SCIENCE & VIE

Les bêtes expliquent les humains

Marées noires : les autres pollueurs

La machine qui lit à haute voix

LES COLONIES DU CIEL

"P4" LE LABO OÙ L'ON FABRIQUE DES ÊTRES VIVANTS

7 F

MAI 1978 / N° 728 / BELG. 55 FB / SUISSE 4,5 FS / CANADA $ 1,75

p.de vue m. marchand

intelligente, drôle, spontanée, malicieuse, complice, espiègle

la 800 macrozoom

eumig

EUMIG MACRO 800

- ZOOM Macro-Viennon 8 fois (manuel ou électrique) 1: 1,8/7-56mm
- Cadences : 9, 18, 24 im/s et image par image.
- Viseur reflex à mise au point télémétrique et 7 contrôles.
- Fondu à l'ouverture et à la fermeture automatique.
- Options : Macroset et lentille PMA super-grand-angle.
- Poids : 1100 g.

filmer "facile", filmez EUMIG

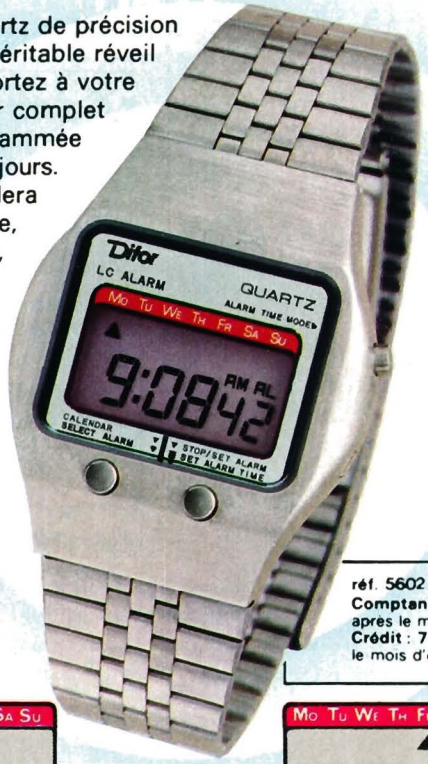
30 jours chez vous à l'essai

Difor HORLOGERIE BESANÇON

cette étonnante montre-réveil à quartz

140 F de caution déduite ou remboursée

C'est une montre à quartz de précision et en même temps un véritable réveil électronique que vous portez à votre poignet, avec calendrier complet (mois, date, jour, année) programmée en fonction des mois de 28, 30 et 31 jours. La fonction "réveil" vous éveillera d'un bip-bip discret mais efficace, ou vous rappellera un rendez-vous, un train, un avion à prendre, **à l'heure et à la minute précises que vous aurez vous-même programmées,** sans perturbation des fonctions horaires et calendrier. (La notice explicative détaillée vous fournit le mode d'emploi). Son boîtier en chromé dur et le bracelet acier satiné en font une très belle montre d'homme, très à la mode, précise comme une montre à quartz peut l'être.



CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

- affichage permanent par cristaux liquides.
- 6 grands chiffres contrastés très lisibles.
- index des jours de la semaine.
- 12 fonctions réelles
- 4 programmes d'affichage (voir tableaux ci-dessous).
- calendrier programmé (mois de 28, 30, 31 jours).
- fonction réveil (bip-bip électronique) durée 30"
- dispositif d'arrêt du signal sonore
- verre minéral
- **précision 1/250.000ème**
- boîtier adouci traité en chrome dur (procédé NISEN)
- bracelet assorti tout acier satiné réglable
- notice détaillée jointe
- éclairage nocturne du cadran par poussoir.
- livrée marchante avec pile et réglée

réf. 5602.893
Comptant : 695 F (140 F de caution et 555 F après le mois d'essai)
Crédit : 794 F (140 F de caution + 64 F après le mois d'essai et 10 mensualités de 59 F)

– FONCTION HORAIRE 1
affichage permanent : heures, minutes, secondes, jour (index), AM ou PM (matin ou après-midi).

– FONCTION HORAIRE 2
affichage permanent : heures, minutes, date, jour (index), secondes par 2 points clignotants. AM-PM.

4 AFFICHAGES 12 FONCTIONS RÉELLES

– FONCTION CALENDRIER
affichage complet du calendrier : mois numérique, date, année, jour (index).

– FONCTION RÉVEIL
et réglage de l'heure de sonnerie : heures, minutes, AL (alarme).

bon pour 1 mois d'essai ou catalogue gratuit

à retourner à DIFOR – 25011 BESANÇON CEDEX

581

- Veuillez me faire parvenir pour 30 jours, sans engagement de ma part la montre-réveil à quartz DIFOR **réf. 5602.893**
  ☐ ci-joint dans la même enveloppe ma caution de **140 F** (mandat-lettre ou chèque).
  ou
  ☐ caution payable au facteur (+ frais de contre-remboursement)
  (La caution non jointe dans l'enveloppe donne lieu à l'envoi d'office contre-remboursement).
- Si à la fin du mois d'essai, je suis convaincu, et si je désire conserver ma montre-réveil à quartz DIFOR je vous réglerai (prix net, port compris)
  ☐ **Comptant: 695 F**
  ☐ **Crédit : 794 F** (moins ma caution de **140 F**)
- Dans le cas contraire, je vous réexpédierai en recommandé ma montre-réveil à quartz DIFOR, et vous me rembourserez intégralement ma caution.

NOM _____ Prénom _____

ADRESSE COMPLÈTE _____

_____ CODE POSTAL _____

DATE DE NAISSANCE _____ PROFESSION _____

indiquez le tour de poignet : _____ cm.

ÊTES-VOUS DÉJÀ CLIENT ☐ OUI ☐ NON
(pour les mineurs, signature des parents) SIGNATURE

CATALOGUE DIFOR GRATUIT
☐ Je désire recevoir sans engagement le catalogue géant DIFOR tout en couleurs.

CATALOGUE GÉANT

Sur 124 pages grand format : 1600 merveilles, 2 collections de montres françaises et suisses, une étincelante cascade de bijoux or et argent, de perles et de diamants, d'orfèvrerie et cent trouvailles à offrir.

DIFOR est une importante entreprise implantée au cœur de la Franche-Comté, à Besançon, capitale de l'horlogerie et de l'industrie de haute précision.

Difor vous garantit :
- **échange ou remboursement pendant 1 mois**
- **1 an de garantie totale**
- **prix net – port compris**
- **livraison rapide**

HAVAS CENTREST - L

Difor, le catalogue des moments heureux.

SCIENCE & VIE

Photo
Vincent Chaix

Sommaire
Mai 1978
N° 728
Tome CXXIX

savoir

LE LABORATOIRE OÙ L'ON FABRIQUE DES ÊTRES INCONNUS p. 32
reportage de Paul Slade et Alexandre Dorozynski

LE CANCER : DES CELLULES RETOMBÉES EN ENFANCE p. 39
par le Dr E. Attié

LA MÉCANIQUE HÉRÉDITAIRE p. 42
par Renaud de la Taille

LA PROTÉINE INSTANTANÉE p. 47
par Pierre Rossion

LES PREMIÈRES COLONIES DE L'ESPACE p. 51
par Alexandre Dorozynski

LE NOMBRE D'OR DE L'UNIVERS p. 62
par Charles-Noël Martin

LA QUERELLE DE LA SOCIOBIOLOGIE p. 64
de notre envoyé spécial Alexandre Dorozynski

LES VOYANTS INFRA-LUCIDES p. 68
par Alain Ledoux

DANS LE CERVEAU, UNE BARRIÈRE CHIMIQUE CONTRE LES MÉDICAMENTS p. 70
par Pierre Rossion

CHRONIQUE DE LA RECHERCHE p. 73
dirigée par Gérald Messadié

Ph. V. de Sanctis - Paul Slade

pouvoir utiliser

La crise de la médecine du travail ***p.78***
par Sophie Seroussi et Gérald Messadié

Marées noires : les autres pollueurs ***p. 82***
par Jacqueline Denis et Maurice Dessmond

L'homme le plus profond du monde ***p. 88***
par Jean-Albert Foëx

Avion de l'an 2 000 7 : la redécouverte de l'hélice ***p. 93***
par Jean-Jacques Valignat

La pêche automatique ***p. 100***
par Jacqueline Denis

Et si l'on construisait les usines à la campagne? ***p. 102***
par Gérard Morice

Energies nouvelles : l'électricité par l'osmose ***p. 106***
par Alain Ledoux - enquête Odile Disch

La machine qui lit à haute voix ***p. 109***
par Françoise Harrois-Monin

Chronique de l'industrie ***p. 115***
dirigée par Gérard Morice

En descendant à 100 m sous la mer sans scaphandre, un plongeur vient de repousser les limites de la physiologie sous-marine.

Ph. V. de Sanctis - Paul Slade

HI-FI: COMMENT CHOISIR SES AMPLIS **p. 122**
par Alain Belz

AU MUSÉE DE LA PHOTO; LES PRÉCURSEURS TECHNIQUES **p. 129**
par Roger Bellone

DES « PLOMBS » DE CHASSE ÉCOLOGIQUES **p. 132**
par Renaud de la Taille

LES JEUX **p. 136**
par Pierre Berloquin, Luc Fellot, Alain Ledoux, Renaud de la Taille, Jean Tricot et Peter Watts

SCIENCE ET VIE A LU POUR VOUS **p. 146**

CHRONIQUE DE LA VIE PRATIQUE **p. 149**
dirigée par Luc Fellot

LA LIBRAIRIE DE SCIENCE ET VIE **p. 166**

Exclusif : un reportage dans un « P-4 », laboratoire génétique où l'on fabrique des microbes qui n'existent pas.

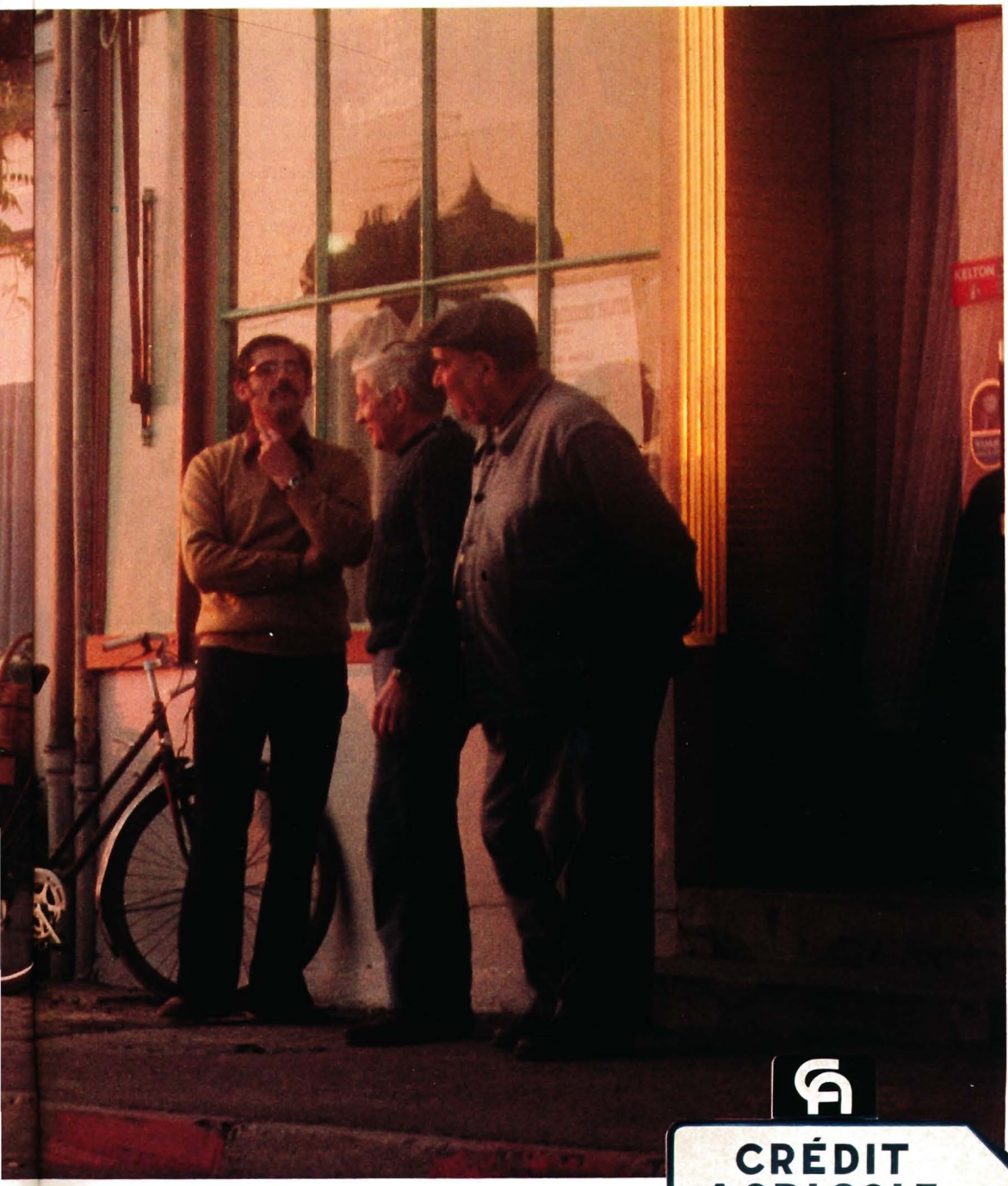
Pour nous un quartier'e

HAVAS CONSEIL

Si la vie à la campagne est restée plus vraie qu'en ville, ce n'est pas seulement que l'air y est beaucoup plus pur. Depuis longtemps nous faisons partie de la vie d'un bon nombre de villages français, au même titre que le boucher ou le boulanger.

Pour bien conseiller les gens il faut les connaître

er'est comme un village.



CRÉDIT AGRICOLE

u'en et pour les connaître, il faut vivre parmi eux, comme eux.
plus En ville aussi, nous nous attachons à entretenir avec nos clients de bons rapports personnels. La qualité que de l'air n'a rien à y voir, c'est une question de bon sens.

Le bon sens près de chez vous.

ître

Vous avez moins de 21 ans et, passionné par une discipline scientifique (sciences exactes, sciences de la terre et de la nature, sciences morales et humaines, etc.), vous avez mis en chantier un travail auquel vous consacrez tous vos loisirs...

Savez-vous qu'en participant au

PRIX SCIENTIFIQUE PHILIPS POUR LES JEUNES

vous pourrez mener plus vite à bien ce travail qui vous passionne ?

Chaque année, de nombreux candidats obtiennent la récompense de leurs efforts : soyez l'un d'eux !

Demandez le règlement à : Prix Scientifique Philips 50, avenue Montaigne 75380 Paris cedex 08 Tél. 256.88.00

SV

Nom : .....

Prénom : ..... Age : .....

Adresse : .....

.....

Tél. : .....

SCIENCE & VIE

Publié par
EXCELSIOR PUBLICATIONS, S.A.
5, rue de la Baume - 75008 Paris
Tél. 266.36.20

Direction, Administration
Président : Jacques Dupuy
Directeur Général : Paul Dupuy
Directeur administratif et financier : J.-P. Beauvalet

Rédaction
Rédacteur en Chef : Philippe Cousin
Rédacteur en chef adjoint : Gérald Messadié
Secrétaire général de rédaction : Luc Fellot
Chef des Informations : Jean-René Germain

Rédaction Générale
Renaud de la Taille
Gérard Morice
Alexandre Dorozynski
Pierre Rossion
Jacques Marsault
Charles-Noël Martin
Alain Ledoux
Françoise Harrois-Monin
Sophie Seroussi

Service illustration
Jérôme Hinstin
Photographes : Miltos Toscas, Jean-Pierre Bonnin

Service artistique
Mise en page : Natacha Sarthoulet
Assistante : Virginia Silva

Documentation : *Anne-Françoise Montaron*

Correspondants
New York : Paul Slade, 625 Main Street
Roosevelt Island
New York - 10044
Londres : Louis Bloncourt - 16, Marlborough Crescent
London W 4, 1 HF

Promotion et diffusion
Directeur de la Promotion et des Abonnements :
Paul Cazenave assisté de Elisabeth Drouet
Directeur des Ventes : Henri Colney

Publicité :
Excelsior Publicité - Interdeco
67, Champs-Élysées - 75008 Paris - Tél. 359.09.89
Chef de publicité : Hervé Lacan

OJD 1974

Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS
Numéro de Commission paritaire : 57284 BVP

A nos abonnés

Pour toute correspondance relative à votre abonnement, envoyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi.

Changements d'adresse : veuillez joindre à votre correspondance 1,50 F en timbres-poste français ou règlement à votre convenance.

A nos lecteurs

- *Nos reliures : Destinées chacune à classer et à conserver 6 numéros de* SCIENCE ET VIE *peuvent être commandées par 2 exemplaires au prix global de 30 F Franco (Pour les tarifs d'envois à l'étranger, veuillez nous consulter).*
- *Notre Service Livre : Met à votre disposition les meilleurs ouvrages scientifiques parus. Vous trouverez tous renseignements nécessaires à la rubrique « La Librairie de* SCIENCE ET VIE *».*
- *Les Numéros déjà parus : La liste des numéros disponibles vous sera envoyée sur simple demande.*

Correspondance et règlement

- *ADRESSE : 5, rue de la Baume - Paris (8e).*
- *MODALITES DE PAIEMENT :*

— Règlement joint à la commande, C. Bancaire - C.C.P. - Mandat Lettre - libellés à l'ordre de Science et Vie.
— Pour les C.C.P. transmettre directement les 3 volets sans indiquer de numéro de compte.

- *FACTURES : Emises sur demande pour un montant supérieur à 30 F uniquement.*

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Copyright 1978 « Science et Vie ».

Que se passe-t-il sous la mer ?

DANS LE SILLAGE DES MONSTRES MARINS
2 volumes

30 SIÈCLES SOUS LA MER
1 volume

CHASSES AUX FAUVES DE LA MER
1 volume

4 volumes magnifiquement reliés pour

49 F80 LES QUATRE

(+ frais d'envoi)

Format : 12 × 18 cm.

