ! Traquant toujours la dioxine, le Pr Rappe a recherché ces composés dans le lait maternel de 9 femmes en Suède et en Allemagne de l'Ouest. Toutes ces jeunes mères portaient ce poison dans leur sein. A des concentrations de même ordre que le lait de vache, voire plus élevées, pour cer-

Quand Airbus et Ariane donnent



tains isomères. De 1 à 623 ppt ! Ce qui est inquiétant, c'est que ce sont les composés les plus toxiques (du type "2, 3, 7, 8") qui sont les plus nombreux. Si bien qu'un nourrisson de 5 kg qui consomme 1 000 ml de ce lait chaque jour, recevrait une dose quotidienne de 50 picogrammes (10 millièmes de milliardième) de la dioxine la plus dangereuse (2, 3, 7, 8-TCDD). Or cela dépasse de loin toutes les normes existantes.

Le Pr Rappe a relevé des concentrations similaires dans la graisse de tissus humains. Aucun des 31 volontaires de l'hôpital d'Umea, en Suède, qui avaient accepté de se prêter à l'expérience, n'était indemne. Si bien que nous pouvons penser que la plupart d'entre nous, peut-être tous, en recélons dans notre organisme. Mais d'où viennent-ils ? Car nous ne sommes pas tous exposés à des accidents de transformateurs.

Il y a 7 à 8 ans, on s'est aperçu que les incinérateurs municipaux, qui brûlent les ordures, recrachent entre autres polluants, des com-

posés organo-chlorés, dont certains isomères de dioxines et de furanes. Le premier à observer le phénomène, en 1977, sur trois incinérateurs des Pays-Bas, M. Olie, n'avait pas pu quantifier ou identifier ces produits, car à l'époque on ne disposait pas d'échantillons de référence pour établir les appareils d'analyse. L'année suivante, deux chimistes suisses, MM. Buser et Bosshardt, relevèrent des taux de dioxines et de furanes (tous isomères confondus) respectivement de 0,2 et 0,1 microgramme par gramme dans les cendres d'un incinérateur municipal suisse, et 0,6 et 0,3 microgramme par gramme dans les cendres d'un incinérateur industriel également suisse. Ce sont des poussières récupérées, en Allemagne, dans ces types d'incinérateurs que l'on veut enfouir en France à Montois-la-Montagne (Moselle).

Dans les années qui suivirent, de nombreuses études vinrent confirmer leurs observations. Parmi lesquelles celles du Pr Rappe, qui, grâce à sa méthode

d'analyse, a établi que les niveaux varient de 10 nanogrammes à 2 microgrammes par mètre cube. Les deux incinérateurs municipaux observés se trouvaient au Canada et en Suède, à Eksjö. Si l'on additionne les petites quantités qui s'échappent de ce type d'installation, on arrive tout de même à plusieurs kilos de dioxines et de furanes par an.

Dans les effluves de ces incinérateurs, on retrouve parmi les constituants principaux le 1,2,3,7,8-penta-CDD, hautement toxique (dioxine à 5 atomes de chlore), qui figurait en bonne place dans les échantillons de lait, notamment ceux prélevés en Suisse, à Hunzenschwill, Such et Rheinfelden, à proximité justement d'un incinérateur.

Solvants chlorés, bois traité, résidus de PCB, et toutes sortes d'objets dont on ne connaît pas très bien la composition, pourraient être à l'origine de cette contamination insidieuse mais permanente et à l'échelle de toute la planète.

J. D.-L. ■

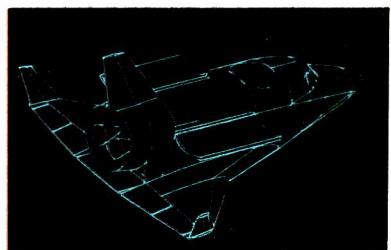
du cœur à notre technologie.

Nous sommes très fiers d'avoir associé le nom Aerospatiale à des réalisations aéronautiques et spatiales aussi prestigieuses que Concorde et Airbus, la fusée Ariane ou les missiles Exocet, les hélicoptères les plus exportés dans le monde ou encore les satellites Météosat et Arabsat...

Ces noms célèbres sont pour nous les preuves mondialement connues de notre savoir-faire, de notre maîtrise des technologies avancées mais aussi de notre esprit de coopération avec nos partenaires industriels européens, américains ou autres.

Ce cœur artificiel qui fonctionne presque comme un vrai cœur est une "retombée" de toutes ces technologies les plus avancées de l'aéronautique et du spatial : CFAO, micromécanique, matériaux nouveaux... Il est donc enfant naturel de Concorde, Ariane, Arabsat.

Et ce n'est pas la moindre de nos fiertés d'avoir eu l'occasion de mettre



ainsi notre expérience et notre imagination industrielles au service de la recherche médicale dans une coopération franco-saoudienne.

Innover et partager, c'est spécial, c'est Aerospatiale.

 **aerospatiale**

c'est spécial. c'est aerospatiale.

COMPACT-DISC : LA NOUVELLE VAGUE

(suite de la page 130)

bleau de bord, réduire suffisamment l'encombrement de l'appareil.

L'amélioration des qualités du compact-disc n'a pas empêché une diminution de leurs prix. Plus exactement, l'éventail des prix s'est élargi. Si, comme en 1983, il existe toujours des modèles à plus de 15 000 F, les lecteurs les moins coûteux sont passés de 6 000 F à 3 000 F dès 1984. Cela explique sans doute en partie le succès du compact-disc.

Ainsi, d'après un rapport du SIMELEC (Syndicat des industries de matériels audiovisuels électroniques) 25 000 lecteurs ont été vendus en 1983 en France, et les résultats provisoires pour 1984 annoncent une progression de 60 %, soit 40 000 appareils, alors que les platines tourne-disques classiques accusent une baisse de 29 %. L'Allemagne et le Royaume-Uni connaissent une situation plus florissante encore puisque, l'an dernier, les ventes de lecteurs dans ces pays ont augmenté de près de 150 % par rapport à 1983.

A l'échelle mondiale, on estime que ce sont 900 000 lecteurs CD qui ont trouvé preneurs en 1984. Quant au disque compact, ce sont 17 millions d'exemplaires qui ont été vendus cette même année.

Le répertoire s'étoffe également, mais moins rapidement que prévu. Au début de 1984, seuls 2 000 titres étaient disponibles et, un an après, le choix ne portait encore que sur 3 500 œuvres, dont près du tiers en musique classique. Aujourd'hui, les prévisions des maisons d'édition s'établissent aux alentours de 500 nouveautés par an. Cela reste faible comparé au répertoire de plus de 400 000 titres en 33 et 45 tours microsillons.

Cette évolution peut paraître lente. En fait elle est plus rapide que prévu. Les pronostics faits en mars 1983 donnaient 5 ans au compact-disc pour établir sa suprématie. On peut se demander aujourd'hui si celle-ci ne sera pas assurée dès 1986.

Laurent DOUEK ▲

LES MICRO-ORDINATEURS DU PRINTEMPS

(suite de la page 137)

anodins, mais qui ont tout de même leur importance au moment de l'utilisation. C'est un clavier très bien conçu chez Yashica, Yamaha, Sanyo, de même que chez Canon et Yeno où il est du type français AZERTY. C'est aussi la présence avec l'appareil de base des connexions pour le branchement d'extensions chez Sanyo.

L'Amstrad CPC464, pour terminer, est un appareil dont le rapport qualité/prix nous a particulièrement séduits. En effet, pour 4 490 F, Amstrad propose non seulement un micro-ordinateur aux performances élevées, équipé d'un lecteur à enregistreur de cassettes, mais en plus le moniteur couleur est fourni. Il s'agit donc d'un véritable ensemble micro-informatique prêt à l'emploi.

Le Basic utilisé par cet appareil et son jeu d'instructions sont très complets ; quelques tests nous ont permis d'apprécier sa rapidité (seule l'exécution de l'ordre PRINT s'est révélée un peu lente). La mémoire vive avec ses 64 K octets est de très grande capacité (42 K octets resteront toujours à la disposition de l'utilisateur).

Parmi les principales qualités du CPC464 signalons encore la possibilité d'afficher les textes suivant trois formats : 20, 40 ou 80 caractères par ligne. Pour les graphiques, la résolution de l'écran a été particulièrement soignée ; en effet il comporte 400 points de base dans la hauteur et 640 dans la largeur. Cette particularité permet de limiter fortement l'effet de marches d'escalier souvent constaté sur les lignes des images informatiques. De plus, une palette de 27 couleurs autorise les plus beaux effets.

Le son est stéréophonique, à condition de raccorder le micro-ordinateur à une chaîne haute-fidélité. Le générateur sonore équipé de trois canaux programmables sur 7 octaves offre de bonnes possibilités d'accompagnement musical pour tout jeu vidéo.

Enfin, le clavier type machine à écrire est très agréable d'emploi. La répétition des touches numéri-

ques sous forme d'un pad séparé sera particulièrement apprécié des férus de comptabilité. De même les touches de déplacement du curseur nettement séparées sont facilement accessibles et permettent de le déplacer rapidement.