LES PLUS BEAUX LIVRES DE VOTRE BIBLIOTHEQUE : *Dos noirs • Titres et motifs frappés au balancier sur plats bleu océan • Papier "bouffant de luxe" • Nombreuses illustrations en hors-texte • Signet, tranchefiles.*

POURQUOI UN PRIX AUSSI BAS ?

Tout simplement pour vous faire découvrir l'intérêt et la qualité de nos éditions. Vous ne prenez aucun risque ! En effet, vous ne réglerez ces volumes que si vous décidez de les garder, après un examen gratuit de 5 jours. Pour les recevoir, sans engagement d'achat, retournez aujourd'hui même le bon à découper.

Y a-t-il, oui ou non, des "monstres" marins ?

Des pieuvres de 5 mètres d'envergure, ce n'est pas une vue de l'esprit : de nombreux témoignages sérieux en font état. Pas plus que des calmars super-géants de 6 à 7 mètres de long, les *architenthis,* ennemis héréditaires du cachalot.

Un battement d'ailes au fond de l'eau

"Je la reconnais, c'est la raie léopard. Le requin, le barracuda terrifient par leur vitesse : ce sont des obus. La peur qu'ils inspirent est nette, précise, froide. La raie au contraire, inquiète, donne le malaise"

Un plongeur raconte

Quand un plongeur de la célèbre équipe Cousteau se spécialise dans l'exploration des épaves, et raconte ces navires fantômes couchés par le fond depuis des siècles, on est saisi d'une étrange émotion...

Pour juger livres en main sans rien payer, expédiez ce bon rempli à :

François Beauval ÉDITEUR

La plus grande librairie de France à domicile

BP 70 83509 LA SEYNE SUR MER CEDEX. SA au capital de 40 839 900 F RC Seine 70 B 5381. Vente en magasin : 14, rue Descartes, 75005 Paris, tél. 633.58.08.

BON D'EXAMEN *GRATUIT*

à renvoyer à François BEAUVAL, Editeur, B.P. 70, 83509 LA SEYNE SUR MER CEDEX. *Adressez-moi vos 4 volumes magnifiquement reliés. Je pourrai les examiner sans engagement d'achat pendant 5 jours. Si je désire les garder, je vous les réglerai au prix spécial de 49,80 F + 4,90 F de frais d'envoi (prix belge : F.B. 395 + 50) ; sinon, je vous les retournerai. Je ne m'engage à rien d'autre, ni à aucun achat ultérieur.*

2F / OCS 32 SV

Mr
Mme
Mlle _____ initiales prénom

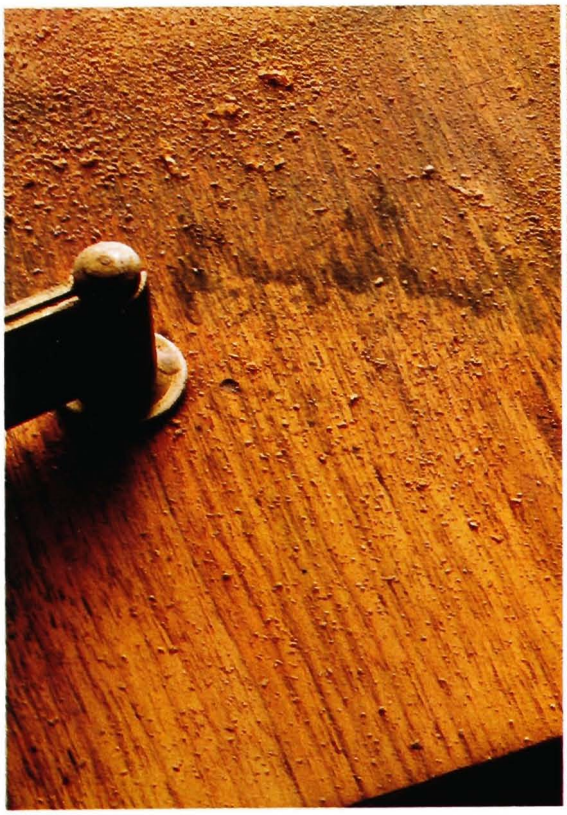
ADRESSE COMPLÈTE _____

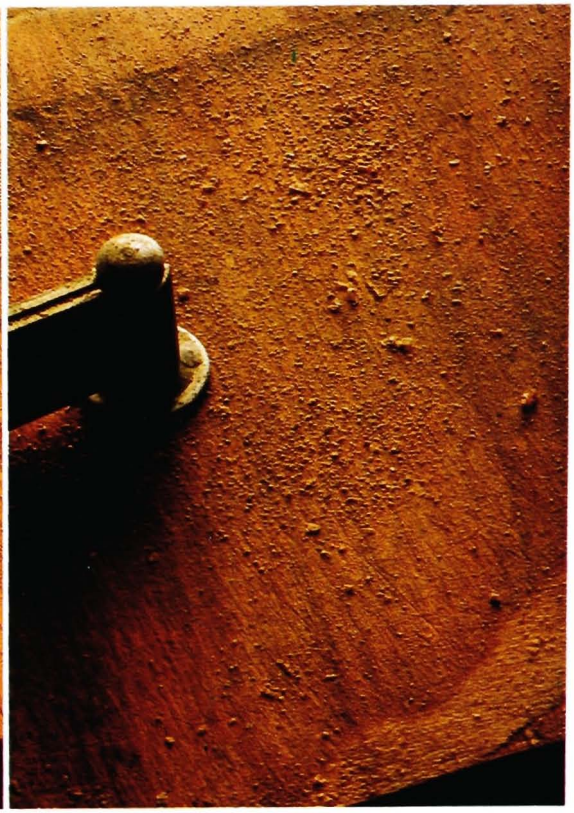
_____

CODE POSTAL _____ VILLE _____

SIGNATURE

RIEN N'EST PLUS MINUTIEUX QU'UN TRAVAIL SUPERFICIEL.





Le ponçage est un travail délicat, bien que superficiel. Et si l'on emploie aujourd'hui des ponceuses électriques, l'exigence doit rester la même que pour un travail à la main.

Pour cela, il faut une machine qui travaille bien, qui donne un résultat précis et dont on puisse être fier. Le travail d'un bon ouvrier.

La ponceuse PSS 230 de Bosch est précise.

Sa course de ponçage (2,4 mm) est assez faible tandis que son nombre de vibrations à la minute (20.000 vibrations/minute) est très élevé.

Ces deux caractéristiques permettent d'obtenir un travail très fin, par exemple : d'enlever la peinture d'une fenêtre sans en attaquer le bois.

De plus, minutieusement usinée, la PSS 230 ne vibre pas dans la main grâce à un système de contrepoids monté sur le mécanisme d'entraînement.

La plaque de ponçage est montée sur 4 "silent-blocks" de caoutchouc. Ceci garantit une bonne position horizontale de travail.

Elle est antiparasitée et a un double isolement.

LA PONCEUSE PSS 230

La gâchette incrustée dans la poignée possède 2 positions : marche momentanée ou permanente en cas de grande surface à traiter.

BOSCH
COMBI

BOSCH. LES OUTILS QUI FONT LES BONS OUVRIERS.

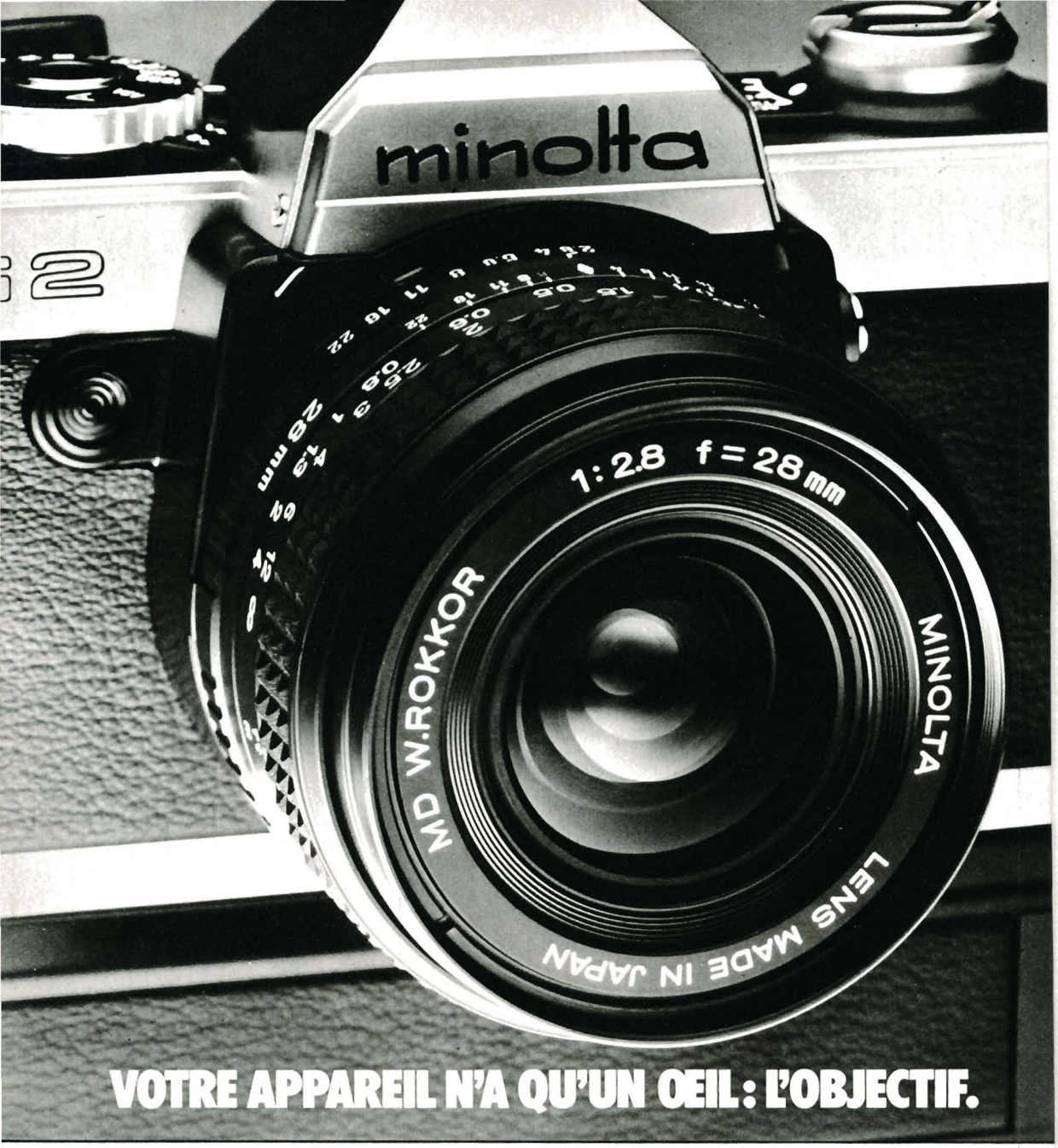
C.L.M.&BBDO

HAVAS CONSEIL

Agio Méhari's Brasil : 20 petits cigares à la cape Brésil.

Agio Méhari's : 20 petits cigares à la cape Cameroun.

HAVAS CONSEIL



VOTRE APPAREIL N'A QU'UN OEIL : L'OBJECTIF.

Quelle que soit la qualité de votre boîtier, la photo que vous allez prendre passe à travers l'objectif. Si ce dernier est médiocre, le meilleur boîtier du monde ne pourra vous donner qu'un médiocre cliché. C'est pourquoi il vaut mieux y réfléchir à deux fois avant d'acheter la première optique venue : il ne suffit pas qu'un objectif se monte sur un boîtier pour qu'il soit vraiment fait pour lui.

Minolta est l'un des très rares fabricants d'appareils qui fabriquent leurs propres objectifs et, surtout, leur propre verre. Ainsi contrôle-t-il depuis A jusqu'à Z la qualité de ses produits. A ceux qui ont su choisir un boîtier de sa marque, Minolta veut permettre de s'équiper jusqu'au bout en équipements d'origine.

Minolta

PLUS NOUS PERFECTIONNONS NOS BOITIERS, PLUS NOUS PERFECTIONNONS NOS OBJECTIFS.

Minolta France SA - 357 bis, rue d'Estienne d'Orves - 92700 Colombes - Tél. : (1) 780.73.40

espacement des vidanges...

motul répond à vos questions

Les constructeurs ont porté récemment à 7.500 km leur recommandation d'espacement des vidanges. Face à cette nouvelle disposition, l'automobiliste se pose un certain nombre de questions auxquelles MOTUL souhaite répondre pour vous aider.

Certains facteurs rentrent en ligne de compte et entraînent une modulation de la préconisation générale :

- la saison,
- l'usage route ou ville du véhicule,
- le temps de conservation de l'huile ; temps mis à couvrir les 7.500 km,
- le coût du poste lubrifiant dans l'entretien du véhicule,
- la surveillance et le maniement de la jauge.

Tout au long de l'année, MOTUL va répondre point par point à ces questions, en mettant à votre disposition une longue expérience en matière de lubrification.

1953 : MOTUL CENTURY ES, première multigrade des marchés européens,
1966 : MOTUL CENTUREY 2100, première supermultigrade 20W 50,
1971 : MOTUL CENTURY 300 V, première huile de synthèse.

Les CENTURY répondent aux nouvelles exigences car elles ont toujours eu pour vocation de satisfaire au plus haut niveau de spécification.

MOTUL

MOTUL S.A.
119, bd Félix Faure, 93303 Aubervilliers Tél. 834.93.29

SCIENCE & VIE

BULLETIN D'ABONNEMENT

Je désire m'abonner à SCIENCE ET VIE pour:

☐ 1 AN ☐ 1 AN + HORS-SÉRIE
☐ 2 ANS ☐ 2 ANS + HORS-SÉRIE

A COMPTER DU NUMÉRO DE .....

NOM .....

PRÉNOM .....

ADRESSE .....

.....

CODE POSTAL .....

VILLE .....

J'établis mon titre de paiement de ..... F par
☐ chèque bancaire ☐ Mandat lettre
☐ C.C.P. 3 volets (sans indiquer de numéro de compte)

A l'ordre de SCIENCE ET VIE.

J'adresse le présent bulletin accompagné de son règlement à SCIENCE ET VIE, 5 rue de la Baume, 75008 PARIS

Signature:

SCIENCE & VIE

Pour vous abonner

NOS TARIFS

	France et ZF	Étranger
1 AN : 12 N°s	80 F	110 F
1 AN : 12 N°s + 4 H.S.	115 F	150 F
2 ANS : 24 N°s	150 F	210 F
2 ANS : 24 N°s + 8 H.S.	220 F	285 F

NOS CORRESPONDANTS ÉTRANGERS

BENELUX: S.A. Imprimerie et Journal LA MEUSE, 8-12, boulevard de la Sauvenière, 4000 LIÈGE. C.C.P. 000-0274890-89.

1 AN: 550 FB.
1 AN + 4 H.S.: 800 FB.

CANADA ET U.S.A.: PERIODICA inc. C.P. 220, ville Mont Royal, P.Q. CANADA H3P 3C4

1 AN: $ 24.
1 AN + 4 H.S.: $ 32.

SUISSE: NAVILLE et Cie — 5-7, rue Levrier 1211 GENÈVE 1 (Suisse)

1 AN: 50 FS
1 AN + 4 H.S.: 70 FS

- **RECOMMANDÉS ET PAR AVION:** Nous consulter

RÈGLEMENTS

A l'ordre de SCIENCE et VIE.

Étranger: mandat international ou chèque bancaire compensable à Paris.

Delrieu, Duprat & Ass.

Photog

"J'ai choisi, chez mon opticien, des verres Photogray®."

Vous êtes myope. Et gaie. Et vous aimez le soleil. Vous portez des verres Photogray.

Parce qu'ils sont correcteurs.

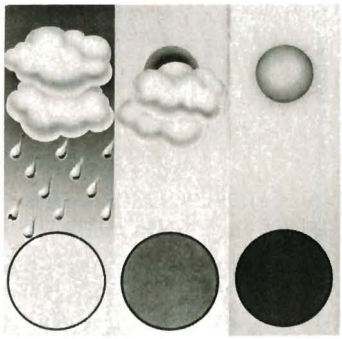
De qualité optique parfaite, les verres minéraux Photogray corrigent la vue. Vous êtes myope, astigmate, hypermé-

trope, Photogray fait des verres qui correspondent exactement à votre problème de vue, celui que votre ophtalmologiste a diagnostiqué, celui que votre opticien va corriger.

Mais comme tout le monde vous vivez dehors, au soleil, à l'ombre, ou à l'intérieur et votre spécialiste vous a conseillé des verres Photogray.

Parce qu'ils sont photochromiques.

Photogray est un verre photochromique : il a la propriété de s'assombrir au soleil, de s'éclaircir à l'ombre. Et aussi de filtrer les rayons nocifs. Il rend la vision très confortable. Ce n'est pas un miracle. Tout simplement des micro-cristaux d'halogénures d'argent qui sont sensibles aux radiations ultraviolettes. Ce phénomène photochromique se répète indéfiniment.



Votre opticien vous en fera la démonstration et vous expliquera qu'il y a une gamme de Photogray. Correction, confort et esthétique, Photogray c'est le dernier grand progrès de la lunetterie.

Verres Photogray®: ils corrigent la vue et ils corrigent la lumière.

Photogray, une marque de Corning Glass Works, est un produit SOVIREL.

PHOTOGRAY

PRIX CONFIDENTIELS

SPÉCIAL PARIS PROVINCE

ARGUS HI-FI

FORT DE SON EXPERIENCE PARISIENNE, DECIDE DE FAIRE PROFITER SES AMIS DE PROVINCE DE SES PRIX EXCEPTIONNELS

Quel que soit votre projet d'achat, en chaîne complète ou éléments séparés. Nous sommes à même de vous faire parvenir rapidement le matériel choisi et cela aux meilleurs prix.