En ce qui concerne les essais effectués sur la souplesse d'utilisation du CPC464 en mode programmation, nous avons été très agréablement surpris par la présence d'une fonction de renumérotation automatique particulièrement puissante. En effet, lors de son utilisation, l'ordinateur ne se contente pas de renuméroter chaque ligne sans en vérifier le contenu, comme le font certaines machines, mais il contrôle et modifie chaque ordre GOTO ou GOSUB afin qu'après renumérotation ils dirigent toujours le programme vers la ligne souhaitée.

L'éditeur, bien que n'étant pas une page, est également pratique. Notons, par exemple, que si une erreur apparaît lors de l'exécution du programme, la ligne concernée sera automatiquement éditée. Le seul problème que nous ayons rencontré concerne l'instruction DIM, notamment lors de la création de fichiers multidimensionnels. Elle nous est en effet apparue d'une excessive gourmandise en place de mémoire. Interrogé à ce sujet, le constructeur ne nous a fourni aucune réponse à l'heure de mettre sous presse.

Nous n'adresserons en définitive que deux reproches minimes au CPC464 : le manque de lisibilité, du moins sur le moniteur couleur en mode 80 caractères par ligne, et le manque de finition de ce même moniteur. Dans un proche avenir, un modèle équipé d'un lecteur de disquette intégré devrait être proposé ainsi que de nombreuses options telles que générateur de voix, modem pour transmission téléphonique, crayon optique, etc. De même la bibliothèque de programmes disponibles sur cet ordinateur devrait rapidement s'étoffer. N'oublions pas qu'il n'a que six mois d'existence !

Henri-Pierre PENEL ▲

VOULEZ-VOUS PROGRESSER DANS LA VIE ?

Vous vous sous-estimez. Vous croyez faire de votre mieux alors que vous n'utilisez qu'une fraction de vos vraies possibilités. Non ce n'est pas une boutade, ces faits sont bien connus de tous les savants.

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

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

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

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

Comme nous sommes tous potentiellement capables d'extraordinaires exploits physiques : courir, sauter, nager — après un entraînement adéquat — nous sommes tous aussi potentiellement capables d'étonnantes prouesses intellectuelles.

Vous aussi vous pouvez : acquérir la pleine maîtrise de vous-même, une mémoire éton-

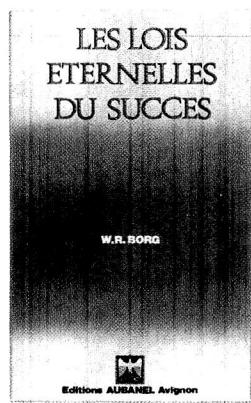
nante, un esprit juste et pénétrant, une volonté robuste, une imagination fertile, une personnalité forte qui dégage de la sympathie et un ascendant irrésistible sur ceux ou celles qui vous entourent ... **Vous gagnerez ainsi automatiquement** la précieuse confiance en vous qui en découle, mais cela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

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

Une étonnante simplicité

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

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



Méthode W.R. Borg — Chez Aubanel dpt 631 — 6, place Saint-Pierre 84028 Avignon Cedex.

BON GRATUIT

A remplir en lettres majuscules en donnant votre adresse permanente et à retourner à :
Méthode W.R. Borg, chez Aubanel, dpt. 631 — 6, place St-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

LA FRANCE À L'HEURE DE MOSCOU

(suite de la page 23)

de frais de visite chez le médecin, de tranquillisants, de somnifères et de "fortifiants"?

Il réalisa dans son service une petite étude sur l'excrétion dans les urines de métabolites d'hormones fabriquées par les glandes surrénales: les 17-OHCS (17-hydroxycorticostéroïdes).

Notre corps comporte en effet plusieurs horloges internes, la plupart suivant un cycle de 24 heures. Dans des conditions de vie normales, il se passe toujours quelque chose à 24 heures d'intervalle. Sur une plage donnée de 24 heures, chacun d'entre nous passe par un pic de température (en

général vers 16 h solaires), un pic de pression artérielle, un pic de fréquence cardiaque, un pic de calibre bronchique et, d'une manière générale, un pic pour la sécrétion de chacune de nos hormones. Dans la vie pratique, cela se traduit par l'existence d'un pic de performances mentales (vers midi) et aussi un pic de performances sportives.

Quand notre cycle veille-sommeil est changé artificiellement, à l'occasion par exemple d'un voyage aux États-Unis, notre corps met un certain temps avant de s'adapter au nouveau rythme. Les pics de sécrétion hormonale se déplacent progressivement, sur une période allant de 5 à 15 jours, pour se réaligner sur le nouvel horaire veille-sommeil. Dans le cadre moins exaltant du travail posté ("trois-huit"), on sait depuis une quinzaine d'années que l'adaptation hormonale se fait inégalement selon les ouvriers. Certains supportent ces variations aisément, d'autres les tolèrent mal, certains finissent par tomber malades, au point de devoir changer de métier sous peine de mort lente.

En principe, un changement relativement modeste, comme le passage à l'heure d'été, fait l'objet d'un réaménagement corporel rapide. « Un décalage d'une heure nécessite, sur le plan biologique, une adaptation d'une à deux semaines environ », nous dit Francis Lévi, l'un de nos meilleurs spécialistes en "chronobiologie". En une dizaine de jours, par exemple, le pic du cortisol, qui a lieu peu après le réveil, se déplace d'une heure pour s'adapter au décalage d'une heure subi par notre rythme veille-sommeil. Or le Pr Sandler remarqua que ceci ne semble pas exact pour tous les enfants. De même que certains travailleurs postés ne supportent pas les changements d'horaire, certains enfants supportent mal le passage à l'heure d'été.

Il a fait l'expérience sur dix-neuf enfants du primaire, caractérisés par leur équilibre psychologique,

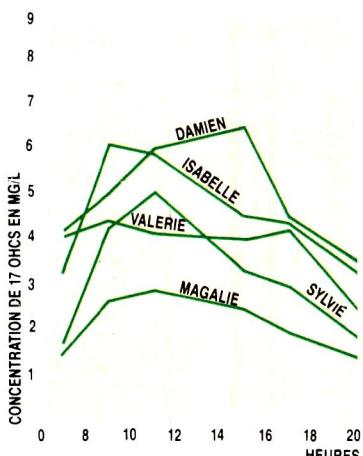
leur égalité d'humeur, leur "bon comportement social", et analysa l'excrétion urinaire des 17-OHCS avant et après le passage à l'heure d'été (*voir courbes ci-contre*). Il constata que longtemps après le changement d'heure, les pics d'excrétion restaient obstinément fixés dans la fourchette des 8 h - 10 h solaires, sans changement significatif. Autrement dit, l'un au moins des cycles de sécrétion normale refuse de s'adapter au changement d'heure, entraînant du même coup un décalage entre le rythme du corps et celui des activités sociales.

Disons-le tout de suite. L'étude de Boris Sandler, professeur de pédiatrie à Bordeaux-II, n'a pas été renouvelée. Elle n'a pas été publiée dans une revue internationale, et peut difficilement être vérifiée. Mais elle n'a pas non plus été infirmée par une étude ultérieure. Le Pr Henri Montagner, de Besançon, bien connu pour ses travaux sur les rythmes de l'enfant, fait confiance à l'objectivité de son collègue bordelais. D'après lui, « il est le seul à avoir étudié systématiquement la question ».

L'équipe du Pr Montagner est pour sa part en train de dépouiller une étude sur les rythmes scolaires et les sécrétions hormonales qui porte sur un beaucoup plus grand nombre d'enfants (douze classes du primaire) et devrait normalement apporter, à l'automne prochain, de nouvelles indications sur l'impact éventuel du changement d'heure.

On est évidemment tenté de poser la question: si un changement d'une heure a un impact biologique de longue durée, pourquoi un tel impact n'a, semble-t-il, jamais fait l'objet de la moindre étude aux États-Unis, où l'heure d'été existe, dans certains États, depuis près d'un siècle? Les Américains sont suffisamment friands d'études en tout genre pour que cette carence ait de quoi surprendre. Réponse: aux États-Unis comme dans la plupart des pays, l'heure d'été ne provoque qu'un décalage d'une heure par rapport à l'heure solaire moyenne, alors qu'en France, le décalage est de deux heures⁽³⁾.

(suite du texte page 182)



NOS RYTHMES BIOLOGIQUES NE S'ADAPTENT PAS FORCÉMENT

Nos sécrétions hormonales suivent un rythme circadien (c'est-à-dire de 24 heures). Cette série de courbes est empruntée aux travaux du Pr Montagner, qui a analysé les excrétions d'hormones 17-OHCS (fabriquées par les glandes surrénales) dans les urines d'un groupe d'enfants du primaire. Il a constaté que les pics d'excrétion changent selon l'heure de la journée et selon que l'enfant a un caractère calme et équilibré (Magalie) ou un tempérament plus agressif (les autres). Le Pr Sandler, lui, a choisi un groupe d'enfants caractérisés par leur équilibre psychologique et leur égalité d'humeur. Analysant leurs excrétions avant et après le passage à l'heure d'été, il a constaté que les pics d'excrétion restaient en quelque sorte fixés sur l'heure d'hiver. Cette inadaptation du corps au changement de l'heure serait, d'après le Pr Sandler, à l'origine de troubles du sommeil et d'une baisse du rendement scolaire.

(3) L'Espagne et le Benelux sont les seuls autres pays où le décalage est de deux heures en été. Mais l'Espagne est plus au sud que la France. Or, la latitude a son rôle à jouer. Plus on va vers le sud, plus le jour et la nuit s'égalisent. En outre,

les Espagnols font la sieste. Quant au Benelux, il longe le fuseau horaire de l'Allemagne; le décalage est donc plus limité.

Pertes ou profits : les comptes des grandes entreprises cachent un drôle de jeu d'écriture.

Pourquoi?

Comprendre pour agir.

SCIENCE & VIE
ECONOMIE

LA VALSE
DES
MILLIARDS

Mai :
le mois
des bilans

Keynes,
portrait
d'un
anticonformiste

DETTES DU TIERS MONDE:
LE KRACH EST REPORTE

LE N° 6 EST EN VENTE PARTOUT.

★ Apprenez à lire la cote boursière
★ Banquiers-createurs d'entreprise face à face
★ Acheter un appartement à la chandelle
★ Reportage : la Silicon Valley française

Les médias vous bombardent d'informations économiques incompréhensibles ou incomplètes. Vous vous sentez perdu, écarté, impuissant. Et pourtant, vous êtes concerné. Maintenant, tout a changé grâce à Science & Vie Economie, le magazine qui met toute l'économie à votre portée, qui vous explique tout. Clairement.

Utilement. Les vraies clés de l'économie, les dessous des mots et des chiffres, c'est dans Science & Vie Economie. Avec Science & Vie Economie, vous entreprenez mieux, vous consommez mieux, vous épargnez mieux, vous gérez mieux, vous investissez mieux. Bref, vous agissez mieux. Chaque mois, vous avez besoin de Science & Vie Economie pour dominer au lieu de subir.

SCIENCE & VIE ECONOMIE

LA FRANCE À L'HEURE DE MOSCOU

(suite de la page 189)

Objection : comme le souligne le Pr François Girard, chef du service d'explorations endocrinien à l'hôpital Trousseau, les pics de sécrétion hormonale sont davantage liés au rythme veille-sommeil qu'à l'heure solaire. Ainsi, le pic du cortisol de l'étudiant en médecine, qui se couche tard, est classiquement décalé de deux heures par rapport au pic du cortisol du l'ouvrier, qui

se couche tôt.

Le Pr Alain Reinberg, surnommé le "pape" de la chronobiologie en France, écrit pour sa part « qu'une personne sur trois ou quatre tolère parfaitement de s'activer la nuit et de se reposer le jour. Certains sujets de 55 ans et au-delà, après trente ans de travail posté ou de travail de nuit, sont en parfaite santé ».

Mais justement, soutient le Pr Sandler (que ses convictions ont conduit à créer l'Association contre l'heure d'été), cela dépend des gens. « Moi, par exemple, nous dit-il, le changement d'heure ne me fait ni chaud ni froid. Mais ma femme, elle, ne s'y fait pas. Tout l'été, elle ressent un malaise qui ne disparaît qu'avec le retour à l'heure d'hiver. » Pour lui, rien n'interdit de penser qu'un trop grand décalage par rapport au soleil introduit des perturbations dans une certaine fraction de la population. Une fraction qui reste à déterminer, mais qui serait particulièrement élevée parmi les enfants. Après tout, deux ou trois personnes sur quatre, pour reprendre les estimations du Pr Reinberg, tolèrent mal le travail de nuit...

Il est difficile de le nier : un problème biologique est posé. Il n'est résolu ni dans un sens ni dans l'autre, mais il n'est pas dépourvu de signification. Donc de deux choses l'une. Ou bien la conviction du Pr Sandler (qui a reçu l'appui de nombreux pédiatres) n'est pas fondée ; encore faudrait-il le prouver. Ou bien elle est fondée et, dans ce cas, faudra-t-il attendre qu'on le prouve pour remettre en cause cette super-heure d'été, qui non seulement ne nous apporte aucune économie appréciable mais pose peut-être un problème de santé. D'autant que ce qu'on appelle encore "l'heure folle" entraîne de nombreux problèmes psychologiques. Et cela, il est possible de le prouver.

La psyché à l'épreuve de l'heure folle. Revenons sur l'argument extraordinaire présenté par l'Agence pour les économies d'énergie, pour qui l'heure d'été permet de « recentrer la moyenne des activités humaines sur le rythme solaire ». Ou encore, comme l'a répété notre secrétaire d'Etat à l'Énergie en mars dernier, l'heure d'été « nous rapproche du cycle naturel ». En effet, soulignent-on en haut lieu, « nous récupérons le soin une heure de lumière naturelle qui était perdue le matin ». Autrement dit, nos conventions sociales issues de la civilisation urbaine font que nous

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

SEXÉ

Homme
Femme

ÂGE

15-19 ans
20-34 ans
35-49 ans
50-64 ans
65 ans et plus

OÙ HABITEZ-VOUS ?

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

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

Entre les deux

TYPE D'HABITAT

Maison individuelle
Immeuble avec volets
Immeuble sans volets

PROFESSION DU CHEF DE FAMILLE

Agriculteur
Ouvrier
Employé
Artisan, commerçant
Cadre moyen
Cadre supérieur
Inactif

QUESTIONS

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

Plutôt satisfait
Plutôt mécontent
Indifférent

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

a) sur les enfants d'âge scolaire ?
Oui
Non
Ne sait pas
b) sur les personnes âgées ?
Oui
Non
Ne sait pas

3. Pensez-vous que l'heure d'été défavorise

Les agriculteurs Oui
Non
Les ouvriers Oui
Non

Les employés Oui
Non
Les artisans et commerçants Oui
Non

Les cadres moyens Oui
Non
Les cadres supérieurs Oui
Non

4. Pensez-vous que l'heure d'été soit une bonne affaire pour l'économie française ?

Oui
Non
Ne sait pas

Cocher les cases correspondant aux questions, puis découper selon les pointillés et envoyer à :

SCIENCE & VIE
SONDAGE
SUR L'HEURE D'ÉTÉ
5 RUE DE LA BAUME
75008 PARIS

LE RETOUR DU PERE DENIS

... 5 octobre 1986, 20 h 15. La conférence mondiale sur les conséquences des manipulations génétiques va débuter. J'allume mon écran, tape le code d'accès. L'image apparaît... la Science est au rendez-vous.

Il y a deux siècles, en 1765, Denis DIDEROT et Jean LE ROND D'ALEMBERT créaient l'Encyclopédie et offraient à leurs contemporains le libre accès aux connaissances. Pour la première fois, les connaissances étaient rassemblées, donnant à chacun les moyens de comprendre et de juger les transformations scientifiques et techniques. Le monde changeait...

Aujourd'hui... à l'heure où nous vivons une nouvelle mutation technologique, à l'heure où l'informatique et la télématique peuvent mettre les connaissances à la portée de chacun, où il est nécessaire que les chercheurs et les ingénieurs exposent à tous les enjeux de leurs disciplines, il nous faut une Nouvelle Encyclopédie, l'Encyclopédie de notre temps.



DENIS DIDEROT 1713-1784 - VAN LOO : GIRAUDON
Ecrivain, philosophe du Siècle des Lumières, Denis Diderot vous invite à participer à son "retour" : la création de la Nouvelle Encyclopédie

DU LIVRE A L'INFORMATIQUE

Diderot faisait écrire son Encyclopédie à la plume ; la Nouvelle Encyclopédie utilisera tous les supports à sa disposition, du livre à l'informatique, pour réunir et diffuser les travaux des meilleurs chercheurs.

Mieux qu'une somme des connaissances classées de A à Z, la Nouvelle Encyclopédie s'interrogera en permanence sur des questions d'aujourd'hui, des "question vives". Celles qui bougent actuellement, qui suscitent discussion, voire controverse. Celles aussi, qui interfèrent sur notre manière de voir le monde, et sur notre façon de vivre : existe-t-il une mort naturelle ?, Quelles sont les limites de l'intelligence artificielle ?, Verrons-nous mieux d'où vient l'univers ?...

Deux cents questions seront ainsi traitées en deux cents volumes par près de deux mille chercheurs. Ce fonds bibliographique donnera naissance à des ouvrages de vulgarisation et sera complété par un ensemble de logiciels, un système de téléconférence, et toute une série d'informations disponibles sur MINITEL.

MAÎTRISEZ LE SAVOIR DE DEMAIN

Pour donner le jour à la Nouvelle Encyclopédie dès 1986, la Fondation Diderot fait appel au concours de 100 000 donateurs, à votre concours.

En donnant aujourd'hui 100 F pour la Nouvelle Encyclopédie, vous pourrez demain assister aux débats des chercheurs du monde entier et maîtriser ainsi les grandes interrogations du XXI^e siècle.

POUR 100 F ENTREZ DANS L'HISTOIRE

En donnant 100 F à la Fondation Diderot, associez-vous aux chercheurs, ingénieurs, professeurs, industriels et préparez ensemble le "retour du père Denis".

En remerciement, une œuvre d'Art vous sera dédiée. Composée de 100 000 modules, elle symbolisera le geste des donateurs, votre geste.

Un journal de l'Encyclopédie, édité à votre intention, vous permettra de suivre régulièrement les travaux de ce vaste chantier intellectuel.

Bon à retourner à Donation Encyclopédie B.P. 313 - 75989 PARIS CEDEX 20.

JE PARTICIPE AU RETOUR DU PÈRE DENIS

NOM _____

PRÉNOM _____

ADRESSE _____

CODE POSTAL _____

Je participe au retour du père Denis et vous adresse la somme de :

par chèque bancaire à l'ordre de "L.E.E. Donation Encyclopédie". par chèque postal 3 volets CCP 21 500 80 Z Paris.