Chaînes de 2 500 F à 8 500 F

MATERIEL NEUF EN EMBALLAGE D'ORIGINE AVEC GARANTIE

LES PLUS GRANDES MARQUES SELECTIONNEES

AKAI • LANSING • SCOTT • THORENS
PIONEER • SONY • SANSUI • NIVICO
MARANTZ • KENWOOD • TECHNICS
HARMAN-KARDON • REVOX • TEAC • UHER
TANDBERG • AIWA • NIKKO • HITACHI
ALTEC LANSING • QUAD • NAKAMICHI
BST • LUXMAN • YAMAHA • BOSE
SAE • SHARP • ETC.

- A PARIS démonstration et écoute permanente
- Avec la demande de prix ci-dessous, nous joindre 2 F en timbres pour la réponse sous 48 h.
- **C'est un service :**

ARGUS HI-FI

28, RUE D'ARMAILLE, 75017 PARIS
TEL. 574.11.80

JE DESIRE RECEVOIR VOS **MEILLEURS PRIX** AVEC UNE DOCUMENTATION SUR :

MARQUE ..... TYPE .....
NOM ..... PRENOM .....
No ..... RUE .....
CODE POSTAL ..... VILLE .....
PROFESSION ..... ☐ CREDIT

A retourner à :
ARGUS HI-FI, 28, rue d'Armaillé, 75017 PARIS

PH

Guide des minéraux, coquillages et fossiles

Un guide pratique, permettant à tous de savoir où et comment les trouver, les reconnaître, les collectionner. Une table régionale et une table par département facilitent la recherche des **2.000 gisements** recensés en France.

Ouvrage indispensable à l'amateur averti, il éveillera chez les jeunes le goût de la prospection.

1 volume 110 x 210 - 224 pages . 39 F

Pierre Horay

vous avez
l'esprit technique
vous aimez
vous mesurer!

HEATHKIT

... a conçu pour vous des kits électroniques à la portée des esprits logiques, mais... sans connaissance particulière au départ.

NOTRE CATALOGUE contient 150 KITS, allant du système d'alarme le moins cher, au goniomètre digital ultraperfectionné, en passant par l'oscilloscope, l'émetteur à ondes courtes, ou la chaîne haute-fidélité. Ces kits y sont décrits dans le détail, et leurs caractéristiques développées au maximum. Chaque kit est livré avec un manuel d'assemblage très complet (dessins éclatés, description des circuits, montage pièce par pièce). Ce manuel, conçu selon une méthode "pas à pas" est écrit dans un language simple, à la portée d'un non-professionnel.

Si par hasard vous "butiez", le service HEATHKIT-ASSISTANCE serait là, prêt à vous renseigner, même par téléphone.

Pour recevoir notre Nouveau **CATALOGUE,** découpez cette annonce, joignez 2 timbres à 1 franc pour frais d'envoi, adresser à :

HEATHKIT, 47, rue de la Colonie, 75013 PARIS.

Nom .....
Adresse .....
Code postal ..... Ville .....

S.V. 05.78

voici la clef de votre réussite :

Qu'il s'agisse de votre métier, de vos affaires, de votre vie sentimentale, de vos relations avec les autres ou de votre santé, un facteur primordial détermine votre réussite :

Vous.

Découvrez les méthodes pratiques - efficaces - certaines pour réussir tellement mieux.
Découvrez comment mobiliser les 90 % de réserves mentales que vous n'utilisez pas et qui font toute la différence.
Comment ?

En lisant «la Dynamique Mentale» Mieux qu'un livre - un véritable mode d'emploi de votre cerveau. Apprenez à développer et à orienter vos pouvoirs extra-sensoriels, transformez ainsi votre personnalité et décuplez vos facultés de réussite.

Sachez comment maîtriser vos émotions et vos pensées en apprenant la relaxation. Découvrez les ondes cérébrales alpha et dialoguez avec votre subconscient.

Vous serez stupéfait de découvrir, que tout le monde - et donc vous - peut développer ses facultés psychiques par des exercices simples de Dynamique Mentale. Vous apprendrez à vous connaître, vous serez en pleine possession de vos moyens en toutes circonstances. Vous saurez libérer votre cerveau des idées négatives qui vous entravent. Vous apprendrez les techniques de réussite utilisées par ceux qui savent atteindre leurs objectifs les plus élevés.

Vous contrôlerez vos rêves, saurez vous réveiller à volonté, inventer des solutions en dormant, vous souvenir de vos rêves et les comprendre. Vous apprendrez la télépathie et la clairvoyance.

L'AUTEUR :

Christian H. Godefroy, chercheur en parapsychologie, est le spécialiste français du développement des facultés psychiques. Il est auteur de nombreux articles et conférences, anime des groupes de développement personnel et a fondé le séminaire alpha de dynamique mentale. Son livre, « la Dynamique Mentale est une synthèse des recherches et des travaux qu'il a menés ces six dernières années.

QUELQUES CHAPITRES :

La transe hypnotique ; l'auto-suggestion ; la sophrologie ; les ondes cérébrales ; développer sa volonté ; comprendre ses rêves ; la prémonition ; la télépathie instantanée ; le « déjà vu » ; la perception extra-sensorielle ; intuitions et inventions en dormant ; se dédoubler ; guérir à distance ; les méthodes de Cayce ; la suggestion à distance ; voir l'aura, etc.

VOUS

CE QU'EN PENSE LA PRESSE:

PSYCHOLOGIE : « Avec ce livre, Christian Godefroy offre, à tous ceux qui le désirent, le moyen de tirer meilleur parti d'eux-mêmes... un contrat rempli et bien rempli ».

R.T.L. : « La dynamique mentale permet de développer nos facultés paranormales, et ainsi de trouver un meilleur équilibre, une bonne mémoire, une créativité, une concentration plus efficaces... »

CE QU'EN PENSENT LES LECTEURS

«J'avais essayé toutes les méthodes sans résultat. Je dois paraître bien difficile, mais je n'attendais qu'une méthode valable, et je l'ai trouvée avec votre synthèse »
G.Q. Tours.

« J'ai lu et relu » La Dynamique Mentale » Ce livre m'a tellement plus que je l'ai condensé, car je le considère comme un petit chef-d'œuvre »
W.J. Wemmel.

« Etant retraité de l'enseignement, je regrette de n'avoir pas connu plus tôt cette méthode qui m'aurait permis d'effacer les tensions de la vie en ville et du professorat »
R.Y. Rennes.

« Avec votre ouvrage, je vous dois la réussite de mes derniers examens. Ce fut à la fois un test et une révélation d'une puissance que je savais confusément en moi »
J.F.D. Mons.

UNE GARANTIE DE REMBOURSEMENT INTÉGRAL

Quand votre exemplaire de la "Dynamique Mentale" vous parvient, prenez 15 jours pour l'examiner à loisir. Si vous n'êtes pas pleinement satisfait, vous nous le retournez. Nous vous renverrons votre chèque de remboursement dans les 48 h. Son examen ne vous aura strictement rien coûté.

Avec la Dynamique mentale, vous recevrez non pas un livre ordinaire, mais mieux encore : la clef de votre développement personnel, l'outil fidèle de votre réussite.

découpez ou recopiez

BON D'ESSAI GRATUIT

à adresser à :
Editions C.H.G.
B.P.65 V / 27760 la Ferrière

Il est expressément entendu que si je ne suis pas pleinement satisfait par votre ouvrage, je peux vous le retourner dans les 15 jours. Je recevrai mon chèque de remboursement 48h plus tard, sans discussion. Sur cette base,

Faites-moi parvenir :

☐ la «Dynamique Mentale» luxueusement relié et doré au fer, 345 p. (54 F +5,90 F de port et emballage, soit un total de 59,90 F).

☐ la «Méthode Alpha» de Dynamique Mentale (2 cassettes pour apprendre la Dynamique Mentale chez soi). 98,50 F.

soit un total de.....F
règlés par ☐ chèque ☐ CCP
☐ mandat-lettre

Mon nom:.....
Prénom:.....
N°.....Rue :.....
Code P.....Ville :.....

☐ ci-joint 3 F supplémentaires pour un envoi «urgent» (sinon prévoyez 1 à 2 semaines de délai postal).

☐ ci-joint 6 F supplémentaires pour un envoi par avion hors europe (sinon prévoyez 2 à 3 mois de délai).

Le solitaire photographié ci-dessus (0,37 ct) fait partie de la Collection de bagues de fiançailles Andrégiard.
Si vous êtes sensible au charme des diamants, demandez à votre bijoutier la brochure "Un diamant est éternel",
ou écrivez au Centre d'Information du Diamant, 22 avenue Matignon, 75008 Paris.

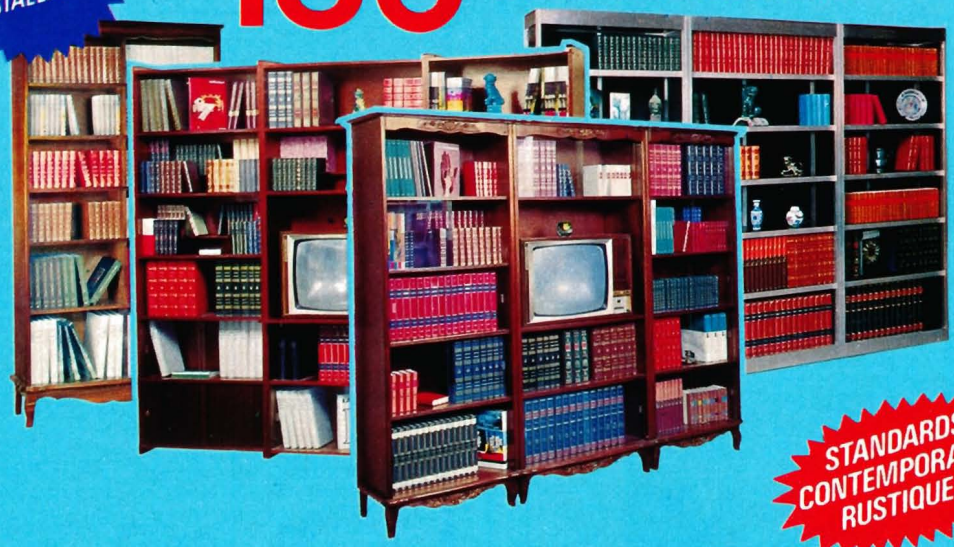
LA MAISON DES BIBLIOTHÈQUES

La plus moderne maison spécialisée - 61, rue Froidevaux Paris 14e

dans son catalogue gratuit

CHIFFREZ VOUS-MÊME VOTRE INSTALLATION!

150 **MODELES VITRES** ACCORDABLES
JUXTAPOSABLES - SUPERPOSABLES - DEMONTABLES
COMBINAISONS D'ASSEMBLAGE
PAR SIMPLE POSE SANS AUCUNE FIXATION



STANDARDS CONTEMPORAINES RUSTIQUES

installez-vous ULTRA-RAPIDEMENT vous-même!

à des PRIX IMBATTABLES !!

DU MEUBLE INDIVIDUEL AU GRAND ENSEMBLE

TOUS FORMATS MODELES STANDARDS MODELES CONTEMPORAINS MODELES RUSTIQUES SECRETAIRES BUREAUX MODELES DE STYLE MODELES COLLECTIVITES, etc. EXPEDITION RAPIDE FRANCO

Visitez nos Expositions Vente

FRANCE

Amiens, 3, r. des Chaudronniers, tél. 91.97.15 - **Bordeaux**, 10, r. Bouffard, tél. 44.39.42 - **Clermont-Ferrand**, 22, r. G.-Clemenceau, tél. 93.97.06 - **Grenoble**, 59, r. St-Laurent, tél. 42.55.75* - **Lille**, 88, r. Esquermoise, tél. 55.69.39* - **Limoges**, Zac de Beaubreuil, 2, r. F.-Bastiat, tél. 37.49.53 - **Lyon**, 9, r. de la République, tél. 28.38.51 - **Marseille**, 109, r. Paradis, tél. 37.60.54* - **Montpellier**, 8, r. Sérane, tél. 58.19.32* - **Nantes**, 16, r. Gambetta, tél. 74.59.35* - **Nice**, 8, r. de la Boucherie (Vieille-Ville), tél. 80.14.89* - **Rennes**, 18, quai E.-Zola (pr. du Musée), tél. 30.26.77** - **Strasbourg**, 11, av. Gal-de-Gaulle (Esplanade), tél. 61.08.24* - **Toulouse**, 2-3, quai de la Daurade, tél. 21.09.71 - **Tours**, 5, r. H.-Barbusse, tél. 61.03.28**

ETRANGER

BELGIQUE : **Bruxelles 1000**, 54, r. du Midi - **Liège 4000**, 47, bd d'Avroy - **SUISSE** : Soveco S.A. **Genève 1211**, 17, bd Helvétique 3e, tél. (22) 35.16.21.

ouvert tous les jours, même le samedi
** fermé le lundi - * fermé le lundi matin

DEPARTEMENT SUR MESURES

nombreux bois

Devis gratuit rapide - Délais d'exécution courts et tenus - Possibilités de grandes installations ultra-rapides avec nos modèles standards et de série.

PARMI NOS DERNIERES INSTALLATIONS
Ambassades des Etats-Unis, du Canada, d'Iran - U.N.E.S.C.O. - Conseil de l'Europe à Strasbourg - Ministères des Affaires Etrangères, de l'Agriculture, de l'Economie et des Finances - Préfectures de Paris, de la Somme, de l'Hérault, de l'Isère - Universités de Paris, Rennes, Lyon, Bordeaux - Ecole Polytechnique - Ecole Nationale des Douanes - S.N.C.F. - E.D.F. - Direction des Télécommunications de Paris.

LA MAISON DES BIBLIOTHEQUES

"EN MONTPARNASSE"

61, rue Froidevaux, 75014 PARIS

MAGASINS OUVERTS TOUS LES JOURS MEME LE SAMEDI de 9 h à 19 h sans interruption

METRO : Denfert-Rochereau, Gaîté, Edgar-Quinet
AUTOBUS : 28 - 38 - 58 - 68

A.T.P. s.a. au capital de 642 360 F

BON POUR UN CATALOGUE EN COULEURS **GRATUIT**
à retourner à la MAISON DES BIBLIOTHEQUES, **75680 Paris CEDEX 14**

CLE SV 16

Veuillez m'envoyer sans engagement votre CATALOGUE BIBLIOTHEQUES VITREES contenant tous détails : hauteur, largeur, profondeur, bois, contenance, prix, demande de devis, etc.

M.....

à.....

..... Code postal .....

ou par téléphone
24 H SUR 24
(répondeur automatique) **320.73.33**

informations commerciales

EVENEMENT SUR LE MARCHE DE LA HIFI

Deux groupes : 750 millions de chiffre d'affaires.
Deux secteurs :

Expert	Phox
Radio - T.V. HiFi	Photo - Ciné Son

— composés de détaillants spécialistes indépendants ;
— regroupent leur activité commune dans les secteurs de la Hifi et de la Photo.

Les dirigeants de ces deux groupements dont MM. Giraudy et Delva ont constaté :

- que l'évolution du nombre de leurs points de vente était convergente. En effet, de nombreux commerçants adhérents du groupe PHOX, spécialistes de la photo, ont créé ou songent à créer une activité Son-Radio-Hifi. De même, des adhérents d'EXPERT, spécialistes de la Radio - TV - Hifi ont créé ou songent à s'adjoindre un rayon photo dans les années qui viennent :

Perspective future : l'AUDIO-VISUEL

- que les services de leurs centrales étaient largement complémentaires et permettaient d'apporter à leurs adhérents une plus grande efficacité pour un meilleur service aux consommateurs (information, conseils à la vente, service après-vente, prix plus compétitifs).

Principes de cet accord

Tous les adhérents PHOX qui possèdent un rayon Hifi, entrent dans le groupe EXPERT possédant un rayon Photo, entrent dans le groupe PHOX.
Par cette entente, EXPERT et PHOX deviennent une des premières forces économiques du marché national dans le secteur de la Hifi et de la Photo.

Exclusif

UN NOUVEL AMPLIFICATEUR CHEZ BRAUN

Dans sa nouvelle politique de développement, il sera bientôt disponible sur le marché international (hiver 78) une nouvelle génération d'amplificateur de tuner, de magnéto-cassette frontal de prix très compétitifs.
Selon les informations recueillies l'amplificateur ci-dessus aurait les caractéristiques suivantes : 2 x 40 W/8 ohms, prise-micro stéréo mélangeables, affichage de la puissance par diodes, son prix : environ 2 300 F.

CENTRES **slendertone** en France et dans le monde.

Démonstration - Vente - Essai 7 jours chez vous.
Location - Séances de soins - Service occasion.

FRANCE

03 VICHY - Matériel Médical
4, rue Sévigné - Tél. : 32.39.38
06 NICE - Locasanté
29, rue Pastorelli - Tél. : 80.33.23
13 MARSEILLE - Equipement Médical
192, Bd Baille - Tél. : 42.46.09
14 LISIEUX - Jouvence
18, rue au Char - Tél. : 31.03.13
29 BREST - Beauté 2000
31, rue Monge - Tél. : 44.86.92
31 TOULOUSE - Ets Guy
26, rue Jean-Chaubet - Tél. : 80.51.79
33 BORDEAUX - Ets Guy
8, Avenue de la République - Tél. : 48.65.16
34 MONTPELLIER - Midi-Orthopédie
38-40, rue du Pont de Lattes - Tél. : 58.37.32
35 RENNES - Emco
14-16, rue de la Monnaie - Tél. : 30.85.44
37 TOURS - Tacm
30, rue du Commerce - Tél. : 05.73.29
38 GRENOBLE - Santéisme 2000
52, Bd Foch - Tél. : 87.01.44
57 METZ - Ets Frey
11, rue Haute-Seille - Tél. : 75.20.80
59 LILLE - Amcod Dehaussy
50, rue Nationale - Tél. : 57.10.73
67 STRASBOURG - Kaufmann
24, rue du 22 Novembre - Tél. : 32.32.01
69 LYON - Médico France
6, Place Bellecour - Tél. : 37.32.07
72 LE MANS - Atica
34, rue du Dr Leroy - Tél. : 85.86.34
76 ROUEN - P. du Bac
16-18, rue du Bac - Tél. : 70.27.73
80 AMIENS - GP de Paris
4, Place Gambetta - Tél. : 91.67.22
83 AGAY - Mr des Vallières
Mas d'Alayone - Tél. : 44.05.40
MONACO - Famadem
29, rue de Millo - Tél. : 30.23.20

ÉTRANGER

BELGIQUE - Paramed
95, rue Renkin - 1030 BRUXELLES
CAMEROUN - Genelec
B.P. 580 YAOUNDÉ
CÔTE-D'IVOIRE - Madame Jean
B.P. 20398 ABIDJAN
GABON - Sogafric
B.P. 613 LIBREVILLE
LUXEMBOURG - F.I.T.
19, rue des Dahlias LUXEMBOURG
MAROC - Soremex
35, rue Mohamed El Qorri CASABLANCA
NOUVELLE-CALÉDONIE - Le Grenier Ansevara
B.P. 1187 NOUMÉA
R.C.A. - Pharmoptic
B.P. 195 BANGUI
R.P. DU CONGO - Madame Sideratos
B.P. 1636 BRAZZAVILLE
ZAIRE - Kineza
B.P. 1224 LUMUMBASHI
SUISSE - Slendertone C.P. 148
Ch. 1820 MONTREUX 2 CENTRE - Tél. : 021.62.50.51
TAHITI - Pat & Val
B.P. 783 PAPEETE
TUNISIE - Madame Essafi
14, rue de Vesoul TUNIS
LA RÉUNION - T.P.M.
51, rue Jules Olivier - 97400 ST DENIS
CANADA - L'Abeille Inc.
1415 EST rue Belanger
Suite 2 MONTRÉAL

Aujourd'hui plus de 32.000 personnes n'ont plus de problème de forme avec Slendertone... Et vous ?

Connaissez-vous Slendertone qui, le premier en France, a maîtrisé et introduit la technique de la "gymnastique automatique" ? Cette méthode révolutionnaire permet enfin aux hommes et aux femmes, qui n'ont ni le temps ni les moyens de pratiquer régulièrement un sport, de lutter efficacement contre les méfaits d'une vie sédentaire.

Le Slendertone

Inventé par des bio-physiciens, le Slendertone est un appareil scientifique sérieux et efficace. (C'est lui que les services médicaux des Jeux Olympiques ont choisi pour l'entretien et le maintien en forme des athlètes).

Il agit comme le fait votre cerveau lorsqu'il envoie une impulsion pour commander une contraction musculaire. Ici, l'ordre est retransmis directement au travers de l'épiderme. L'exercice est donc parfaitement naturel. Les muscles travaillent en profondeur, sans effort, au rythme de 40 "pulsions" par minute.

Comment utiliser Slendertone

Vous vous installez confortablement chez vous. Vous placez les disques là ou vous désirez mincir, raffermir une musculature défaillante : taille, ventre, cuisses, etc. Vous réglez l'intensité de votre exercice. Et pendant que Slendertone fait votre gymnastique, vous avez le temps de faire autre chose.

Après 2 ou 3 semaines, vos muscles auront éliminé les toxines et les graisses superflues. Et votre silhouette retrouvera sa jeunesse et son élégance.

Alors, si vous désirez conserver votre forme et votre dynamisme naturels remplissez le bon ci-dessous pour recevoir une documentation complète.

Démonstration - Vente - Essai 7 jours chez vous - Location - Séances de soins • **France** : 06 Nice • 13 Marseille • 14 Lisieux • 29 Brest • 31 Toulouse • 33 Bordeaux • 34 Montpellier • 35 Rennes • 38 Grenoble • 59 Lille • 67 Strasbourg • 69 Lyon • 80 Amiens • 83 Agay • **Étranger** : Belgique • Burundi • Cameroun • Côte d'Ivoire • Gabon • Guadeloupe • Iran • Luxembourg • Martinique • Nouvelle - Calédonie • République Centrafricaine • République Populaire du Congo • La Réunion • Sénégal • Suisse • Tahiti • Tunisie • Zaïre.

à retourner à SLENDERTONE
29, Bd des Batignolles - 75008 Paris - Tél. : 387.91.90

Je désire recevoir gratuitement et sans engagement de ma part une documentation complète **A 10**

Nom _____

Adresse _____

_____

Vous savez faire des photos, mais oui: regardez dans le viseur, pas de réglage, pas d'erreur. Vous appuyez, c'est tout. C'est simple.

Vous voyez bien, la photo est réussie. Alors, laissez-vous applaudir et promettez des photos à tout le monde : on peut les faire reproduire.

REGARDEZ.
C'EST MAGIQUE.

APPAREIL KODAK EK 100
Vous pouvez régler la distance et l'exposition. Dès que vous avez appuyé sur le déclencheur, la photo sort toute seule de l'appareil grâce à un petit moteur incorporé.
316 *F. Prix maximum.*

Tournez la manivelle : la photo sort de l'appareil et se développe toute seule, tout de suite ; pas de déchets à jeter, pas de temps de développement à respecter.

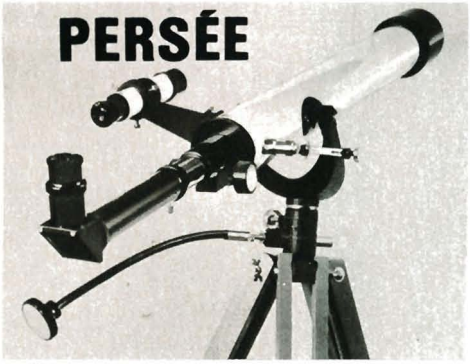
RECOMMENCEZ.
C'EST AMUSANT.

APPAREIL KODAK EK 2
Le moins cher des appareils Kodak instantanés, le plus facile d'emploi aussi : tous les réglages sont faits automatiquement, vous ne pouvez donc automatiquement, pas vous tromper.
249 *F. Prix maximum.*

Vous voilà parti pour des dizaines de chefs-d'œuvre et quel plaisir de voir tout de suite vos photos : leurs couleurs sont pures et vives ; ce sont les fameuses couleurs Kodak.

APPAREILS KODAK INSTANTANÉS.
LA COULEUR KODAK TOUT DE SUITE.

SÉLECTIONNÉE POUR VOUS
LA LUNETTE INTERPLANÉTAIRE



DÉCOUVREZ les merveilles du Ciel et des horizons terrestres ;

PARTICIPEZ à la vie qui se déroule à plusieurs kilomètres de vous ;

EXPLOREZ, sans vous déplacer, la grande aventure du Monde.

Chef-d'œuvre de perfection technique, d'un maniement facile, PERSÉE possède un objectif au fluorure de magnésium et répond aux exigences des spécialistes aussi bien qu'aux désirs des amateurs de recherches astrales et terrestres.

Voici enfin A VOTRE PORTÉE le monde de l'infiniment grand : les planètes, les astres (Lune, Soleil, Mars, etc.) et le monde qui vous entoure depuis les animaux inapprochables jusqu'aux paysages lointains, pour une somme modique par mois.

Documentez-vous sans tarder en renvoyant le bon ci-dessous, car un cadeau est offert à tout acquéreur d'une lunette PERSÉE.

GARANTIES ET SUPÉRIORITÉ TECHNIQUE

- 3 oculaires interchangeables.
- 1 filtre jaune pour observer le sol de la lune.
- 1 filtre iodé pour observer le soleil.
- 1 objectif achromatique 60 mm de diamètre au FLUORURE DE MAGNESIUM.
- 1 lunette de visée 24 × 5.
- 1 redresseur et filtre d'image.
- 1 crémaillère de précision pour la mise au point.
- 1 trépied de sol télescopique avec tablette pour poser tous les accessoires.
- Orientation azimutale par vis micrométrique et flexible.
- Livrée dans une belle mallette contenant la lunette et tous ses accessoires.

BON GRATUIT PRIORITAIRE

Veuillez m'adresser votre documentation en couleur et conditions de vente de la lunette PERSÉE. Je joins 3 timbres à 1 F. pour envoi.

NOM .....

ADRESSE .....

.....

Ce bon est à renvoyer à **C.A.E. (Dépt. P.S.V. 30) 47, RUE RICHER - 75009 PARIS**

L'INÉGALABLE TENTE PNEUMATIQUE **IGLOO**

MONTAGE COMPLET 3 MINUTES

Exposition - Vente - Documentation **Ets BECKER 94, route nationale 10 - 78310 COIGNIÈRES** (sortie autoroute de l'Ouest, après Trappes). Demandez notre catalogue illustré au service 20

ÉCRIVAINS et POÈTES

confiez-nous vos

ROMANS
NOUVELLES
POÉSIES
(dactylographiés)

les PARAGRAPHES LITTÉRAIRES DE PARIS

Vous les éditeront

Tous renseignements à :

Paragraphes Littéraires de Paris
14, rue Le Bua - 75020 PARIS

Certains timides cachent une personnalité étonnante.

Celà peut sembler paradoxal, mais les timides ont en général une vie intérieure intense. Leur sensibilité les porte à rechercher le calme et à s'enrichir intellectuellement.

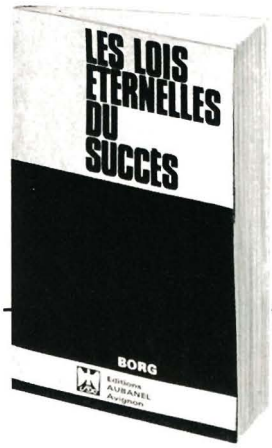
De plus, parce qu'ils ne sont pas très sûrs d'eux, lorsqu'ils consentent à s'exprimer – trop rarement, hélas – c'est toujours à propos de sujets qu'ils connaissent parfaitement, et auxquels ils ont beaucoup réfléchi.

Il n'est pas question de faire ici l'éloge de la timidité; elle est cause de trop de souffrances chez ceux qui en sont atteints. Mais on peut tout de même s'étonner, et surtout regretter, que tant de qualités restent inemployées. Comme si elles étaient "masquées" sous une apparence froide et distante, qui cache en réalité une personnalité riche et chaleureuse.

Or il existe en France une méthode de psychologie appliquée qui a fait ses preuves. Dès les premières semaines, elle permet déjà d'affronter des situations difficiles – rencontres importantes, examens, rendez-vous d'affaires – avec plus de naturel et de décontraction. Elle apprend à contrôler de plus en plus efficacement les réflexes de fuites que connaissent bien les timides. Et la personnalité vraie peut enfin s'épanouir.

W.R.Borg a donné son nom à cette méthode. Afin d'aider tous ceux qui veulent tirer parti au maximum de leurs ressources profondes, il la présente lui-même dans un petit livre, qu'il envoie gratuitement à qui lui en fait la demande.

Il suffit, pour le recevoir, de remplir et de poster le bon d'envoi ci-dessous.



Oui, je désire recevoir gratuitement et sans engagement de ma part le livre de W.R.Borg, Les Lois Éternelles du Succès.

Voici mon Nom _____ Prénom _____

et mon adresse N° _____ Rue _____

_____

Code postal _____ Ville _____

_____

Age _____ Profession _____

W.R. BORG dpt. 190, c/o Éditions AUBANEL, 6, place St-Pierre, 84028 Avignon.

réussite professionnelle et sociale

parlez en public

avec aisance
sans trac
sachez
improviser

MAURICE OGIER
vous conseillera personnellement.

contacts faciles

Vous acquerrez confiance en vous et aisance parfaite. Votre personnalité s'épanouira : vous réussirez mieux.

Méthode « Audace et Parole » : vous vous exprimerez facilement, clairement. Vous saurez convaincre; intéresser.

Avec « Contacts et Dialogue », vous élargirez et réussirez toutes vos relations. Vous serez apprécié.

Vous pouvez vous perfectionner très rapidement :
A PARIS : entraînement en petits groupes amicaux.
PROVINCE : technique pratique et conseils personnels diffusés par poste. Résultats spectaculaires. Références.

INSTITUT PERFECTIONNEMENT PERSONNEL DE PARIS
6, rue Mermoz, 94160 Saint-Mandé. Tél : 328.89.19

DOCUMENTATION GRATUITE + RÉFÉRENCES A.P. 276
M. Mme Mlle ..... prénom .....
profession ..... âge ..... tél .....
adresse .....
.....
.....

PHOTO MARVIL

LES VACANCES APPROCHENT

Plus que jamais PHOTO MARVIL espère votre visite, n'attendez pas le dernier moment pour acquérir le matériel qui vous permettra de revivre les meilleurs moments de vos vacances.

Parce que PHOTO MARVIL c'est une sélection aux prix les plus compétitifs des meilleures marques mondiales :

ASAHI	YASHICA	ELMO	EUMIG
PENTAX	PETRI	CANON	LEICA
CANON	LEICA	MINOLTA	NIZO
KONICA	PRAKTICA	NIKON	PAILLARD
MAMIYA	ROLLEI	YASHICA	ROLLEI
MINOLTA	FUJICA, etc.	BAUER	SANKYO
NIKON	KODAK	BEAULIEU	AGFA
OLYMPUS			

Et n'oubliez pas que Photo Marvil c'est en plus :

— La reprise éventuelle de votre ancien matériel à déduire de vos achats.

— La détaxe de 25 % sur prix nets pour expédition hors de France et pour les achats effectués dans notre magasin par les résidents étrangers.

— **Un escompte de 3 % pour règlement comptant à la commande.**

— Le crédit (SOFINCO) sans formalités.

Catalogue gratuit illustré en couleurs 50 pages, avec conditions de vente et prix les plus bas sur simple demande.

PHOTO MARVIL — 108, bd Sébastopol, Paris (3e)
272.64.24 — C.C.P. Paris 7.586-15
Métro : Strasbourg-Saint-Denis

informations commerciales

AD 1000 AUDITOR

Pour reproduire les fréquences jusqu'à 180 Hz, elle utilise un boomer elliptique 21 cm x 32 cm, à membrane traitée, équipé d'un circuit magnétique impressionnant et d'un saladier en aluminium. Monté dans un coffret très rigide et parfaitement isolé, le haut-parleur de 21 cm étudié pour reproduire de façon optimale les fréquences de 180 Hz à 2 500 Hz possède une membrane en Bextrène ; matériau spécial qui lui confère une remarquable linéarité et une très grande homogénéité spatiale dans sa zone d'utilisation. Son saladier en aluminium lui assure une rigidité maximale qui élimine tout risque de vibrations parasites.

Le haut-parleur chargé de reproduire les fréquences aiguës à partir de 2 500 Hz est un tweeter

à dôme souple. Sa membrane est enduite de latex, de façon à éliminer totalement les résonances d'ondes de surface. L'importance exceptionnelle de son circuit magnétique (1,2 kg) et la légèreté de sa bobine mobile unicouche de 34 mm, lui confèrent une excellente réponse impulsionnelle et un très haut rendement.

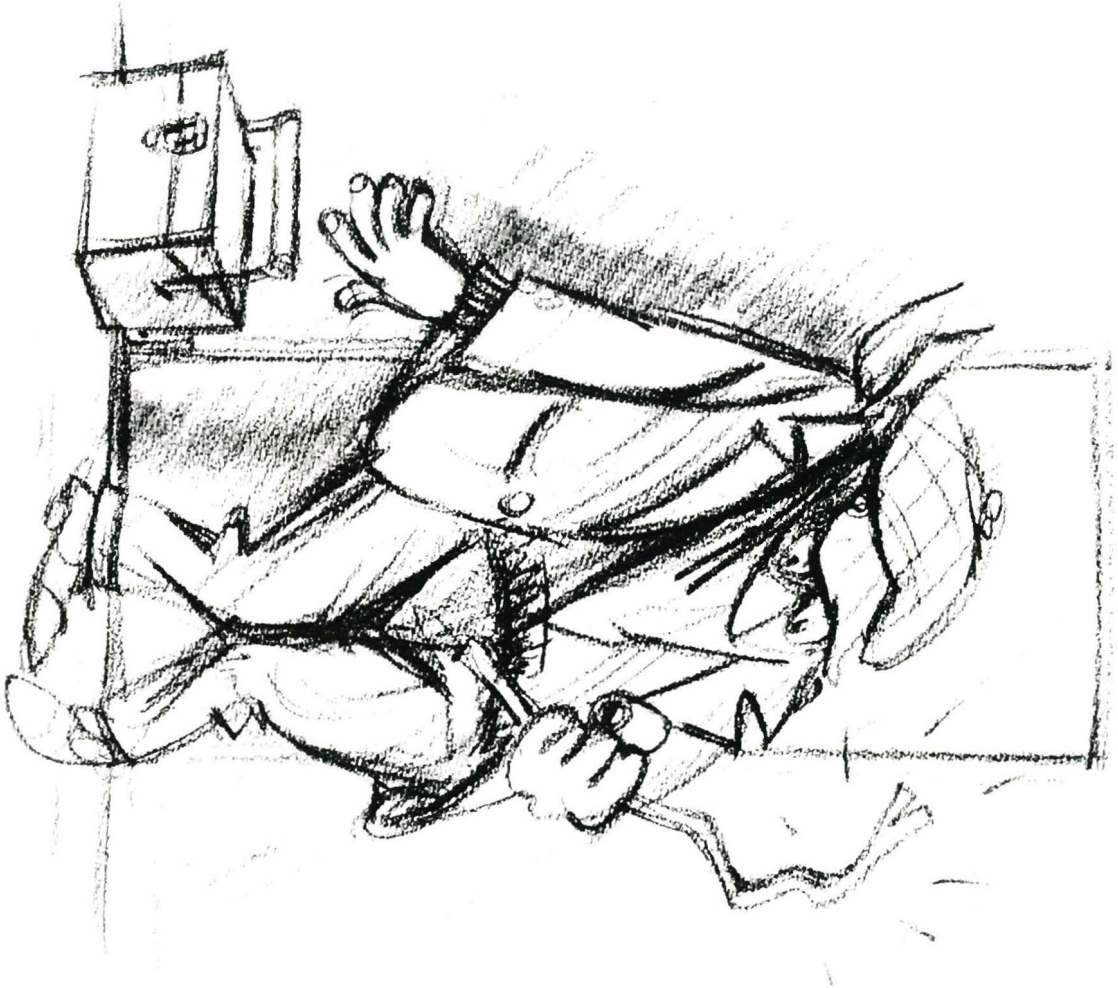
La nouvelle technologie Auditor du Ferrofluide permet à ce haut-parleur d'atteindre des performances tout à fait remarquables. Sa tenue en puissance est multipliée par 2,5. Sa fréquence de résonance est totalement supprimée.