Votre don est déductible de vos impôts dans la limite de 5% de votre revenu imposable. Dès le mois d'octobre vous recevrez un reçu de déductibilité fiscale.

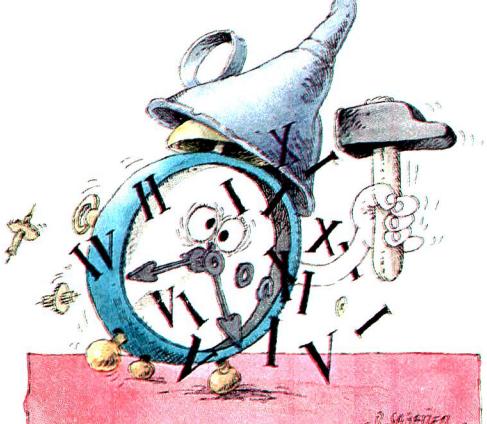
LA FRANCE À L'HEURE DE MOSCOU

(suite de la page 182)

avons perdu peu à peu l'habitude de nous lever avec les poules et de ranger nos bêches à l'angélus du soir.

Certes... A ce compte, on pourrait suggérer des réformes beaucoup plus radicales que l'heure d'été : par exemple, en hiver, ouverture des bureaux et des usines pendant les seules maigres heures où le soleil est au-dessus de l'horizon, avec rattrapage l'été (à quand la journée de seize heures ?).

Avant celui que nous soumettons à nos lecteurs, le seul sondage sur l'heure d'été fut réalisé à la fin de l'été 1976, exactement du 13 au 20 septembre. Donc la première année d'application de la mesure. Ce sondage est régulièrement pris à témoin par les gouvernements successifs pour montrer que l'heure d'été est favorablement accueillie par 70 % des Français. Or, ce sondage révélait que 61 % des agriculteurs étaient mécontents de l'heure d'été. Le "cycle naturel", les paysans, ils connaissent. Or 53 % d'entre eux estimaient que "l'heure folle" leur avait personnellement créé des difficultés. 62 % se prononçaient contre la reconduction de la mesure en 1977.



Pourquoi ? Voici une lettre caractéristique reçue le 19 mars dernier par l'association du Pr Sandler. Elle émane d'une agricultrice bretonne, Madame Anne-Robic, habitant Kertrepé, Guénin, 56150 Baud. Cela ne s'invente pas :

« Nous vivons en milieu rural, après avoir subi un hiver assez rigoureux, et alors que nous commençons à en voir la fin nous voilà replongés dans le froid et le noir à 4 h 30 (heure solaire), nos bêtes sont obligées de suivre le même rythme et d'aller souvent pâturez l'herbe encore gelée. Nos enfants attendent les cars scolaires sur le bord des routes à 5 h (solaires) comme s'ils n'avaient pas assez souffert du froid pendant l'hiver, l'après-midi ils doivent se coucher alors que le soleil est encore haut. Vous ne trouveriez pas une personne en milieu rural, du moins dans notre entourage, pour approuver cette façon d'agir. S'il s'agit d'une économie d'énergie, je pense que si l'on commençait par supprimer les gaspillages on ferait de sérieuses économies. »

Des lettres de ce genre, le Pr Sandler dit en recevoir entre trente et cinquante par jour. C'est au point qu'un de ses collègues de l'université de Bordeaux, le Professeur de sociologie Jean-Claude Guyot, a décidé de « mettre un étudiant là-dessus » pour rédiger une thèse sur cette littérature souvent haute en couleur et révélatrice d'une certaine "France profonde".

Comme on pouvait s'y attendre, il s'agit surtout des agriculteurs de l'Ouest de la France, ceux qui ressentent le plus fortement l'effet du décalage horaire par rapport au "cycle naturel". Les agriculteurs ne se contentent d'ailleurs pas d'écrire au Pr Sandler. Ils mobilisent des conseils municipaux. Plus de 80 communes de l'ouest du pays, dont Millau, la sous-préfecture de l'Aveyron, ont depuis un an voté une résolution demandant l'abrogation de l'heure d'été. Depuis quelque temps, des députés et des sénateurs de l'Ouest, toutes tendances confondues, se sont mis de la partie. Un certain Joseph-Henri Maujouan du Gasset, député UDF de Loire-Atlantique, évoque dans une question écrite à

l'Assemblée le "traumatisme collectif" engendré par l'heure d'été. M. Jean-Michel Boucheron, député socialiste de la Charente, évoque dans une autre question écrite une « mesure administrative qui bouleverse la vie de millions de citoyens ».

Faisons le compte de la population qui semble avoir psychologiquement à souffrir de la super-heure d'été :

Les enfants. Ils sont 12,7 millions à devoir être à l'école ou au lycée à 8 h ou 8 h 30 du matin. En été, cela représente 6 h ou 6 h 30 solaires, plus tôt à l'ouest du méridien de Greenwich. 2,18 millions d'entre eux doivent être prêts une demi-heure plus tôt en moyenne pour attendre le car de ramassage scolaire. Les enfants qui se lèvent à 7 h légales se lèvent à 5 h solaires, ceux qui se lèvent à 6 h légales, à 4 h solaires. Ils déjeunent à 11 h 30 ou 12 h, soit 2 à 3 heures en avance sur le midi vrai selon les régions.

Le soir, à moins d'avoir des parents consciencieux et informés et des volets bien clos, ils jouent souvent dans les cours des immeubles jusqu'à une heure indue et ensuite ont de la peine à trouver le sommeil. Beaucoup de HLM n'ont pas de volets. Il est en tout cas probable que le dernier trimestre scolaire se caractérise, surtout dans l'ouest du pays, par un manque de sommeil, sans doute d'autant plus manifeste que le milieu social est plus modeste.

Les paysans. La lettre citée plus haut illustre bien la situation. Il existe encore 1,1 million d'exploitations agricoles. Si l'on compte trois adultes par exploitation, cela représente 3,3 millions de personnes, qui en été se lèvent tôt. 367 000 exploitations ont des vaches laitières. Si la traite a lieu à 6 h, de manière à préparer le lait pour la coopérative (qui, elle, est à l'heure légale), cela fait que la traite a lieu à 4 h solaires.

Certains paysans prétendent que les vaches n'aiment pas ça, et même qu'elles donnent moins de lait. Cet argument, on l'a vu, a été périodiquement invoqué par les paysans de divers pays depuis le

(suite du texte page 186)

SOYEZ BRANCHE

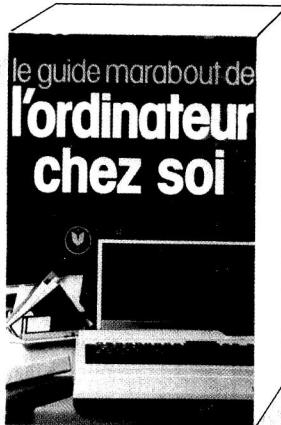
informatique avec marabout



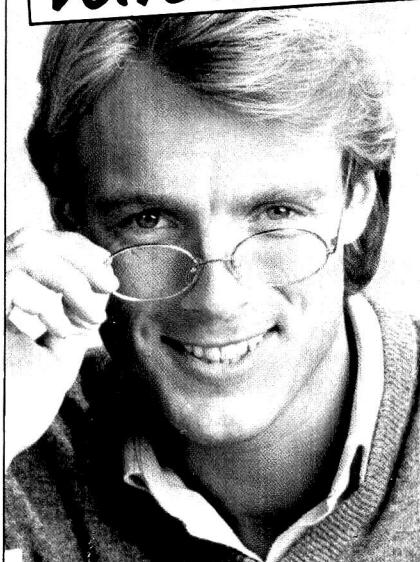
- **Le guide marabout de l'ordinateur chez soi.**
Un index précis, un lexique détaillé, un mini-dictionnaire anglais-français : le guide marabout, fidèle à sa tradition, nous offre un manuel de culture générale informatique simple et accessible.
VOTRE ORDINATEUR. Juillet 1984.
- **Dictionnaire marabout de la micro-informatique.**
- **Comment choisir votre micro-ordinateur.**
- **Le guide marabout du Macintosh.**

- **Le guide marabout du traitement de texte.**
Voici le complément indispensable à votre micro-ordinateur.
UNE TECHNIQUE ENFIN À VOTRE PORTÉE.
JOURNAL DU PARLEMENT. Janvier 1985.
- **Le guide marabout des jeux électroniques.**
- **Programmer chez soi : le basic.**
- **Programmer le forth.**
- **Programmer le pascal.**

- **Jouer avec son micro-ordinateur.**
- **Le guide flash du micro-ordinateur.**
- **Dictionnaire de la micro-informatique.**
Un vocabulaire avec lequel il est urgent de se familiariser pour ne pas risquer de confondre le disque Winchester et la carabine du même nom, la tortue du langage LOGO et celle de la fable ou la concaténation et une maladie infectieuse.
LA QUINZAINE UNIVERSITAIRE. Novembre 1984.
- **La télématique.**



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, infallible...

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. 5) - 40, rue Jules-Ferry - 59430 Saint-Pol-sur-Mer - Tél. (28) 60.96.47 (établissement privé).

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 _____



**GRATUIT
ET SANS
ENGAGEMENT**

Il est entendu qu'aucun démarcheur ne me rendra visite.