Pour reproduire l'extrémité du spectre (au-dessus de 14 kHz), l'AD 1000 utilise un super-tweeter à dôme inversé de 20 mm. Son cache-noyau en aluminium a été spécialement conçu au-delà de 40 kHz.

Rendu possible par l'emploi conjugué du Ferrofluide et de haut-parleurs particulièrement adaptés, l'originalité du filtrage de l'AD 1000 repose sur l'utilisation de pentes à 6 dB/Octave. Les filtres à 6 dB/Octave sont en effet les seuls à ne pas introduire de distorsions au niveau de l'amplitude, de la phase et de l'impulsion. Le filtre de l'AD 1000 est réalisé à partir de composants de très grande qualité, regroupés sur un circuit imprimé en verre Epoxy.

AUDITOR, 30 bis, rue Copernic, 75116 Paris.

"Rasoirs jetables :
l'important c'est la lame."
Gillette
Rasoir jetable à 1 lame : 1 F*
Rasoir jetable à 2 lames : 1,50 F*
Rasoirs jetables Gillette :
Ils sont deux. Le blanc, à une lame, et le bleu pour ceux qui apprécient l'efficacité du rasage à deux lames. Car même avec un rasoir jetable, c'est la qualité du rasage qui compte.
Blanc ou bleu, ils sont vendus par deux. Maintenant, même avec un rasoir jetable, on peut se raser Gillette.
* Prix indicatifs de vente au public.



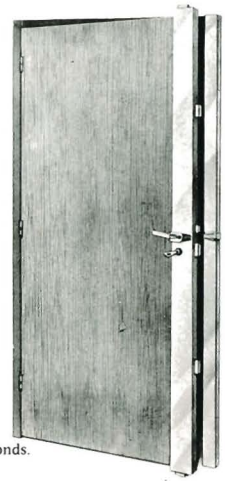
SERRURES FICHET. LA PLUS GRANDE INVENTION DEPUIS CELLE DE LA PINCE MONSEIGNEUR.

En France, les trois quarts des cambriolages se font par enfoncement de la porte. Le plus souvent à l'aide d'une pince-monseigneur ou d'un pied-de-biche. C'est dire que si la porte n'est pas renforcée sur tous ses points faibles, une simple serrure ou un simple verrou ne sont alors qu'une protection illusoire.

Voilà pourquoi Serrures Fichet, depuis 150 ans, apporte des réponses aux questions que se posent les Français en matière de défense. Car la sécurité, c'est une multitude de détails qui, s'ils n'ont pas été bien étudiés, transforment votre porte en autant de points faibles. C'est cela qui fait la force de Serrures Fichet. De la pose d'une serrure haute sûreté jusqu'à l'installation d'une porte blindée, la gamme Serrures Fichet est adaptée à chaque cas particulier.

Notre réseau national de 350 "points forts" est là pour vous faire découvrir l'étendue de cette gamme. Consultez un de ces "points forts", il sera toujours là pour vous en parler, étudier gratuitement un devis et poser un de nos matériels.

Et regardez, par exemple, le système Vertibar ci-contre. Il vous fera mieux comprendre pourquoi Serrures Fichet aide les Français à mieux se protéger.



SERRURES FICHET.
CHEZ LES 350 SPECIALISTES "POINTS FORTS."

Serrures Fichet édite une brochure d'information "Les Français se protègent". Pour la recevoir gratuitement, retournez ce bon à Serrures Fichet - 15, av. Morane-Saulnier - 78140 Vélizy-Villacoublay.

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

_____ Code postal _____

SV1

Filiales dans toute l'Europe. Adresses sur demande.

informations commerciales

SABA ULTRA HIFI PROFESSIONAL SYSTEM

Chaîne HIFI de haut de gamme comprenant un ampli-tuner à affichage digital, une platine tourne-disques semi-automatique à entraînement direct, une platine à cassette frontale (Dolby et SNL), deux enceintes avec correcteurs des fréquences aiguës et medium, et localisateur d'aigus.

L'ensemble sera proposé à un prix inférieur à 13 000 F.

SABA-FRANCE, 1, rue Jean-Perrin, 93155 Le Blanc-Mesnil.

BRONICA/AICO FRANCE

Un nouveau modèle BRONICA 4,5 x 6 : le ETR-C s'ajoute à la gamme actuellement diffusée par AICO France.

Il est en tout point conforme au modèle E.T.R. avec cette différence que le dos interchangeable fait place à un porte-film interchangeable, ce qui permet d'offrir cet appareil à un prix très intéressant.

Rappelons les avantages techniques communs aux deux appareils :

- L'obturateur central électronique (synchronisation du flash à toutes les vitesses).
- Le dos interchangeable (changement d'émulsion permanent et instantané 120 220 70 m/m Polaroïd).
- Automatisme intégral commandé par des cellules au Silicium.
- La poignée « rapide » avec armement et déclenchement intégrés.
- Le moteur additionnel pour avancement automatique du film.
- Adaptable sans transformation.

AICO/FRANCE distributeur exclusif des 4,5 x 6 et 6 x 6 BRONICA est désormais installé.

135, rue du Mont-Cenis, 75018 Paris. Tél. 258.18.10.

LA SERIE DES 5000 ELIPSON

Cette nouvelle gamme d'enceintes acoustiques que la Société ELIPSON décide de placer sur le marché se compose de trois modèles classiques dans leur conception. Cette nouvelle série se distingue plus particulièrement par un rendement élevé permettant d'associer chacun de ces trois modèles avec un amplificateur de puissance relativement modeste. Ceci ne signifie en aucun cas

que ces enceintes ne sont pas capables « d'encaisser » des puissances élevées. En effet, associées à un amplificateur de puissance plus importante elles permettent une restitution à haut niveau sonore.

Pour l'obtention de tels résultats, ELIPSON a équipé ces enceintes d'éléments sans compromis : épaisseur des parois d'ébénisterie interdisant toute vibration parasite, composants des filtres largement dimensionnés et insaturables (selfs sur air, et fils de grosse section), haut-parleurs acceptant sans risque des puissances élevées (bobines mobiles sur support aluminium assurant une dissipation thermique optimale).

ELIPSON, 1, rue Froide, 92220 Bagneux.

Robt.B

General Cigar New York.

informations commerciales

EXPOSITION PHOTOPLAIT AVRIL

PHOTOPLAIT organise une exposition de photographies de Jean Pajot, intitulées « Survenance » à la Galerie Henri-Plait, du 1er au 30 avril 1978. Le livre « Survenance » préfacé par Jean-Louis Bory est publié chez Denys Pierron, éditeur, et sera en vente pendant l'exposition à la Galerie Photo-Plait, 35, rue Lafayette, 75009 Paris.

BASF : DEUX NOUVELLES CASSETTES

BASF, le grand spécialiste mondial de la bande magnétique, présente deux nouvelles cassettes.

- Chromdioxid Super (le sommet de la technique Hifi dans le domaine des cassettes) : gain

de 6 dB dans les très hautes fréquences de 10 000 à 20 000 Hz. Les sons retrouvent toute leur brillance et leur pureté.

- Ferro Super LH 1 : qui assure un rendement maximum sur toute la gamme de fréquences pour tous les appareils quel que soit leur type, ou leur origine. Restitution parfaite des fréquences élevées grâce à des oxydes très fins et plus sensibles à la magnétisation.

Ces deux cassettes sont équipées de la Spéciale Mécanique SM assurant un défilement parfaitement régulier de la bande en toutes positions et sont livrables en emballage traditionnel ou en C-Box.
BASF, B.P. no 1, 94500 Champigny.

BAGAGES DELSEY

Du souple pour accompagner les valises rigides Airstyle dans la gamme ACAPULCO...
Un sac très masculin pouvant parfaitement convenir au sportif comme à l'homme d'affaire.
Son secret... un compartiment s'ouvrant totalement et découvrant un agencement astucieux de poches, de rabats et de petites sangles de maintien, où peuvent être logés, lunettes, bloc-notes, papiers, stylos, clés, etc.
Deux autres grands compartiments à glissière et deux poches latérales à tucs. Bandoulière réglable.
Prix : 275 F. Réf. 615.

COGNAC

GRANDE FINE CHAMPAGNE, depuis 1619, la famille Gourry récolte au domaine. Qualité rare pour connaisseurs. S.A R.L. GOURRY DE CHADEVILLE 16130 SEGONZAC. Echantillon contre 5 timbres.

SCIENCE ET VIE

propose désormais à ses lecteurs

LE JEU DU MOIS

en association avec

Jeux DESCARTES

LE SPECIALISTE DES JEUX DE REFLEXION

Les jeux proposés sont testés par le Jury des lecteurs et présentés par Peter WATTS à la rubrique Jeux de Réflexion

CE MOIS-CI

LE JEU DE LA MÉMOIRE VISUELLE PAR EXCELLENCE

- SE JOUE AUSSI BIEN A 2 QU'A 10 JOUEURS (une bonne soirée avec de nombreux amis)
- UN JEU QUI PLAIRA MEME A CEUX QUI NE SONT PAS DES « MORDUS »
- MAIS UN JEU QUI EXIGE CONCENTRATION ET HABILETE
- UN JEU ESTHETIQUE ET BON MARCHE

PRINCIPE DU JEU

- Mémory est basé sur le système du jeu des familles et se joue à l'aide de 55 paires de cartes illustrées de 55 dessins désign.
- Toutes les cartes étant posées à l'envers de la table, chaque joueur doit s'efforcer de trouver le plus grand nombre possible de paires, c'est-à-dire deux cartes représentant le même motif.

Pour cela, il doit mémoriser les cartes dévoilées à tour de rôle par les joueurs.
Celui qui a trouvé le plus grand nombre de paires a gagné.

Dans chaque jeu, vous trouverez une invitation à participer au concours :

CHAMPION DE LA MÉMOIRE VISUELLE

organisé par Jeux Descartes et la Société Ravensburg éditrice du Mémory

memory

(voir critique dans le numéro précédent en page 112)

39F
SEULEMENT FRANCO

BON DE COMMANDE

à retourner à Science et Vie
Jeux Descartes
5, rue de la Baume 75008 Paris

NOM .....

ADRESSE .....

.....

Désire recevoir ..... jeux

MEMORY

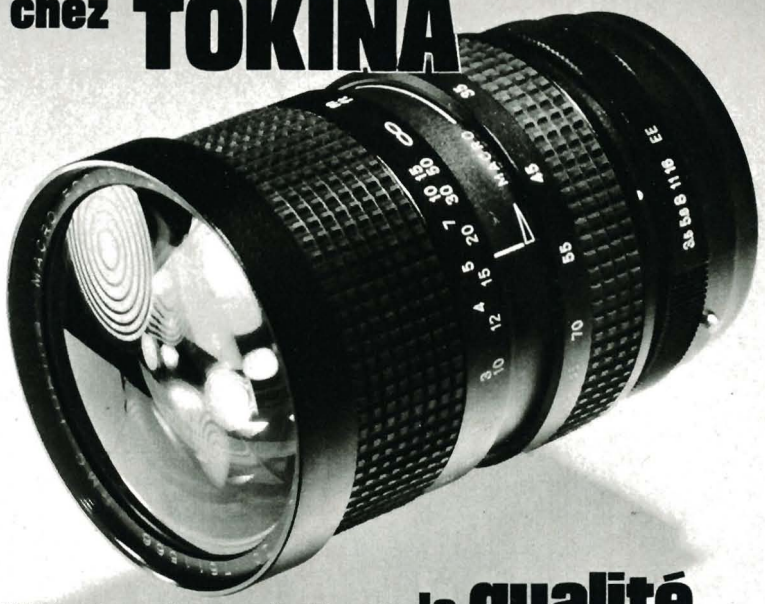
AU PRIX UNITAIRE DE **39 F** franco

soit au total ..... F

Je joins cette somme par :

☐ C. C. P. 3 volets (sans indiquer de numéro de compte)
☐ Chèque bancaire
☐ Mandat Poste à l'ordre de Jeux Descartes

un seul objectif chez TOKINA



PHILIPPE PAVEAU PHOTO JEAN-MARIE REYNÈS

TOKINA n'a qu'un seul objectif: la qualité

Ce n'est pas par hasard que TOKINA est devenu le plus grand fabricant d'objectifs interchangeables pour 24 x 36 REFLEX de toutes montures (42 mm à vis, CANON, FUJICA, KONICA, MINOLTA, NIKON, OLYMPUS, PENTAX K). De grands noms de l'optique ont établi leur réputation grâce à la technologie de TOKINA.

Poursuivant ses recherches, TOKINA commence la diffusion d'une série d'objectifs compacts à focale fixe encore plus performants, en utilisant de nouveaux verres optiques. à haut indice de réfraction.

Les objectifs TOKINA sont soumis à des tests rigoureux à tous les stades de la fabrication et leur traitement multicouche est contrôlé en continu par ordinateur. Ils sont enfin soumis à des tests individuels mécaniques et optiques **(GARANTIE 5 ANS.)**

TOKINA: UN GRAND DE L'OPTIQUE

Demandez la documentation TOKINA chez votre Négociant
ou à **idées photo ciné**, *spécialiste de l'accessoire de qualité, 26, rue Courat, 75020 PARIS*

NOM .....

.....

.....

ADRESSE .....

.....

.....

JE DESIRE RECEVOIR :

☐ *DOCUMENTATION SUR LES OBJECTIFS TOKINA*

☐ *DOCUMENTATION SUR LES USINES TOKINA*

☐ *LE GUIDE DE L'ACCESSOIRE PHOTO-CINE*

ILS CONTINUENT LA CREATION...

Ces photos sont celles d'un P-4, le premier du genre, laboratoire d'ingéniérie génétique de sécurité maximale, situé à Fort Detrick, base militaire américaine. Derrière une porte marquée du nouveau sigle Biohazard, "danger biologique" et dans une atmosphère où l'air entre, mais ne sort pas, on fabrique des microbes inconnus.

Ph. P. SLADE

41 m² tel est l'espace dans lequel évoluent les techniciens qui modifient le capital génétique d'une bactérie E. Coli K 12 pour rendre celle-ci cancérigène, avant de l'inoculer à des souris.

L'ingénierie génétique est entrée dans sa phase industrielle. Alors que l'on discute encore des risques éventuels qu'il y aurait à manipuler des gènes porteurs des caractères héréditaires, deux sociétés privées américaines ont annoncé qu'elles vont utiliser cette technique pour fabriquer des produits biologiques et pharmaceutiques. En Belgique, un centre de recherches dirigé par le Pr. Christian de Duve, Prix Nobel, tente, grâce à ces manipulations, d'ouvrir une voie nouvelle pour la prévention et le traitement des maladies tropicales. Enfin, aux Laboratoires des Instituts Nationaux pour la Santé (N.I.H.) des Etats-Unis, à Frederick, dans le Maryland, un laboratoire de sécurité maximale, P-4, vient d'ouvrir (ou plutôt de fermer) ses portes, pour que puissent y commencer les expériences considérées comme les plus risquées.

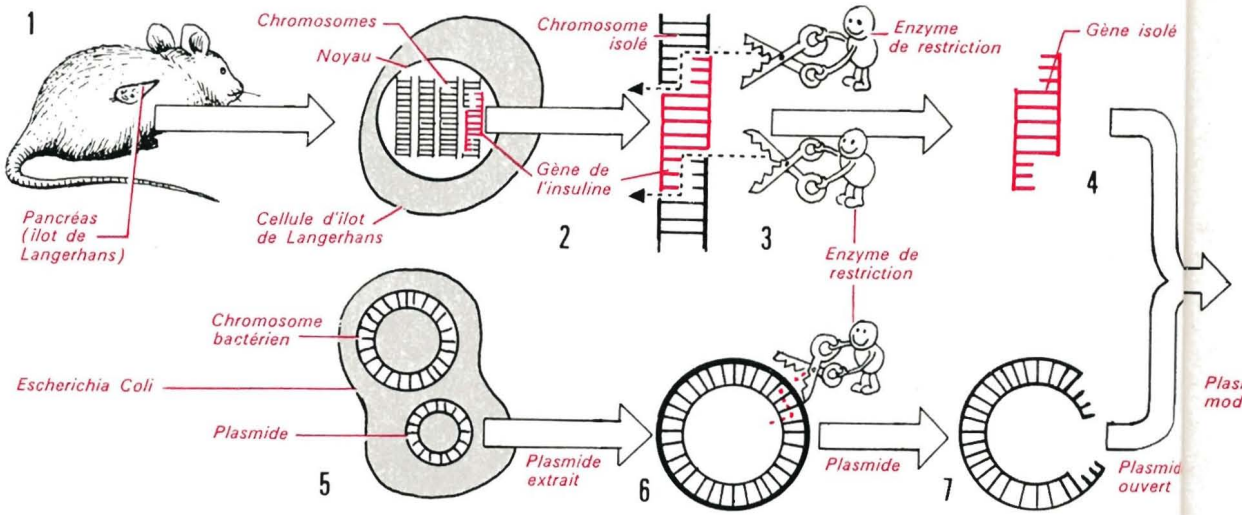
La technique, pourtant, n'est connue que depuis 5 ou 6 ans. Elle repose sur une découverte faite à l'Université Stanford, en Californie : certaines enzymes, dites « de restriction », permettent de couper en un point précis la chaîne d'ADN, molécule porteuse du code génétique qui donne à toute cellule les instructions concernant son développement. Sorte de scalpel chimique, l'enzyme permet d'ouvrir un maillon de cette chaîne et d'y insérer un autre fragment d'ADN, fragment qui peut provenir d'une cellule voire d'un organisme différent (1).

En pratique, le plus facile est d'utiliser, comme récepteur, des organismes simples et bien connus, notamment l'*Escherichia coli* (ou colibacille), bactérie commune de l'intestin. On peut y introduire des fragments d'ADN prélevés sur d'autres bactéries, ou sur des virus, mais aussi sur des cellules d'organismes plus complexes, y compris celui de l'homme. On transforme ainsi l'hérédité de l'*E. coli*. Cette bactérie adopte alors un comportement différent : chimère inconnue dans la nature, elle sécrétera des substances différentes de celles produites par la bactérie normale dont elle est issue. On a réussi, par exemple, à transformer des bactéries pour leur faire sécréter de l'insuline. Un chercheur de la société General Electric (New York), le Dr A. Chakrabarty a créé par manipulations génétiques un micro-organisme capable de dégrader le pétrole brut. Il s'agit d'un pseudomone, bactérie qui est « codée » pour dégrader certains des composés organiques complexes du pétrole. Le Dr Chakrabarty, qui a déposé un brevet pour protéger son invention, a réussi à fabriquer une bactérie à partir de plusieurs souches différentes ; cette bactérie dégrade 60 % des composés du pétrole brut. Elle pourrait éventuellement être utilisée contre la pollution par hydrocarbures.

Mais cette technique est potentiellement dangereuse. On pourrait, en effet, créer involontairement un micro-organisme extrêmement dangereux pour l'homme, pour des animaux ou même des végétaux ; cet organisme, libéré malgré toutes les précautions inimaginables, provoquerait une catastrophe en répandant une maladie nouvelle contre laquelle on ne pourrait pas se protéger.

L'alarme a été donnée il y a cinq ans par une douzaine de chercheurs qui demandaient un moratoire sur les expériences jusqu'à ce que l'on puisse évaluer les risques avec plus de précision.

UN EXEMPLE DE MANIPULATION GÉNÉTIQUE : LA



Dessin 1 : *chez la souris l'insuline est sécrétée par des cellules spécifiques des ilots de Langerhans logés dans le pancréas.* ***Dessin 2 :*** *on isole une de ces cellules. Dans le noyau de celle-ci on trouve les chromosomes constitués d'acide désoxyribonucléique (ADN), dont l'un contient le gène de l'insuline.* ***Dessin 3 :*** *le gène est détaché du chromosome à l'aide d'une enzyme appelée enzyme de restriction.* ***Dessin 4 :*** *le gène isolé est prêt à être greffé, dans une bactérie Escherichia coli.* ***Dessin 5 :*** *la bactérie E. coli contient un chromosome et une structure fermée également en anneau et constituée, elle aussi, d'ADN : le plasmide. C'est lui qui va recevoir le greffon.* ***Dessin 6 :***

Dessin J.-L. Gosse

(1) *Science et Vie, Juin 1977.*

Puis, en 1975, une conférence internationale tenue à Asolimar, en Californie, a établi des règles de conduite visant à assurer la sécurité des expériences, règles qui ont été adoptées, avec quelques modifications, aux Etats-Unis et dans la plupart des autres pays, y compris la France.

L'utilisation de cette technique était envisagée surtout pour des expériences permettant de mieux comprendre les mécanismes fondamentaux de la transmission génétique, et partant, les maladies ayant une composante génétique, comme le diabète, et, sans doute, le cancer. On entrevoyait bien, dans un avenir plus lointain, la possibilité d'utiliser des bactéries ou autres micro-organismes transformés pour la préparation de substances biologiques et pharmaceutiques, mais on ne s'attendait pas à ce que ces percées se fassent rapidement.

Or, coup sur coup, des chercheurs ont réussi à faire, par cette méthode, de l'insuline, et de la somatostatine, une hormone cérébrale qui elle-même contrôle la sécrétion d'autres hormones, comme l'insuline, le glucagon (antagoniste de l'insuline) et l'hormone de croissance.

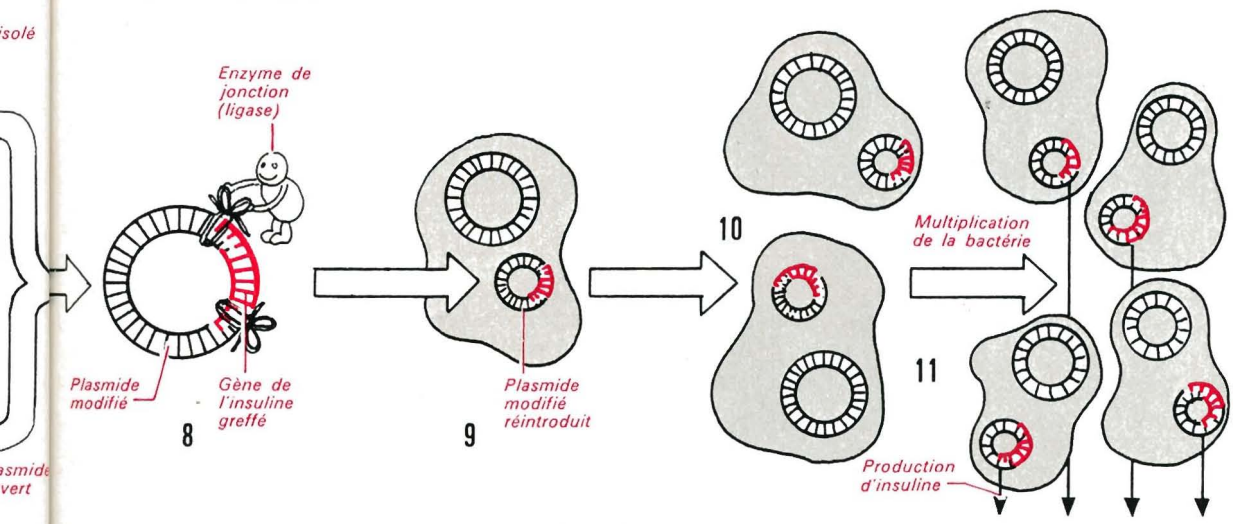
La nouvelle a été annoncée à un sous-comité du Sénat américain par le biochimiste Phillip Handler, président de l'Académie Nationale des Sciences, comme un « triomphe scientifique du premier ordre », dû à quatre chercheurs du Centre Medical City of Hope, près de Los Angeles, qui ont collaboré avec trois chercheurs de l'Université de Californie à San Francisco.

Selon le Pr. Handler, cette technique « ne comporte pas plus de danger que la pratique hospitalière de routine », opinion partagée d'ailleurs par le biologiste Paul Berg, l'un des pionniers de la manipulation génétique et qui fut l'un des premiers à suggérer un moratoire.

La percée accomplie grâce à la production de la somatostatine est, selon le Pr. Berg, « étonnante : elle nous porte au seuil de nouvelles formes de médecine, d'industrie, et d'agriculture ». Ne tente-t-on pas, en effet, de créer des bactéries fixatrices d'azote, semblables à celles qui ne cohabitent naturellement qu'avec les légumineuses, et qui permettraient d'éviter l'utilisation d'engrais azotés, de plus en plus coûteux ?

Mais comment la somatostatine a-t-elle été fabriquée ?

JE : LA « CHIMÈRE » QUI PRODUIT DE L'INSULINE



avec une enzyme de restriction on coupe le plasmide en un point donné. ***Dessin 7 :*** *on ouvre ensuite l'anneau.* ***Dessin 8 :*** *dans l'ouverture ménagée, on greffe le gène de l'insuline isolé en le scellant avec une colle biologique, appelée ligase.* ***Dessin 9 :*** *le plasmide modifié est enfin réintroduit dans la bactérie.* ***Dessin 10 :*** *la bactérie se divise en deux, puis,* ***dessin 11****, en quatre cellules filles, etc., toutes porteuses du gène de l'insuline, laquelle sera produite en très grande quantité par les bactéries.*

Dessin J.-L. Gosse

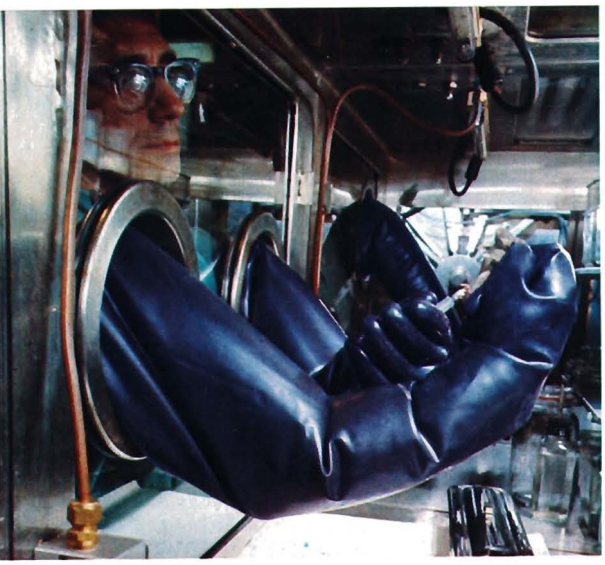
Le Dr Keiichi Itakura, directeur du service de biologie du City of Hope, a commencé par faire sa synthèse à partir d'acides aminés (elle en contient 14). Ensuite, utilisant en quelque sorte le code génétique qui commande la synthèse de chacun de ces acides aminés comme un livre de recettes culinaires, il a fait la synthèse des gènes (d'unités d'ADN) correspondant au code de fabrication de la somatostatine tout entière.

Ensuite, le généticien Herbert W. Boyer et ses collaborateurs de l'Université de Californie prirent le relai pour insérer ce gène dans un plasmide bactérien (le plasmide est un fragment circulaire d'ADN) qui fut, à son tour, introduit dans une colonie de bactéries *E. coli*. Ainsi, 100 g à peine de colibacilles, dans moins de 10 l de bouillon de culture, produisirent environ 5 mg de somatostatine.

Il suffit, comme le dit le Dr Boyer, de « traire » les bactéries pour obtenir cette hormone, dont l'extraction à partir de glandes pituitaires de moutons est très coûteuse, puisque le Dr Roger Guillemin, Prix Nobel de médecine, a dû, pour

isoler cette même quantité, utiliser environ un demi-million de glandes de mouton.

Or, il se trouve (et ce n'est pas un hasard) que le Dr Boyer, un des pionniers de l'ingénierie génétique, est aussi le fondateur d'un laboratoire commercial à San Francisco, « Genentech » (genetic engineering technology). Les travaux de synthèse bactérienne de la somatostatine ont d'ailleurs été aussi subventionnés par cette société et les chercheurs ont déposé un brevet pour protéger leur méthode, dont on devine la valeur commerciale. En effet, la somatostatine contrôle l'équilibre insuline-glucagon, et le Dr Guillemin, lui-même, envisage son utilisation pour corriger les déficiences du métabolisme et du système endocrininen chez les diabétiques, d'une façon que ne permet pas la seule insuline. Après



avoir isolé la somatostatine, le Dr Guillemin en a également réussi la synthèse chimique, mais sa méthode de synthèse est également très coûteuse et ne permet pas d'assurer une production de masse.

D'autres chercheurs ont déjà réussi à franchir les premières étapes menant à la création de bactéries capables de produire de l'insuline, que l'on pourrait utiliser dans le traitement du diabète. Le Dr Boyer pense que la technique qu'il a mise au point avec le Dr Itakura permettra également de fabriquer de l'insuline humaine en grande quantité, ce qui représenterait une percée importante, car l'insuline utilisée actuellement pour le traitement du diabète est fabriquée par une méthode complexe de purification d'insuline extraite du pancréas de vaches et de porcs.

Selon les critères de risque établis par les Instituts nationaux de la Santé, cette méthode ne requiert qu'un laboratoire dont le degré de sécurité est de P1, au bas de l'échelle, la catégorie P4 étant réservée aux expériences comportant le plus de risques, notamment celles qui utiliseront du matériau génétique viral et humain. Néanmoins, le laboratoire Genentech poursuit ses expériences au niveau P3, de sécurité élevée, « pour donner le bon exemple ».

En effet, la réglementation des NIH n'a pas force de loi, et ne peut être imposée que pour des travaux financés par l'intermédiaire du gouvernement fédéral ou des budgets d'Etats. Aucune législation n'existe concernant les entreprises privées. Un projet de loi avait été déposé auprès du Sénat et du Congrès américains l'année dernière, mais n'a pas été adopté car les législateurs américains ont trouvé que les critères proposés étaient trop généraux. Un autre projet, déposé en février, prévoit l'extension des règlements du NIH à tous les laboratoires, publics et privés. Il sera vraisemblablement adopté en 1978.

Genentech envisage d'autres projets de recherche, dont certains seront réalisés en associa-

UNE SOURIS, UN PEU DE GÉLATINE, UNE EXPÉRIENCE IMMENSE

La souris immobilisée (à gauche) subit l'inoculation d'une culture de bactérie E. coli K 12 (variété qui n'existe pas à l'état normal dans le tube digestif humain), dont l'ADN a été « recombiné » suivant la technique désormais classique de l'ingénierie génétique. A droite, une préparation d'ADN à l'état pur. Des réactifs sont ajoutés à la préparation, pour l'isoler d'autres substances, telles que des protéines. Puis celle-ci est battue à l'aide d'un bâtonnet de verre et présente alors cette apparence gélatineuse. Ce genre d'opération a déjà été effectué dans des conditions de moindre sécurité (P 3). Mais ici, l'herméticité absolue de l'équipement, nécessaire à des expériences telles que celles que l'on prépare sur le cancer, caractérise la sécurité maximale du type P 4.

tion avec des laboratoires pharmaceutiques en vue d'explorer la fabrication de vaccins, d'enzymes pour utilisation pharmaceutique ou industrielle, et d'acides aminés purs.

Une autre entreprise privée, Cetus, présidée par le biochimiste Ronald E. Cape, dispose également d'un laboratoire pour manipulations génétique et se prépare à entreprendre des recherches en vue de production de protéines humaines, d'antibiotiques modifiés, et d'interféron. L'interféron est une substance naturelle sécrétée par des cellules lorsque celles-ci sont infectées par un virus ; il protège ces cellules contre l'infection par d'autres virus. Depuis plusieurs années, on a tenté sans succès de produire des interférons purifiés spécifiques de l'homme. Des médicaments à base d'interféron pourraient être utilisés pour traiter les maladies virales, comme les antibiotiques le sont pour les infections bactériennes.

Au moins un laboratoire pharmaceutique aux USA — Upjohn — et un en Allemagne — Hoechst — envisagent l'ouverture de laboratoire du niveau P3. En France, de tels laboratoires existent à l'Institut Pasteur (Paris), à l'Université

(Suite du texte page 159)

Photo Paul Slade

Photo Paul Slade

Cassettes BASF : dans 10 ans, les voix de Coralie et Vincent seront toujours les voix de Coralie et Vincent... pas des chuintements !

Vous voulez faire un enregistrement de qualité. Mais vous voulez aussi le garder longtemps. Alors attention !

Le temps, ennemi du son. Démagnétisation, bandes qui se débobinent, mécanismes qui se bloquent, sont des maladies courantes. Année après année, le son perd sa définition, le souffle et le pleurage le dénaturent.

BASF : des cassettes "Haute Longévité". Inventeurs de la bande magnétique, les chercheurs de BASF n'ont cessé d'améliorer leurs techniques. Résultat : les cassettes LHSM, Ferrosuper LH, Chromdioxid et Ferrochrom. Des cassettes "Haute Longévité", protégées par une double sécurité pour vous garantir un même plaisir aujourd'hui, dans un an, dans dix ans...

La sécurité magnétique BASF. BASF fabrique ses propres oxydes, les micronise et les couche sur la bande selon un procédé exclusif. La magnétisation est meilleure, plus tenace : moins de souffle maintenant, moins de souffle plus tard.

La Sécurité Mécanique BASF. C'est un brevet BASF. Fini le pleurage, finies les bandes qui s'entortillent ou se bloquent. Après vingt, cent, mille utilisations, le défilement est toujours impeccable.

Alors, si vous tenez à vos enregistrements, choisissez BASF.

Cassettes BASF, du plaisir pour longtemps.

BASF : CASSETTES "HAUTE LONGÉVITÉ".

LE CANCER : DES CELLULES « RETOMBÉES EN ENFANCE »

Un cancérologue, de l'Institut de Cancérologie et d'Immunogénétique, fait le point sur les connaissances actuelles en ce domaine. Elles aboutissent toutes à un fait : cette maladie se déclenche au stade du noyau des cellules. Et, en ce qui concerne les cancers des adultes, elles se résument en ceci : les cellules redeviennent embryonnaires. Ce qui ouvre de nouveaux moyens de prévention.

Il faut dissiper une certaine confusion qui règne en cancérologie. On essaie de grouper tous les cancers. Or, en réalité, il existerait en première approximation, quatre différentes familles de cancers, et ce qui est vrai pour une famille, n'est pas forcément valable pour les autres ; ce sont :

- les leucémies ;
- les hématosarcomes, les cellules du sang ;
- les tumeurs des enfants ;
- et enfin, les tumeurs solides de l'adulte ; ces dernières constituant la majeure partie des cancers et qui sont seules concernées dans les pages qui suivent.

Pour étudier un phénomène, fut-il aussi complexe que le cancer, il faut arriver à le provoquer expérimentalement. Or, il y a cinq façons distinctes d'obtenir des cancers. Premièrement, en utilisant des substances chimiques. L'histoire de la cancérogénèse chimique est longue et commence avec l'observation de Sir Percival Pott, au XVIIIe siècle, que c'est la suie des cheminées qui serait responsable du cancer des ramoneurs. Il faut attendre 1915 pour que Ichikawa et Yamagiwa obtiennent le premier cancer expérimental induit par chimiothérapie, en badigeonnant des oreilles de lapins, puis de souris avec des goudrons.

Puis au début des années 1930, Kennaway en collaboration avec le chimiste Cook, isole le premier carbure cancérigène, le benzopyrène. Beaucoup d'autres substances cancérigènes sont bientôt isolées.

Les Pulman, en étudiant, en 1955, la formule chimique des carbures cancérigènes, arrivent à la conclusion qu'ils ont en commun une certaine structure électronique. Nous savons aujourd'hui que cette structure leur permet justement de réagir avec les acides nucléiques du noyau. Des travaux récents, ceux de Stora, en France, utilisant des cancérogènes chimiques fluorescents, permettent de visualiser sur des photographies la pénétration d'un carbure cancérigène dans la cellule et sa fixation dans le noyau. Nous sommes partis de l'observation de Percival Pott et nous avons abouti à la fixation des carbures cancérigènes dans le noyau, plus précisément sur les acides désoxy-ribo-nucléiques.