LA FRANCE À L'HEURE DE MOSCOU

(suite de la page 184)

Le collisionneur protons-antiprotons du CERN, à Genève, est une victime méconnue de l'heure d'été. Comme EDF a le droit de limiter la fourchette de courant certains jours en prévenant la veille, clause valable jusqu'au passage à l'heure d'été.

début du siècle. Ce qui compte, c'est en tout cas que les paysans, eux, n'aiment pas ça.

Si l'on en croit le député socialiste Jean-Michel Boucheron, « les agriculteurs peuvent ressentir un sentiment d'exclusion sociale : à l'heure où les Français regardent le journal télévisé, puis le film, eux sont encore dans les champs, et leurs épouses sont astreintes à un double service de diners : 20 h pour les enfants, plus tard pour les agriculteurs... ». On pourrait objecter que, pour les paysans, les soirées d'été ont toujours été des soirées d'été : il est de tradition de

et 7 h 25. Donc au total, 1,65 million se lèvent en effet, comme dans la chanson, entre 4 h 30 et 5 h 30, c'est-à-dire 2 h 30 et 3 h 30 solaires. 3,23 millions se lèvent quelque part entre 4 h 30 et 6 h 30 (2 h 30 et 4 h 30 solaires). Et leurs enfants ?

Pour ceux qui en douteraient, voici les chiffres de l'audience cumulée, quart d'heure par quart d'heure, des diverses stations de radio entre 5 h et 6 h 55 (3 h et 5 h 55 solaires) : 2,5 millions pour RTL, 2 millions pour Europe 1, 1,4 million pour France-Inter, 0,9 million pour RMC, 1 million pour les

solaires). Après quoi, ils attendent pendant une demi-journée que le soleil veuille bien se coucher.

Les écolos. Certes peu nombreux, mais remuants... Eux non plus, l'argument selon lequel l'heure d'été nous rapprocherait du "cycle solaire" ne les a pas convaincus. Comme ils sont un peu à court d'idées, il se sont branchés sur le thème de l'heure d'été. Ils ont notamment développé deux théories successives.

La première, c'est que l'heure d'été, en allongeant les soirées, était responsable d'une consommation supplémentaire de carburant. L'Agence pour les économies d'énergie a cru devoir démentir ce point de vue, en 1979. Il ne semble pas, en effet, que l'heure d'été ait entraîné une consommation supplémentaire globale de carburant.

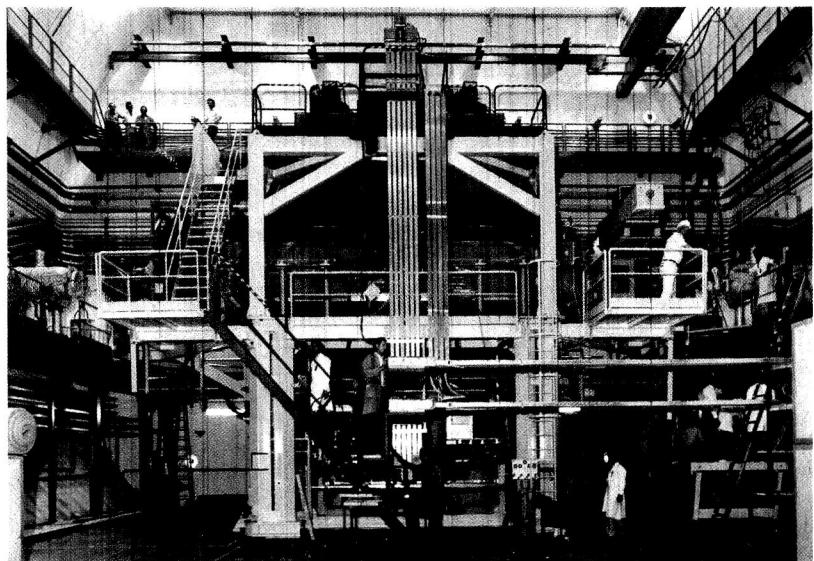
La seconde, plus récente, est plus raffinée. Elle repose sur le travail d'un ingénieur agronome, Eléonore Gabarain-Moreau. Celle-ci soutient, avec raison, que l'avancement de l'heure d'été entraîne l'avancement des heures de pointe de la circulation routière l'après-midi. Il y a donc plus de voitures qui circulent au moment le plus chaud de la journée. Les oxydes d'azote et les hydrocarbures imbrûlés sont donc soumis, au moment où ils sont les plus denses, aux rayons ultra-violets les plus intenses (**graphique page 189**).

Résultat : la formation de la couche d'ozone est plus importante, et les grandes victimes sont... les forêts, qui, comme chacun sait, dépérissent sous l'effet des pluies acides (voir *Science & Vie* n° 799). Cet argument de poids a été repris à leur compte par les Amis de la Terre. En l'état actuel de nos connaissances, il ne semble cependant pas mieux vérifié que l'hypothèse biologique du Pr Sandler.

Décidément, que diable sommes-nous allés faire dans cette galère ? Heureusement, ou malheureusement, l'heure d'été fait aussi des heureux...

Les heureux de l'heure d'été.

(suite du texte page 189)



les jours qui précédent sont particulièrement stressants pour les chercheurs qui travaillent sur le détecteur UA5. En raison de leurs résultats aléatoires, certaines expériences se déroulent en effet dans cette période, où la probabilité qu'EDF limite le courant est maximale.

travailler jusqu'à la tombée de la nuit et même, de plus en plus, aux phares du tracteur. Mais là encore, ce qui compte, c'est ce que l'on ressent.

Les lève-tôt. Les paysans ne sont pas les seuls à se lever tôt. On connaît la chanson de Jacques Dutronc : « Il est 5 h, Paris s'éveille, les journaux sont imprimés, les ouvriers sont déprimés... ». Les dernières statistiques de l'INSEE et du ministère du Travail montrent qu'en mars 1984, toutes catégories confondues, 756 800 salariés commençaient le travail avant 6 h (avant 4 h solaires), 897 600 entre 6 h et 6 h 55, 1,58 million entre 7 h

autres. Soit, pour janvier 1985, 7,8 millions d'auditeurs.

Sont exclus de ces chiffres les travailleurs de nuit : ceux qui font les "trois-huit" (6 % des ouvriers), les trieurs des PTT, les cheminots, les 38 000 artisans boulangers (qui se lèvent pour la plupart à 2 h, autrement dit minuit solaire), et quelques autres. Parmi les artisans qui se lèvent tôt, n'oublions pas les curés !

Les pensionnaires des hôpitaux et des maisons de retraite. Réveillés à 6 h (4 h solaires), ils déjeunent entre 11 h et 12 h (9 h et 10 h solaires) et dinent entre 17 h et 18 h (15 h et 16 h



1 AN
160 F
seulement

Science & Vie, c'est toute l'actualité scientifique et les innovations technologiques qui vont changer notre vie. La clarté et la qualité de l'information et la Science & Vie, retrouvez-les chaque mois dans SVM, la presse informatique, No 1 de la presse informatique. S'abonner à SVM, c'est l'assurance de suivre de près la formidable évolution de très près la micro. S'abonner à SVM, c'est l'assurance de ne manquer aucun des fameux bancs d'essais complets de matériels et de logiciels. S'abonner à SVM, c'est l'assurance de maîtriser et de bien vivre la micro-informatique personnelle et professionnelle. En micro-informatique, assurez-vous abonnez-vous à SVM.

EN MICRO-INFORMATIQUE : ASSUREZ !

BULLETIN D'ABONNEMENT

à retourner à SVM
5, rue de la Baume, 75008 Paris

OUI

Je désire recevoir SVM pendant 1 an à compter du prochain numéro.

Nom

Prénom

Adresse

Code postal Ville

Pays

● Ci-joint mon règlement de 160 F (Étranger 250 F) par chèque à l'ordre de SVM-BRED.

Étranger: chèque compensable à Paris ou mandat international.

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

Maîtrisez votre

EMOTIVITÉ

**Vous serez toujours
calme et serein
face aux stress**

La Stabilité Emotive

vous permettra de vivre calme et détendu malgré soucis et agressivités. Vous maîtriserez énervement, irritation, colères, sautes d'humeur. Vous éliminerez peurs, angoisses, découragement, baisse de moral. Vous Réussirez mieux votre vie professionnelle, sociale, sentimentale.

L'hyper-Emotivité est un mal du siècle

Les stress de la vie moderne Vous assaillent sans cesse : face aux autres, face aux responsabilités, l'hyper-émotivité vous envahit et vous bloque, vous restez figé.

Votre fatigue disparaîtra

Votre Santé s'améliorera

Les stress rongent Votre énergie et sont cause de plus de 50% de Vos maladies. Apprenez à les éviter en comprenant leurs mécanismes physiologiques. Vous ne tremblerez plus.

Vous resterez calme et sûr de vous face à toutes situations.

Votre «raie» personnalité profonde et riche d'atouts, prendra le dessus. Vous deviendrez heureux de vivre malgré les difficultés de votre vie quotidienne. Votre confiance en vous ira en se développant, et vous irez de l'avant en vainqueur.