La deuxième façon d'obtenir des cancers, c'est par des virus. Ces virus peuvent être à ADN ou à ARN. Parmi les virus à ADN, il y a le groupe Papova, abréviation de Papillome de Shope, le virus du polyome et le virus vacuolant du singe ou SV40. Egalement le virus d'Estein-Bar, origine éventuelle de la maladie de Burkitt et de l'adénovirus 12. Ces virus sont observés initialement dans le noyau des cellules qu'ils envahissent. Nous savons maintenant que l'ADN du virus oncogène s'intègre dans le génome de la cellule transformée et s'insérerait dans la chaîne d'ADN de la cellule. Les virus à ARN comprennent les virus du complexe leucémie-lymphome qui produit les leucémies des poulets, le sarcome de Rous et les leucémies de la souris, dont il existe plusieurs variétés. Ces virus sont localisés au début dans le cytoplasme de la cellule.

Il y a également, le virus de Bittner qui est une autre entité. On ne comprenait pas jusqu'à une date récente l'interaction des virus à ARN avec l'ADN du noyau. Mais la découverte par Témin et Baltimore de la transcriptase inverse, ADN polymérase ARN dépendante qui permet à un ARN viral de coder son information en ADN dans le noyau de la cellule, a éclairci ce problème.

Quelle conclusion peut-on tirer de cette revue volontairement rapide ? C'est que certains virus à ADN et d'autres à ARN, ces derniers grâce à la transcriptase inverse, peuvent réagir avec les ADN du noyau ; c'est que ce que l'on avait déduit de l'examen de la carcinogénèse chimique.

La troisième façon d'obtenir des cancers, c'est de les provoquer par les rayons X. Plusieurs exemples médicaux existent, depuis les cancers des premiers radiologistes jusqu'aux suites de l'explosion d'Hiroshima. Le cancer peut également être provoqué par les rayons UV, et ce qui est intéressant là, c'est que la longueur d'onde où l'effet cancérigène est maximal, est précisément celle qui est absorbée sélectivement par les ADN du noyau autour de 3 000 angströms.

La quatrième façon d'obtenir des cancers, c'est par vieillissement de culture des tissus. En 1907, Ross Harrisson, de Yale, introduisait la culture des tissus. En 1943, Wilton Earle et ses collègues du National Cancer Institute obtenaient la transformation des cellules par culture prolongée. C'est-à-dire que si l'on met des cellules en culture, elles finissent par développer des cancers. Le phénomène a été étudié aussi par Hayflick.

La dernière façon d'obtenir des cancers est par stimulation hormonale prolongée. Nous allons écarter cette dernière voie provisoirement pour ne retenir que les quatre premières, qui ont en commun de produire des altérations des ADN ou, en d'autres termes, des mutations.

Car, en effet, quoi de commun avec ces quatre voies citées agissant par les agents totalement étrangers l'un à l'autre ?

La solution avait été préssentie par Oberling. « Devant la multiplicité des causes, déconcertés, nous essayons de retourner le problème du cancer en nous reportant à la cellule. Car c'est là, de toute évidence, que se rejoignent les effets et les influences si diverses qui mènent au cancer » (1954).

C'est en effet dans le noyau de la cellule, et plus précisément, par des alternatives des ADN que nous comprenons aujourd'hui le dénominateur commun de ces différentes causes du cancer.

Le problème avait déjà été éclairé par les travaux de Berenblum en 1941. Berenblum avait alors démontré que la cancérisation se faisait en deux temps : initiation et promotion. La phase de la provocation des mutations correspond à l'initiation. Et la promotion ? Elle correspond à la transformation maligne proprement dite et a lieu au cours d'une division cellulaire. Qu'on nous permette ici une digression sur un concept utilisé depuis Pasteur. Chaque maladie a une cause spécifique ; ainsi, la tuberculose a le bacille de Koch. Une autre façon de penser a été développée par Selye dans le stress : à une action extérieure du milieu correspond une réaction de l'organisme et pour nous une réaction de la cellule. C'est précisément la promotion qui est la réaction de la cellule à l'accumulation des mutations. Considérons trois types d'agression sur la cellule :

- une agression légère ou les lésions des ADN sont réparées par les mécanismes minutieux (ligase, endonucléase) ;
- une agression qui provoque la mort ;
- une agression intermédiaire : la cellule n'est pas morte, elle n'a pas réparé ses lésions, elle ne peut continuer à vivre qu'à une condition : se transformer lors de la promotion.

Or, cette transformation consiste à se différencier, à régresser biologiquement à un stade embryonnaire. Qu'est-ce à dire ? C'est que des gènes embryonnaires, qui ont été réprimés au stade adulte, sont « déréprimés » ; ce qui explique l'existence des antigènes embryonnaires. Par ailleurs, d'autres gènes adultes sont réprimés, et parmi eux, ceux qui codent les récepteurs :

- de l'inhibition de contact ;
- des chalones ; substances spécifiques des organes qui inhibent le cancer d'une espèce à l'autre ;
- de la cortisone.

La cellule cancéreuse ne reçoit alors plus les messages d'inhibition et c'est pourquoi elle devient anarchique. L'anarchie cellulaire, à notre point de vue, est une conséquence de la dédifférenciation. Ainsi, le cancer est essentiellement et de prime abord un conflit entre la différenciation des cellules atteintes et de celles de l'organisme qui les porte.

Une très élégante expérience va illustrer cela : lorsqu'on injecte des cellules de tératome de souris à une souris adulte, on obtient un cancer très malin. Si on injecte ces mêmes cellules à une souris embryonnaire, les cellules sont intégrées et l'animal se développe normalement.

La dédifférenciation peut se faire à divers degrés. C'est ainsi que l'on considère qu'il existe des degrés de dédifférenciation dans les cancers. C'est également pourquoi on y trouve différents rythmes de division cellulaire.

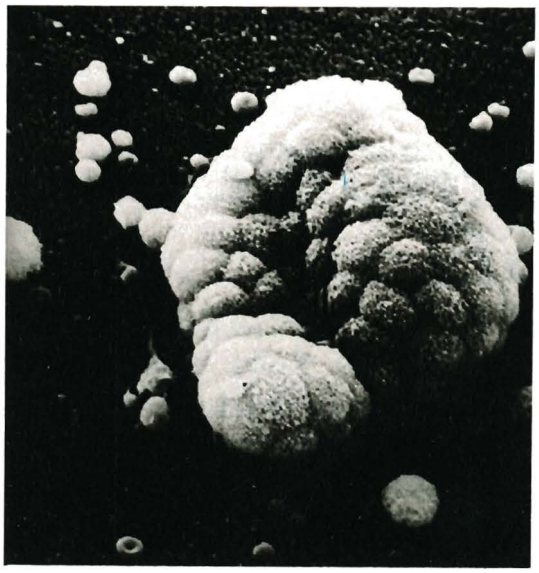
Il existe des arguments en faveur du fait que la cancérisation est un retour à un stade embryonnaire. Dans le domaine enzymatique d'abord, les travaux de Warburg en 1921, qui montrent que la glycolyse de la cellule cancéreuse n'emprunte pas la voie habituelle (dite d'Emden Meyerhof), mais une voie analogue à celle de la cellule embryonnaire. Preuve que la cellule est comme « retombée en enfance ». Les travaux récents de F. Shapira sur les lisozymes vont dans le même sens.

Dans un deuxième domaine, encore hypothétique (travaux de F. Jacob et Fauvet), la cellule cancéreuse retrouverait les moyens de la

Station centrale de microscopie électronique - Institut Pasteur.

cellule embryonnaire de résister à l'agression immunologique de la mère en inhibant les macrophages [1]. Si cette séduisante hypothèse était prouvée, ce serait un argument de poids. On s'expliquerait pourquoi le fœtus n'est pas détruit par le système immunitaire de sa mère.

Enfin, dans un troisième domaine : les antigènes embryonnaires. A la surface de la cellule cancéreuse apparaissent des antigènes embryonnaires. La découverte de l'alpha-fœtoprotéine dans le cancer du foie (Abelev, Uriel, Burtin) a été le premier chaînon. Actuellement les antigènes embryonnaires sont découverts à mesure qu'on les recherche. Citons également l'antigène carcino-embryonnaire ACE, découvert à l'origine sur le système digestif.



Cette masse boursouflée : un amas de cellules échappées au contrôle des gènes adultes. Cela s'appelle le cancer. *Une cellule agressée, pas assez pour mourir mais assez pour ne pas pouvoir réparer ses lésions, ne peut continuer à vivre qu'en se transformant lors de son évolution. Elle va régresser biologiquement : des gènes embryonnaires sont réactivés tandis que certains gènes adultes sont en revanche réprimés ; notamment ceux qui codent les récepteurs de l'inhibition de contact. La cellule incontrôlée prolifère anarchiquement. Sur notre photo, des cellules de tératome (cancer) de testicule de souris ont été injectées dans le péritoine d'une souris adulte. Apparaissent alors rapidement les cellules cancéreuses en voie de différenciation, provoquant une hémorragie mortelle en 20 jours (en bas à gauche un globule rouge de 5 microns donne l'échelle). Si ces mêmes cellules avaient été injectées à un embryon de souris, elles auraient été intégrées et le cancer aurait été ainsi annulé.*

Station centrale de microscopie électronique - Institut Pasteur.

La présence d'antigènes embryonnaires a une conséquence importante : la faculté de déclencher une réaction immunologique contre les cellules cancéreuses, car la machinerie immunitaire qui reconnaît le « self » (les propres cellules de l'individu) s'est développée après la naissance et par conséquent n'est pas tolérante par rapport à des antigènes embryonnaires qui, pour elle, ne sont pas connus.

L'existence d'autres types d'antigènes cancéreux, les antigènes TATA (Tumor Associated Transplantation Antigen), sur lesquels nous n'allons pas nous apesantir, justifie avec les antigènes embryonnaires la théorie de la « Surveillance Immunitaire » de Burnett, selon laquelle l'organisme lutte immunologiquement contre les cellules cancéreuses qui s'y forment.

D'autres phénomènes plaident en faveur de cette théorie. L'évolution spontanée des cancers du sein qui, sans traitement, ont une survie de 18 % à 5 ans. Explication : temps de doublement lent, mais également résistance immunitaire. Et puis il y a les cas, toujours troublants, de régression spontanée des cancers. On en connaît quelque 1 000 cas, revus par Fauvet et puis par Dayan. Les cas les plus fréquents sont associés à un érésipèle, où il y a une forte stimulation immunologique.

Enfin, on peut invoquer un argument statistique. Quand on considère la multiplicité des situations qui peuvent conduire au cancer et le faible nombre relatif des cancers constatés, on réalise que les risques d'apparition d'un cancer sont l'expression d'une très faible probabilité statistique. (P. Denoix, La maladie cancéreuse.)

Il s'ensuit qu'un grand nombre de cancers sont avortés chez chacun d'entre nous à cause de la surveillance immunitaire.

En reprenant le modèle de la cancérisation, il faut admettre la collaboration de trois types de gènes :

- gènes de surveillance de l'intégrité du génome ;
- gènes de différenciation ;
- gènes contrôlant le rythme de la division cellulaire.

Les gènes de surveillance du génome seraient informés par les ligases et les endonucléases des lésions des ADN. A partir d'un certain seuil de lésions, les gènes de différenciation réagiraient en se dédifférenciant et en revenant à un stade embryonnaire, entraînant à leur suite les gènes qui contrôlent le rythme de division cellulaire.

A partir de ce moment, c'est le développement direct du cancer, ou premier barrage : cancer *in situ*, barrage immunologique et conjonctif (phénomène d'Herovici, sclérose nodulaire, rôle favorable de l'aspirine dans l'immunothérapie).

Ce stade peut être quelquefois réversible ; sinon il y a évolution en cancer envahissant. Ceci est un long processus jusqu'à l'émergence clinique. Là, ce n'est que le dernier acte de la longue évolution du cancer qui a passé par un stade précancer biologique, précancer morphologique, cancer préclinique.

Pour un exemple précis, un cancer du sein de temps de doublement de 3 mois, il faut 90

(Suite du texte p. 160)

(1) Globules blancs qui absorbent et digèrent les cellules, corps étrangers et déchets cellulaires volumineux.

LA MATIÈRE GARDE LA MÉMOIRE DE SON PASSÉ

Un peu inquiet de voir la manière dont on ajustait les calculs pour faire entrer les résultats d'expérience dans le cadre de la mécanique quantique, un professeur de l'École des Mines, M. Fer, a décidé de reprendre le problème : pour s'apercevoir que l'électron est en fait un globule fluide dont le comportement est déterminé par les expériences passées.

En principe, seul un poète pouvait se poser la question de savoir si les objets ont une âme : pour ceux qui travaillent le bois, la pierre ou le métal, la matière est dure ou friable, dense ou légère, souple ou cassante, mais toujours inanimée. La résilience, la dureté superficielle, l'élasticité ne sont pas des termes de métaphysique. Et, à défaut d'une âme, il se pourrait bien que la matière ait tout de même le sens du souvenir, et que son destin soit déterminé par son passé.

Cette hypothèse, qui modifie profondément la conception que nous pouvons nous faire des structures atomiques, est pourtant fort logique et permet de rendre compte des phénomènes transitoires beaucoup mieux que les théories énoncées il y a maintenant une cinquantaine d'années. Elle fait appel à ce qu'on appelle la « mécanique héréditaire », laquelle découle des travaux de Voltera au début de ce siècle, et a été développée notamment en France par M. Vogel ; M. Francis Fer, professeur à l'Ecole des Mines, a eu l'idée de l'appliquer aux phénomènes atomiques.

Que le destin de la matière soit lié à son passé permet d'expliquer pourquoi, en physique nucléaire, le futur des particules nous échappe si bien qu'il ne peut plus être décrit qu'en termes de probabilités : faute de connaître les expériences vécues de chaque atome, expériences qui conditionnent son avenir, nous en sommes réduits aux équations d'incertitude d'Heisenberg. Le comportement des particules nous semblait aléatoire parce qu'il manquait une mécanique adaptée à la vie d'une matière que nous imaginions dépourvue de mémoire.

D'un point de vue macroscopique, on peut citer de très nombreux phénomènes physiques dont le comportement ne peut plus être prédit avec précision dès lors que l'expérimentateur n'a pas connaissance du passé de l'objet sur lequel il travaille. Prenons un simple fil d'acier : selon le traitement thermique appliqué, la méthode utilisée pour sa fabrication et les efforts qu'il a déjà subis — par exemple dépassement de la limite élastique — sa résistance à la rupture peut varier de 30 daN/mm² à plus de 100 daN/mm².

Aucun procédé d'analyse ne permet de prévoir avec précision sous quelle charge le fil cassera ; tout au plus pourra-t-on fixer une fourchette, par exemple entre 40 et 70 daN/mm², c'est-à-dire donner une valeur probable : on voit donc apparaître le calcul des probabilités dès que l'observateur ignore le passé de notre fil de fer. Or le fil, lui, garde en mémoire les expériences passées.

Un autre exemple classique est celui de l'hystérisis : on sait qu'un barreau de fer soumis à un champ magnétique prend une certaine aimantation. Mais le rapport entre le champ et l'aimantation induite dépend des champs qui ont déjà été appliqués au barreau de fer. Si on le confie à un chercheur disposant de tous les outils d'analyse possible, mais sans lui indiquer les essais déjà pratiqués, il ne pourra en aucun cas déterminer avec précision le comportement de ce barreau dans un champ magnétique. Là encore, il ne pourra fournir qu'une estimation, donc une valeur probabiliste.

On pourrait citer de nombreux autres cas très classiques où l'absence d'une connaissance exacte des expériences passées interdit de faire une prévision avec quelque précision, et mène donc au domaine des valeurs aléatoires. Dans tous les cas, les équations décrivant le processus devraient comporter un terme supplémentaire intégrant les influences reçues dans le passé. On entre là dans ce qu'on appelle la mécanique héréditaire, laquelle est une branche de la mécanique au sens le plus général.

Dans la physique classique, la mécanique utilisée est presque toujours la mécanique hamiltonienne, dont le modèle le plus pur reste la mécanique céleste.

On entend par mécanique hamiltonienne la mécanique des systèmes de points matériels sans résistances passives, c'est-à-dire sans frottements, ni viscosité, ni autres forces de même genre. C'est donc un cadre mathématique permettant l'étude de toutes sortes de mouvements, et en particulier ceux des corps célestes. Elle ne s'applique pas, évidemment, aux mécanismes habituels comme une boîte de vitesse, un moteur électrique ou une mitrailleuse, car là il y a des frottements. De même la mécanique des fluides visqueux n'est pas hamiltonienne, mais elle permet d'interpréter le vol d'un avion qui reste inexplicable dans le cadre hamiltonien.

En pratique, cette mécanique sert de cadre à tous les mouvements sans résistances : orbite des planètes, trajectoires atomiques, attractions magnétiques et autres. Elle ne mène à des calculs facilement solubles que dans le cas où le champ de forces considéré dérive d''un potentiel — c'est-à-dire, pour les spécialistes, quand le rotationnel du champ est nul, autrement dit quand le vecteur champ peut être identifié au gradient d'un autre vecteur dit potentiel.

Sortie de ce cas, la mécanique hamiltonienne est peu utilisable. Par chance, les champs gravifiques, électriques et magnétiques dérivent tous d'un potentiel, encore que celui-ci ne soit pas uniforme dans le dernier cas. Que le champ dérive d'un potentiel, revient, en pratique, à dire que le travail fourni pour aller d'un point à un autre ne dépend pas du trajet suivi. La mécanique hamiltonienne est basée sur l'équation habituelle de la dynamique $F = m\gamma$.