La Stabilité Emotive changera votre vie

Vous étudierez tranquillement chez vous cette nouvelle Méthode d'action mise au point par Maurice Ogier : vous la pratiquerez chaque jour dans votre vie en suivant ses Conseils. Concrète, simple, efficace, elle vous apprendra :

1. Les techniques de Maîtrise de l'Emotivité.
2. Comment AGIR concrètement face aux stress.
3. Un nouveau comportement de vie positive.
4. A éliminer la fatigue et de nombreux malaises.

Maurice OGIER

Institut Français de la Communication, Service 100
6 rue de la Plaine, 75020 Paris, France (métro Nation)

GRATUIT

Vous recevrez gratuitement, en nous envoyant ce bon, le petit livre de Maurice Ogier "Comment maîtriser stress et emotivité" ainsi que toutes les informations concernant sa nouvelle Méthode et ses Conseils personnels; sans aucun engagement ni décharge, sous pli confidentiel.

M. Mme Melle

Nom _____

Prenom _____

N° _____

Rue _____

Code _____

Ville _____

A retourner à Maurice OGIER

Institut Français de la Communication, Service 100
6 rue de la Plaine, 75020 Paris, France (métro Nation)

IDÉALE POUR ITINÉRANTS

IGLOO

MONTAGE
COMPLET
EN
3
MINUTES

L'INÉGALABLE
TENTE PNEUMATIQUE

LA TENTE LA PLUS PRATIQUE

LEGERE
PEU
ENCOMBRANTE
HABITABILITE
GRANDE
TENU AU VENT
REMARQUABLE
CONSERVATION
ILLIMITEE

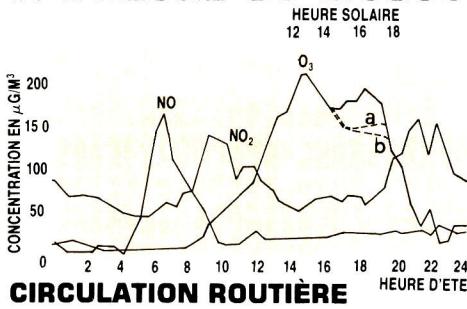


(demandez la documentation
au service 20)

Ets BECKER, 94, route Nationale 10, 78310 COIGNIÈRES

LA FRANCE À L'HEURE DE MOSCOU

(suite du texte page 186)



CIRCULATION ROUTIÈRE ET OZONE

Le maximum d'ozone local se situe normalement entre 12 h et 13 h. Dans une agglomération, ce maximum est typiquement suivi d'une période de quatre heures pendant lesquelles le niveau reste élevé, et peut connaître un second maximum. Cette période critique est située entre 13 h et 17 h solaires, c'est-à-dire, en été, 15 h et 19 h légales. Si l'on supprimait l'heure d'été, on peut imaginer que la concentration d'ozone chuterait plus tôt (courbes a ou b). C'est une hypothèse plausible mais pour la vérifier il faudrait justement supprimer l'heure d'été. En outre, la responsabilité de l'ozone dans la dégradation des forêts reste encore à prouver.

Ce serait trop beau si tout était noir. L'heure d'été convient très bien à une grande partie de la population. Pour le Pr Sandler, le

prototype du partisan de l'heure d'été est un homme dans la force de l'âge, célibataire et fonctionnaire (ou apparenté). Comme il n'a pas d'enfants, il n'a pas de problèmes d'horaire scolaire le matin. Comme il n'a pas de femme, il n'a pas non plus de problème de présence le soir. Comme il est fonctionnaire, il quitte son bureau à 5 h (3 h solaires). Il lui reste donc une agréable demi-journée pour pêcher à la ligne ou jouer à la pétanque.

L'heure d'été est bien accueillie dans les milieux aisés, grâce au temps dégagé le soir pour les loisirs. Elle favorise l'instauration d'une sorte de tiers-temps. Le plaisir procuré par le retour de la belle saison s'en trouve accru. Les marchands d'articles de sports et d'idées sur le "temps libre" se frottent les mains. Les clubs foisonnent, les rencontres, peut-être, se multiplient...

L'heure d'été est aussi une petite consolation pour les chômeurs. Poètes ou terre-à-terre, ils ne sont pas tenus de se lever tôt et, si le moral est bon, ils respirent à pleins poumons l'air de soirées qui n'en finissent pas...

Qu'il existe dans ce phénomène une part d'illusion, c'est trop évident. Il n'est que de rappeler, comme nous l'avons fait au début de cet article, ce que *La Science et la Vie* écrivait en 1940 sur "les délices de l'heure d'été". Une heure d'été qui, à l'époque, était notre heure d'hiver...

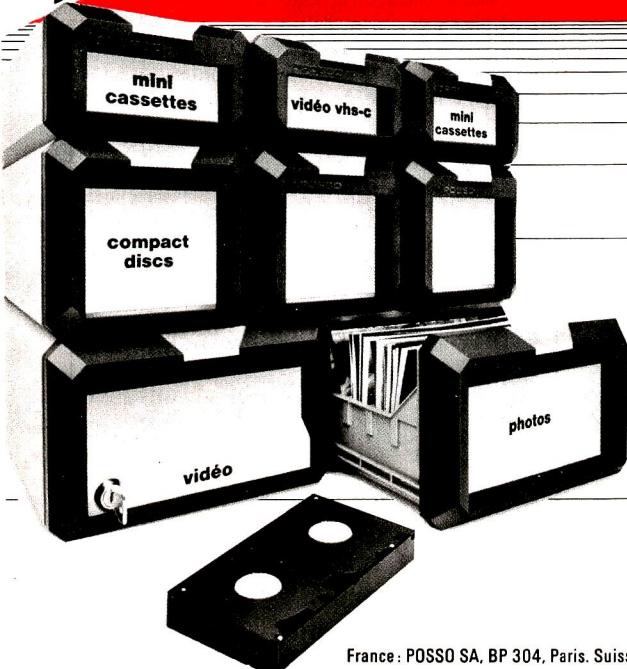
Ceux qui veulent supprimer l'heure d'été rencontreront en tout cas sur leur chemin la réticence confuse de la classe dirigeante, de droite ou de gauche. Les technocrates seraient sans doute prêts à reconnaître à voix basse qu'ils se sont trompés dans leur exposé des motifs, mais quant à se priver d'une partie de tennis vespérale, c'est une autre histoire... Et puis, combien cela coûterait ?

O.P.-V. ●

Dessin A. Meyer

NOUVEAU!

POSSO



Media Box®

La meilleure façon de ranger!

Media Box – le tout nouveau système de rangement composé d'éléments modulaires combinables à volonté. Dont le design moderne et sobre s'adapte à n'importe quel intérieur. Et qui peut être fermé à clé. Pour protéger, classer et retrouver en un clin d'œil:

- Cassettes vidéo
- Mini-cassettes
- Compact discs
- Photos et négatifs
- Jeux vidéo
- Prochainement:
- Floppy discs
- Outilage + matériel divers.

En vente chez les détaillants HiFi-Vidéo-Photo et dans les grands magasins.

POSSO
Une dimension créative.

France : POSSO SA, BP 304, Paris. Suisse : AUDIO BAUER AG, Zurich, tél. 01/64 32 30.



CONTROL DATA

Le grand constructeur de super-ordinateurs forme

ANALYSTE-PROGRAMMEURS

Bac (+2 de préférence)

INSPECTEURS DE MAINTENANCE

(baccalauréat non requis)

Pour recevoir une documentation sur les conditions d'admission et sur les larges possibilités d'emploi dès la sortie des cours, retourner ce bon à :

INSTITUT PRIVÉ CONTROL DATA

Bureau 120 - 59, rue Nationale

75013 Paris - Tél. (1) 584.15.89



Nom

Adresse

Age

NIVEAU D'ÉTUDES : niveau bac bac études sup. Autres

INTÉRESSÉ PAR COURS D'INSPECTEUR DE MAINTENANCE en 26 semaines à Paris seulement

INTÉRESSÉ PAR COURS D'ANALYSTE-PROGRAMMEUR en 19 semaines à Paris à Marseille à Nantes à Lille

SV

coupon de reprise

Pub Diffusion Graphique

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...

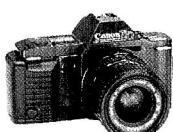


PHOTO-CINE DU
Cirque

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

75003 PARIS - 887.66.58

GRATUIT
Catalogue photo-video
Micro-informatique

...par exemple, en choisissant dans la gamme **CANON**

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



Des méthodes modernes permettent maintenant d'acquérir très vite une mémoire excellente.

Comment obtenir la MÉMOIRE ÉTONNANTE dont vous avez besoin

Avez-vous remarqué que certains d'entre nous semblent tout retenir avec facilité, alors que d'autres oublient rapidement ce qu'ils ont lu, ce qu'ils ont vu ou entendu ? D'où cela vient-il ? Les spécialistes des problèmes de la mémoire sont formels : cela vient du fait que les premiers appliquent (consciemment ou non) une bonne méthode de mémorisation alors que les autres ne savent pas comment procéder. Autrement dit, une bonne mémoire, ce n'est pas une question de don, c'est une question de méthode. Des milliers d'expériences et de témoignages le prouvent. En suivant la méthode que nous préconisons au Centre d'Études, vous obtiendrez de votre mémoire (quelle qu'elle soit actuellement) des performances à première vue incroyables. Par exemple, vous pourrez, après quelques jours d'entraînement facile, retenir l'ordre des 52 cartes d'un jeu que l'on effeuille devant vous ou encore rejouer de mémoire une partie d'échecs. Vous retiendrez aussi facilement la liste des 95 départements avec leur numéro-code. Mais naturellement, le but essentiel de la méthode n'est pas de réaliser des prouesses de ce genre mais de donner une mémoire parfaite dans la vie courante : c'est ainsi qu'elle vous permettra de retenir instantanément le nom des gens avec lesquels vous entrez en contact, les courses ou visites que vous avez à faire (sans agenda), l'endroit où vous rangez vos affaires, les chiffres, les tarifs, etc. Les noms, les visages se fixeront plus facilement dans votre mémoire : 2 mois ou 20 ans après, vous pourrez retrouver le nom d'une personne que vous rencontrerez comme si vous l'aviez vue la veille. Si vous n'y parvenez pas aujourd'hui, c'est que vous vous y prenez mal, car tout le monde peut arriver à ce résultat à condition d'appliquer les bons principes. La même méthode donne des résultats peut-être plus extraordinaires encore lorsqu'il s'agit de la mémoire dans les études. En effet, elle permet d'assimiler, de façon définitive et en un temps record, des centaines de dates de l'histoire, des milliers de notions de géographie ou de science, l'orthographe, les langues étrangères, etc. Tous les étudiants devraient l'appliquer et il faudrait l'enseigner dans les lycées. L'étude devient alors tellement plus facile ! Si vous voulez avoir plus de détails sur cette remarquable méthode, vous avez certainement intérêt à demander le livret gratuit proposé ci-dessous, 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 au Service M14 F - 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 cinq coupons-réponse).

Norm,
(en majuscules SVP)

Prénom

Adresse

Code

postal

Ville

L'ELECTRONIQUE VA VITE PRENEZ LE TEMPS DE L'APPRENDRE AVEC EURELEC



La radio-communication, c'est une passion pour certains, cela peut devenir un métier.

L'**électronique industrielle**, l'**électrotechnique**, sont aussi des domaines passionnants et surtout pleins d'avenir.

Vous que la **TV couleur**, l'**électronique digitale** et même les **micro-ordinateurs** intéressent au point de vouloir en faire un métier, vous allez en suivant nos cours, confronter en permanence vos connaissances théoriques avec l'utilisation d'un matériel que vous réaliserez vous-même, au fur et à mesure de nos envois.

Ainsi, si vous choisissez la TV couleur, nous vous fournirons de quoi construire un récepteur couleur PAL-SECAM, un oscilloscope et un voltmètre électronique.

Si vous préférez vous orienter vers l'électronique digitale et les micro-ordinateurs, la réalisation d'un ordinateur "Elettra Computer System" avec son extension de mémoire Eprom, fait partie de notre enseignement.

Quel que soit votre niveau de connaissance actuel, nos cours et nos professeurs vous prendront en charge pour vous amener progressivement au stade professionnel, en suivant un rythme choisi par vous et en vous offrant un **stage gratuit** à la fin des études.

eurelec

institut privé
d'enseignement
à distance

Rue Fernand-Holweck - 21100 DIJON
Tél. (80) 66.51.34

doci

BON POUR UN EXAMEN GRATUIT

A retourner à EURELEC - Rue F.-Holweck - 21100 DIJON

Pour vous permettre d'avoir une idée réelle de la qualité de l'enseignement et du nombreux matériel fourni, EURELEC vous offre de recevoir, CHEZ VOUS, gratuitement et sans engagement, le premier envoi du cours que vous désirez suivre (comprenant un ensemble de leçons théoriques et pratiques et le matériel correspondant). Il vous suffit de compléter ce bon et de le poster aujourd'hui même.

Je soussigne, : Nom _____

Adresse : _____

Ville : _____

désire recevoir, pendant 15 jours et sans engagement de ma part, le premier envoi de leçons et matériel de :

ELECTRONIQUE FONDAMENTALE ET RÉAD-COMMUNICATIONS

ELECTROTECHNIQUE

ELECTRONIQUE INDUSTRIELLE

● Si cet envoi me convient, je le conserverai et vous m'enverrai le solde du cours à raison d'un envoi en début de chaque mois, les modalités étant précisées dans le premier envoi gratuit.

Prénom : _____

Code postal : _____

Tel. : _____

DATE ET SIGNATURE
(Pour les enfants, signature des parents)

INITIATION À L'ELECTRONIQUE POUR DÉBUTANTS
ELECTRONIQUE DIGITALE ET MICRO-ORDINATEUR

TELEVISION NUMÉRALE ET COULEURS

● Si au contraire, je ne suis pas intéressé, je vous le renverrai dans son emballage d'origine et je vous devrai rien. Je reste libre, par ailleurs, d'interrompre les envois sur simple demande écrite de ma part.

15079

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 3673 35, rue Collange
92303 Paris Levallois (Etabl. privé)
Tél. 270.73.63



**Sympa...
L'EAU CHAUDE
SOLAIRE!**

**Sympa...
LE CHAUFFE-EAU
SOLAIRE
MINISOL®**

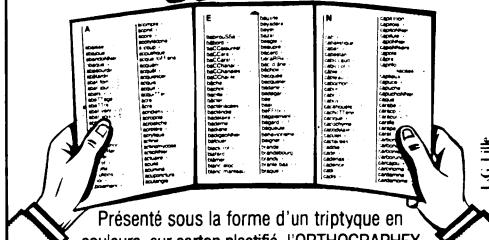


SOLECO
le solaire en action

SOLECO INTERNATIONAL S.A.
Équipements électroniques solaires
Parc d'Activités de la Coupe
11100 NARBONNE (France)
Tél. (68) 41.68.05 - Telex 505019 F

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

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 20F (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 L5) - 40, rue Jules-Ferry - 59430 SAINT-POL-SUR-MER

SAVOIR S'EXPRIMER



est un précieux atout dans bien des circonstances de la vie professionnelle, sociale ou privée : réunions, amitiés, relations, travail, affaires, sentiments, etc.

Il vous est certainement arrivé de vous dire après un entretien : « Ce n'est pas ainsi que j'aurais dû aborder la question. » Soyez sûr que la conversation est une science qui peut s'apprendre. L'étude détaillée de tous les « cas » concrets qui peuvent se présenter, l'amélioration progressive de vos moyens d'expression vous permettront, après un entraînement de quelques mois, d'acquérir une force de persuasion qui vous surprendra vous-même. Vous attirez la sympathie, vous persuaderez, vous séduirez avec aisance et brio.

Le Cours Technique de Conversation par correspondance vous apprendra à conduire à votre guise une conversation, à l'animer, à la rendre intéressante. Vous verrez vos relations s'élargir, votre prestige s'accroître, vos entreprises réussir.

Demain, vous saurez utiliser toutes les ressources de la parole et vous mettrez les meilleurs atouts de votre côté : ceux d'une personne qui sait parler facilement, efficacement, correctement et aussi écrire avec élégance en ne faisant ni faute d'orthographe, ni faute de syntaxe.

Pour obtenir tous les renseignements sur cette méthode pratique, demandez la passionnante brochure gratuite : « L'art de la conversation et des relations humaines » au :

COURS TECHNIQUE DE CONVERSATION
Service D. 126435, rue Collange
92303 Paris-Levallois (Établ. privé)
Tél. 270.73.63

AVEC OU SANS BAC DEVENEZ INFORMATICIEN EN PRÉPARANT LE B.P. INFORMATIQUE

BREVET PROFESSIONNEL INFORMATIQUE (BPI) diplôme d'Etat

Durée : 20 mois. Niveau : BAC. Aucune connaissance informatique n'est nécessaire au départ.
Un cours par correspondance pour préparer tranquillement chez soi un diplôme d'Etat. Il vous permettra d'obtenir rapidement un poste de cadre dans ce secteur créateur d'emplois. Langages étudiés : BASIC et COBOL.
En option : un stage de cinq jours sur ordinateur. Ce cours bénéficie de notre garantie-études.

PROGRAMMEUR D'APPLICATION

Durée : 8 mois
Niveau : Fin de 3^e
Pour apprendre chez soi à programmer en COBOL et acquérir les bases indispensables en informatique de gestion
En option : un stage de cinq jours sur ordinateur

ANALYSTE PROGRAMMEUR

Durée : 15 mois
Niveau : BAC
Pour apprendre chez soi à programmer en COBOL et BASIC, à faire de l'analyse et acquérir une formation de base en gestion d'entreprise
En option : un stage de cinq jours sur ordinateur.

PROGRAMMEUR SUR MICRO-ORDINATEUR

Durée : 5 mois
Niveau : Fin de 3^e
Pour apprendre chez soi à programmer en BASIC (jeux, gestion...), acquérir une formation de base en micro-informatique et pouvoir programmer avec n'importe quel "micro"
En option : un stage de deux jours sur IBM-PC

TECHNICIEN EN MICROPROCESSEUR

Durée : 8 mois
Niveau : 1^{re} ou BAC
Pour apprendre le fonctionnement interne des microprocesseurs et écrire des programmes en langage machine
En option : un micro-ordinateur MPF-1B

TECHNICIEN EN ELECTRONIQUE, MICRO-ELECTRONIQUE

Durée : 10 mois pour chacun des deux modules de ce cours

Niveau : Fin de 3^e
Pour se former chez soi aux dernières techniques de l'électronique et de la micro-electronique (circuits intégrés, composants...) Plus de 100 expériences pratiques à réaliser avec le matériel fourni. Un excellent investissement pour votre avenir dans ce secteur favorisé par le Gouvernement

GARANTIE-ETUDES

Pour le même prix, multipliez vos chances par 2 ! Notre préparation au Brevet Professionnel Informatique bénéficie de notre garantie-études qui permet à nos élèves qui ont suivi tout le cours et qui échouent à l'examen de reprendre gratuitement leurs études informatiques durant une année.

Cette garantie vous permet de bénéficier de tous les services de notre institut et de soumettre à la correction de nouveaux travaux pratiques pendant une année supplémentaire. Vous pourrez vous présenter à une deuxième session de cet examen dans de bonnes conditions et sans frais d'études complémentaires.

FORMATION CONTINUE

(LOI DU 16/07/1971)

Depuis le 16 juillet 1971, les cours par correspondance accompagnés de journées de stages peuvent être suivis dans le cadre de la Formation Continue sous certaines conditions

INSCRIPTION TOUTE L'ANNÉE

Envoyez-moi gratuitement et sans engagement de ma part votre guide N° 3976 sur vos préparations :
INFORMATIQUE/MICRO-INFORMATIQUE
ELECTRONIQUE/MICRO-ELECTRONIQUE

(cochez la ou les cases qui vous intéressent)

Nom _____

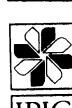
Prénom _____

Adresse _____

Ville _____

Code postal _____

Tel _____

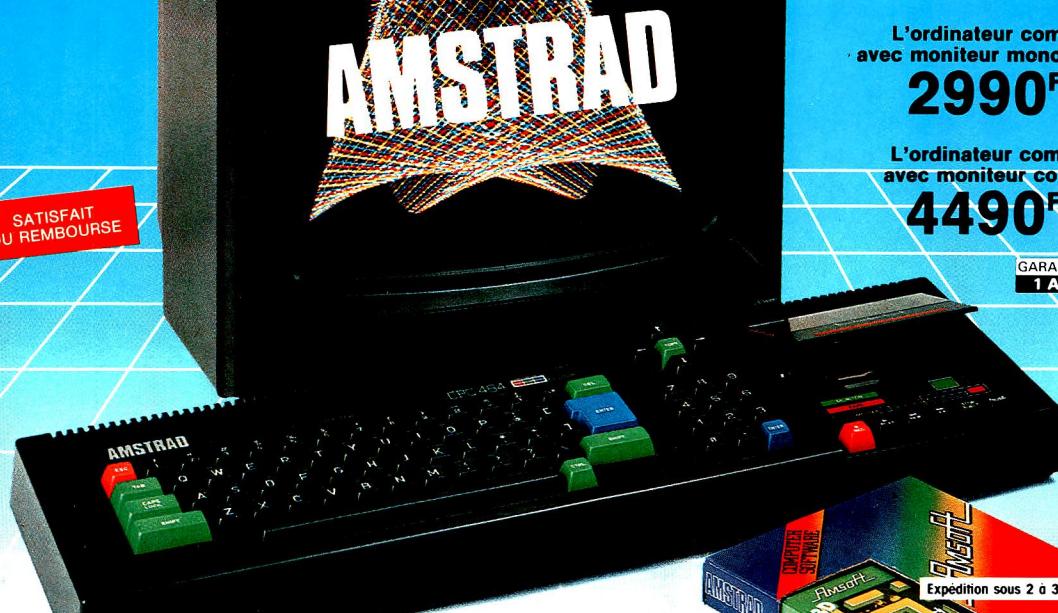


**INSTITUT PRIVÉ
D'INFORMATIQUE
ET DE GESTION**

92270 BOIS-COLOMBES (FRANCE)

Tel. (1) 242.59.27

Satisfait ou remboursé



UN MICRO-ORDINATEUR COMPLET 64 K à partir de 241 F à la commande seulement !

L'ordinateur complet avec moniteur monochrome
2990 F

L'ordinateur complet avec moniteur couleur
4490 F

GARANTIE 1 AN



Expedition sous 2 à 3 semaines environ

UN SYSTEME COMPLET : 1 micro-ordinateur avec lecteur-enregistreur de cassette incorporé, 1 moniteur couleur ou monochrome vert.

Unité centrale : microprocesseur Z 80. **Mémoire :** 64 K octets (RAM), 32 K octets (ROM). **Affichage :** jusqu'à 80 colonnes et palette de 27 teintes. **Clavier :** 74 touches, type QWERTY. **Langage :** basic. **Son :** haut-parleur incorporé. 3 canaux sur 7 octaves. Sorties pour 2 manettes de jeu, imprimante ; connecteur pour interfaces, lecteur de disquettes. **Dim. de la console :** 57 x 16,5 x 7 cm. Alim. 220 V. **Lecteur-enregistreur de cassettes incorpore :** régule volume, 2 vitesses de lecture. **Compteur.** Retour et avance rapides. Pause. **Moniteur couleur :** écran 28,5 x 21 cm. Contrôle automatique des couleurs. Alim. 220 V. **Moniteur monochrome vert :** écran 25 x 20 cm. Réglage contraste, luminosité, ajustement vertical. Alim. 220 V.

MICRO-ORDINATEUR AMSTRAD CPC 464 + MONITEUR MONOCHROME

Ref. 3882.01 **2990 F** ou

- 746 F à la commande + 3 mens. de 748 F (sans frais)
- Crédit Automatique
- 241 F à la cde + 12 mens. de 261 F (Prix total à crédit : 3373 F)

MICRO-ORDINATEUR AMSTRAD CPC 464 + MONITEUR COULEUR

Ref. 3883.01 **4490 F** ou

- 1121 F à la commande + 3 mens. de 1123 F (sans frais)
- Crédit Automatique
- 223 F à la cde + 12 mens. de 254 F (Prix total à crédit : 3271 F)

MANETTE DE JEU AMSTRAD

vendue à l'unité.

Ref. 3901.01 **140 F**

IMPRIMANTE MATRICIELLE AMSTRAD DMP 1 :

80 colonnes, 50 caractères/seconde. Utilise du papier standard. Ref. 3885.01 **2480 F** ou

- 617 F à la commande + 3 mens. de 621 F (sans frais)
- Crédit Automatique
- 194 F à la cde + 12 mens. de 217 F (Prix total à crédit : 2798 F)

LECTEUR DE DISQUETTES AMSTRAD :

capacité 2 faces. Espace formaté 180 K sur chaque face.

Ref. 3886.01 **2900 F** ou

- 722 F à la commande + 3 mens. de 726 F (sans frais)
- Crédit Automatique

223 F à la cde + 12 mens. de 254 F

(Prix total à crédit : 3271 F)

BON DE COMMANDE à retourner à La Maison de Valérie - 41021 BLOIS CEDEX

 Je suis déjà clientMON NUMÉRO Date de naissance M. Mme Mlle19 NOM : ADRESSE : CODE POSTAL VILLE : N° de TEL. :

Cochez les cases correspondant aux cassettes que vous désirez commander.

CASSETTES DE GESTION AMSOFT

INITIATION BASIC Réf. 3888.01	220 F	<input type="checkbox"/>	CASSETTES DE JEUX	Exocet Réf. 3895.01	115 F	<input type="checkbox"/>
Budget familial Réf. 3889.01	220 F	<input type="checkbox"/>		Echec et mat Réf. 3896.01	115 F	<input type="checkbox"/>
Tableau Réf. 3890.01	220 F	<input type="checkbox"/>		Les envahisseurs Réf. 3897.01	115 F	<input type="checkbox"/>
TRAITEMENT de textes Réf. 3891.01	160 F	<input type="checkbox"/>		Fred l'électronicien Réf. 3899.01	115 F	<input type="checkbox"/>
CASSETTES EDUCATIVES				Simulateur de vol Réf. 3900.01	135 F	<input type="checkbox"/>

Le pendu Réf. 3892.01

115 F

Inscrivez le total ici :

TOTAL

(à reporter)

B

L'ardoise magique Réf. 3894.01

115 F

Je n'oublie pas de joindre à ma commande (dans la même enveloppe) mon règlement à l'ordre de La Maison de Valérie.

Mode de paiement choisi :

 chèque bancaire chèque postal 3 volets mandat-lettre 1411.

Je m'engage à payer le solde aux conditions prévues pour chaque article.

02.SV.05

Cochez le mode de paiement choisi

 Comptant Facilités Sans Frais Crédit Automatique

Paiement choisi

 Comptant Total Crédit

Prix Comptant ou

Total Crédit

Montant versé

Je désire recevoir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

IMPORTANT : si vous avez choisi le Crédit Automatique : vos mensualités seront prélevées automatiquement. Joignez un relevé d'identité bancaire, postal ou de compte de Caisse Nationale d'Épargne, et complétez ci-dessous. Crédit réalisé par l'UCCM, TEG 24,70 %, 27-33, quai Le Gallo, 92517 BOULOGNE-BILLANCOURT Cédex.

J'autorise La Maison de Valérie à prélever les mensualités correspondant à ma commande sur mon compte dont les références apparaissent sur le relevé ci-joint.

NOM : SIGNATURE OBLIGATOIRE

PRENOM :

DATE :

TOTAL

A

Long John

SO LONG, JOHN

A toi, John!

Sachez apprécier et consommer avec modération.



UN PLAISIR LÉGENDAIRE DEPUIS 150 ANS