La description des processus intervenant au sein de la matière, donc entre les particules atomiques, réclame évidemment une mécanique. Du jour où l'atome a été considéré comme formé d'un noyau autour duquel tournent des électrons, plusieurs cadres mathématiques ont été proposés ; le cadre en vigueur depuis 50 ans est la mécanique quantique, dite aussi mécanique ondulatoire, bien que les deux termes recouvrent des interprétations physiques assez différentes du même formalisme. Nous n'entrerons pas dans le détail de ces théories, mais il faut tout de suite remarquer que la mécanique quantique est une mécanique hamiltonienne ; plus exactement, il y a transposition de l'une à l'autre, à vrai dire de façon euristique : la mécanique quantique repose avant tout sur des intuitions. Elle est décrite par des équations aux dérivées partielles quand la mécanique analytique est décrite par des équations différentielles, mais les équations ont même forme dans les deux cas.

Le formalisme mathématique de la mécanique quantique a été portée à un très haut degré de perfection par von Neuman et il est excellent pour décrire tous les états stationnaires de l'atome. Par contre, et c'est là où les choses deviennent ennuyeuses, ce formalisme est tout à fait incapable de décrire les états transitoires.

Pour mieux cerner le problème, revenons au dessin classique de l'atome de Bohr dans le cas le plus simple, celui de l'hydrogène : un électron, particule de charge négative très légère, tourne autour d'un proton, particule lourde chargée positivement. L'atome étant au repos, l'électron tourne à une certaine distance du noyau sur une orbite stationnaire. Sous l'influence de causes extérieures, par exemple un champ électromagnétique, il va sauter sur une autre orbite.

Après quoi, et cette fois sans cause externe, il peut retomber sur son orbite première en émettant un rayonnement. Ce qui est surtout important, c'est que l'électron ne peut pas, contrairement à un satellite autour d'un astre, occuper n'importe quelle orbite autour du noyau : il ne peut circuler que sur certaines orbites bien définies. En passant de l'une à l'autre, il passe d'un état d'énergie à un autre, la différence entre les deux étant toujours un multiple de la fréquence du rayonnement émis ou reçu.

Pour être précis, cette différence est égale à hn, h étant la constante de Planck et n la fréquence. Donc les niveaux d'énergie, et les émissions correspondantes, ne s'étalent pas de manière continue : ils forment un ensemble fini quantifié par la constante de Planck. L'émission est discontinue et ne progresse que par quanta, un peu à l'image d'un escalier où l'on ne peut monter ou descendre que d'un nombre fini de marches, sans étape intermédiaire possible.

Cette quantification des émissions au sein des atomes est un fait d'expérience. Mais la raison profonde de cette discontinuité reste inconnue, et la théorie des quanta entérine le fait sans en donner d'explication. Ce qui est plus grave encore, c'est qu'elle est inapte à rendre compte des transitions, c'est-à-dire des processus qui se déroulent entre le moment où l'électron est sur une orbite et le moment où il est sur une autre.

Certains fondateurs de la théorie avaient même été plus loin, puisqu'ils considéraient que les transitions échappent à toute description dans l'espace et dans le temps. Pour les puristes, il n'y a même plus de trajectoires : celles-ci étant inaccessibles deviennent inutiles. Cet interdit, qui pesait sur les régimes transitoires, arrangeait d'autant moins les choses qu'il fallait tout de même rendre compte du mouvement des particules, en particulier lors des collisions, procédé couramment utilisé dans la recherche nucléaire.

Or, pour rendre compte des processus liés aux collisions dans le cadre de la mécanique quanti-

que, les théoriciens étaient obligés d'arranger les calculs, dans le sens où un contribuable peu scrupuleux arrange les siens sur sa déclaration d'impôts. Nous n'exagérons en rien, puisque le grand physicien Heitler reconnaît, à propos de la théorie quantique du rayonnement, que la procédure mathématique utilisée pour obtenir ces résultats est manifestement inacceptable.

Et le Pr. Fer précise que, quand la mécanique des quanta s'attaque aux phénomènes transitoires, elle fait preuve d'un manquement flagrant aux règles les plus élémentaires de la cohérence logique, en même temps que d'une transgression ouverte des canons mathématiques les mieux fondés. Il fallait donc trouver autre chose, donner des explications possibles et substituer à la mécanique hamiltonienne un formalisme qui réponde mieux aux résultats expérimentaux.

Or, ces résultats expérimentaux mettent en évidence quatre caractères fondamentaux attachés aux trajectoires des électrons. Tout d'abord certaines de ces trajectoires sont stationnaires, c'est-à-dire qu'elles restent les mêmes au cours du temps. Ensuite ces trajectoires stationnaires sont stables, c'est-à-dire qu'elles résistent à une perturbation venant de l'extérieur, pourvu que cette perturbation ne soit pas trop forte.

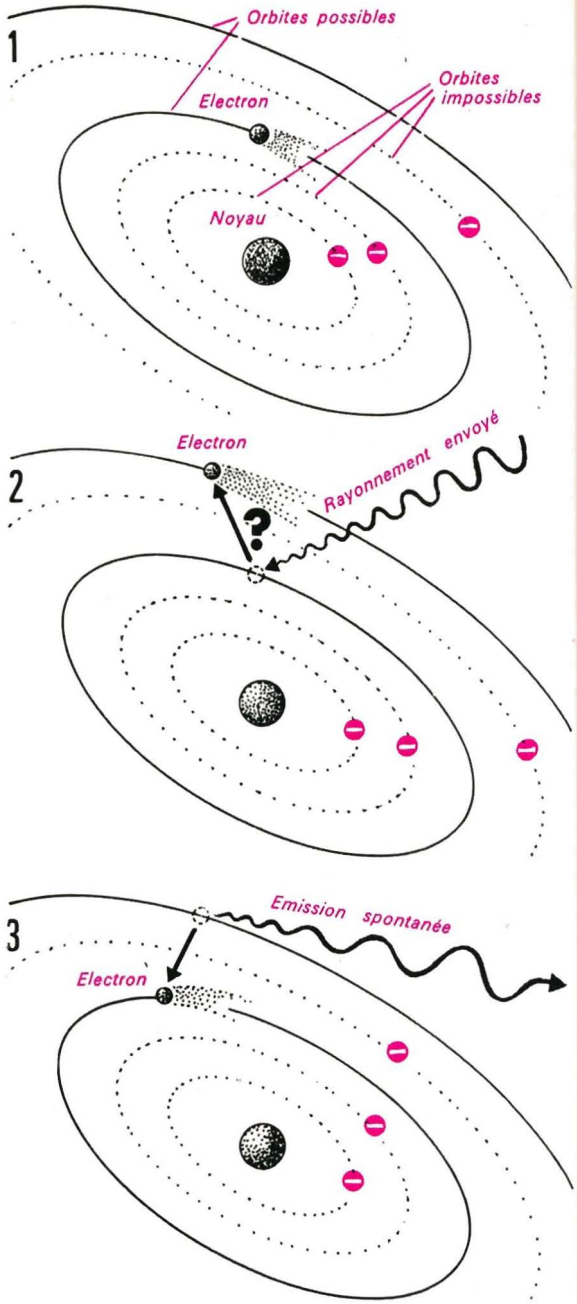
D'autre part elles constituent un système ergodique, en ce sens qu'il n'y a qu'un ensemble dénombrable de trajectoires fermées vers lesquelles tendent toutes les autres. Enfin, les transitions quantiques sont irréversibles et cette propriété d'irréversibilité est très importante ici. Nous dirons qu'une évolution d'un système dynamique est irréversible s'il est impossible, en ne modifiant que quantitativement les forces externes, et sans en changer qualitativement la nature physique, d'insérer cette évolution ainsi que son inverse dans une famille continue.

Ainsi la trajectoire d'un satellite autour d'un astre peut être inversée sans même avoir à toucher au champ de forces externe : le mouvement est réversible. Par contre, le balancement d'un pendule fait d'une boule pendue à un fil et qu'on laisse osciller librement constitue une évolution irréversible : on sait que le pendule oscille de plus en plus faiblement et finit toujours par s'arrêter par suite des forces de frottement et de la résistance de l'air.

Pour inverser l'évolution et le faire repartir, il faudrait changer les forces de freinage en une force motrice, ce qui implique l'introduction de forces d'un type nouveau. L'amortissement des oscillations est un processus irréversible.

Le problème qui se posait alors au Pr. Fer revenait à trouver une dynamique conforme aux exigences déduites des faits expérimentaux : détermination d'un ensemble dénombrable de trajectoires stationnaires, détermination des trajectoires transitoires qui font passer d'un régime stationnaire à un autre, et enfin justification de la stabilité et de l'ergodisme de ces trajectoires stationnaires ainsi que de l'irréversibilité des transitions quantiques.

Les recherches faites jusqu'à maintenant



L'ATOME TRADITIONNEL QUANTIFIÉ

*L'image habituelle de l'atome, ici celui de l'hydrogène, est celle d'un petit système planétaire : un électron tourne autour d'un noyau **(1)**. Mais, contrairement aux systèmes célestes, l'électron ne peut occuper que certaines orbites ; qui plus est, le passage d'une orbite à une autre n'est pas descriptible dans le cadre de la mécanique quantique : excité par un rayonnement l'électron saute sur une orbite plus haute **(2)** ; plus tard, il peut retomber sur l'orbite inférieure, sans cause extérieure, et en émettant un rayonnement **(3)**. L'obligation pour l'électron de n'occuper que certaines orbites, et le processus de transition entre ces orbites n'ont pas d'explication satisfaisante dans la mécanique des quanta.*

Dessins L. Delplanque

concernent essentiellement la physique de l'électron autour du noyau. Or, il apparut assez vite au cours de ces recherches qu'il fallait tenir compte d'un fait important qui était négligé dans la mécanique hamiltonienne : toute particule chargée mobile crée un champ magnétique dû à son mouvement. Or ce champ magnétique se propage avec une vitesse finie, en l'occurrence celle de la lumière et il réagit avec la particule même qui l'a créé, laquelle se déplace à une vitesse toujours inférieure, donc différente.

Il devenait alors nécessaire d'introduire dans la mécanique cherchée la théorie des potentiels retardés, théorie très classique de l'électromagnétisme. Il résulte alors des équations que la force qui s'exerce sur une particule chargée placée en un point déterminé à un instant t ne dépend pas de l'état du système à cet instant, mais de ses états aux instants t — r/c (r variable), c'est-à-dire de tout son passé.

C'est là un point fondamental qui donne, si l'on peut dire une sorte de mémoire à toute charge mobile : de même que pour un fil de fer ou un barreau aimanté, la connaissance des conditions initiales ne permet pas, à elle seule, de déterminer l'évolution future de la particule.

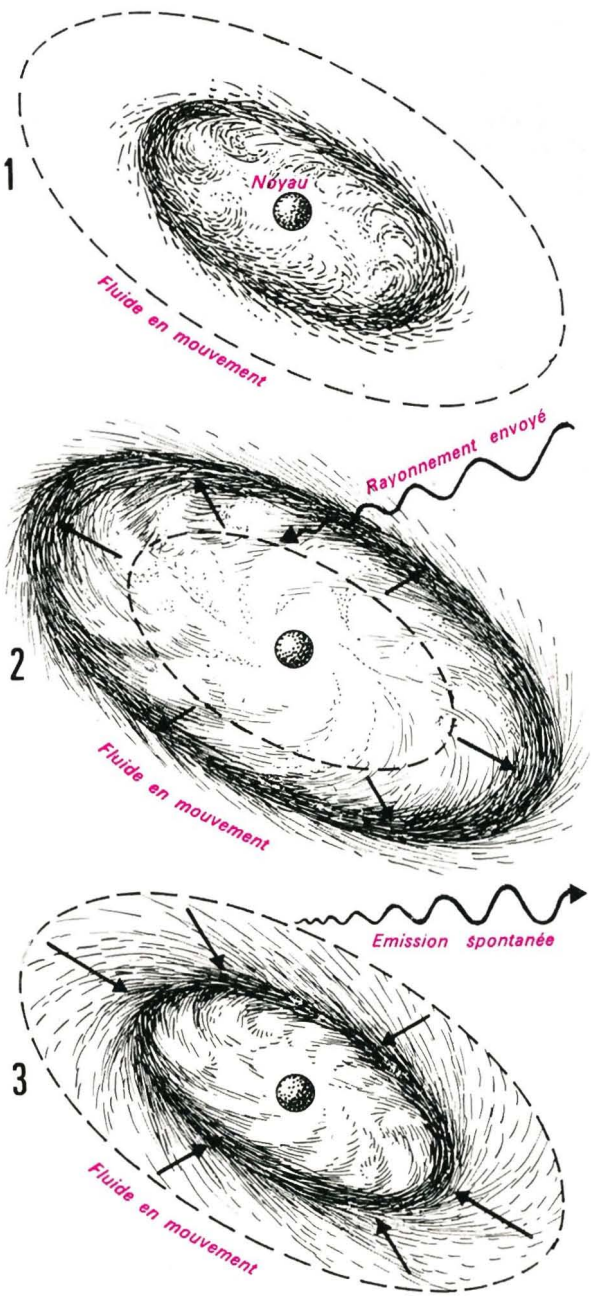
Revenons aux équations du potentiel retardé qui sont en fait des équations de mécanique héréditaire, puisqu'elles introduisent un terme intégrant les influences passées, terme qu'on peut considérer comme le patrimoine héréditaire de la particule. Tout vient, nous l'avons vu, de ce que les actions à distance ne sont pas instantanées. Et le retard en r/c des équations entraîne aussi qu'une charge exerce sur elle-même une rétroaction et qu'elle émet un rayonnement pourvu que cette charge ne soit pas ponctuelle, mais étendue.

En réalité, une particule chargée possède un certain volume ; dès qu'elle se déplace, et comme le champ se propage à la vitesse finie c, il y a dissymétrie entre les forces exercées par l'arrière de la charge sur son avant et celles que l'avant exerce sur l'arrière ; d'où une résultante globale non nulle : la particule exerce bien une action sur elle-même.

L'étude des équations de la mécanique héréditaire mène d'ailleurs beaucoup plus loin dans la conception des corpuscules atomiques, et en particulier dans celle de l'électron en orbite autour d'un noyau, et donc lié. On ne peut plus le considérer comme ponctuel, ni même comme une petite bille dure et bien ronde.

En fait, dans cette théorie, l'électron doit être considéré comme un globule de charge en mouvement permanent autour du noyau ; autrement dit, on peut assimiler la matière électronique à un milieu continu déformable. Plus précisément, l'électron lié dans un atome peut être considéré comme un fluide en mouvement permanent autour du noyau dans le cas des états stationnaires. Notons que le terme de fluide ne recouvre pas toutes les propriétés qui sont attachées à cette définition par cette branche de la physique qu'est la mécanique des fluides.

(suite du texte p. 46)



L'ATOME HÉRÉDITAIRE FLUIDE

C'est une vision très différente de la structure atomique qu'apporte l'application de la mécanique héréditaire aux processus nucléaires. L'électron n'est plus une petite sphère de matière, mais un milieu fluide en mouvement autour du noyau ***(1)****. Sous l'influence d'un rayonnement, la concentration moyenne de ce fluide autour du noyau se déplace vers l'extérieur pour atteindre un nouvel état stable de régime stationnaire* ***(2)****. Il peut ensuite revenir à son état primitif en émettant de la lumière* ***(3)****. La transition est cette fois descriptible. D'autre part, l'électron est porteur d'une hérédité, en ce sens que son comportement est conditionné par toutes les influences subies dans le passé.*

Dessins L. Delplanque

Relevons aussi que l'idée de traiter la matière électronique comme un fluide avait déjà été étudiée dès 1927 par Madelung qui avait donné une interprétation hydrodynamique de l'équation de Schrödinger $\frac{ih}{2\pi}\frac{\delta F}{\delta t} = HF$. De toute manière, la théorie du Pr. Fer conduit à abandonner l'image de l'électron comme étant un petit point matériel. Du même coup la matière n'est plus vide, mais remplie d'un milieu continu mobile.

En considérant l'électron comme un fluide chargé dont le comportement est déterminé par les équations de l'électromagnétisme, auxquelles s'ajoutent celles des forces de cohésion introduites par Poincaré, bien des ambiguïtés liées à la mécanique quantique disparaissent. Toutefois, on retrouve bien sûr les mêmes résultats observables ; ainsi la densité du fluide peut être comparée à la densité de probabilité quantique.

La stabilité des orbites électroniques rend nécessaire le fait que les forces que le fluide exerce sur lui-même soient des potentiels retardés. Le rayon de ces orbites est d'interprétation plus délicate, un fluide en mouvement n'ayant guère de position géométrique bien nette. En fait, le fluide part du noyau et s'étend très loin, mais sa dispersion autour du centre n'est pas uniforme. Le rayon de l'orbite serait donc le rayon moyen d'une zone de concentration.

Quand l'atome est excité, le fluide se dilate jusqu'à une autre région de concentration. Nous sommes là obligés de simplifier, la description complète du phénomène faisant appel à l'étude des équations de Schrödinger et aux solutions stationnaires de ces équations classiques. Mais la mécanique héréditaire permet là de donner une explication satisfaisante aux transitions quantiques dont nous allons brièvement décrire le mécanisme.

Le mouvement permanent du fluide étant en gros une rotation, une perturbation amorce un mouvement transitoire qui sera une oscillation autour du mouvement permanent, et de fréquence n ; cette fréquence est en même temps celle du rayonnement émis, en vertu des lois classiques de l'électromagnétisme. Cette oscillation commence par s'amplifier d'elle-même, puis se convertit en une oscillation de même fréquence autour d'un second mouvement permanent, oscillation qui finit par s'amortir.

La mécanique héréditaire permet donc d'expliquer l'existence des régimes stationnaires quantifiés en même temps que leur stabilité et elle fournit une description des transitions quantiques avec leur irréversibilité. Notons que le cas de l'électron libre, c'est-à-dire non lié dans un atome, est différent : n'étant soumis à aucun champ de forces externes, l'électron se trouve fortement condensé par le potentiel de cohésion qui lui donne la dimension de 10^{-13} cm : l'électron possède alors un aspect corpusculaire prédominant.

Revenons maintenant sur le côté héréditaire de la théorie : toute particule en mouvement engendre un champ magnétique qui se propage plus vite qu'elle. Mais, au fur et à mesure de son avance, elle se trouve soumise à l'influence de ce champ qu'elle a créé antérieurement. Les actions engendrées par la charge mobile se répercutent donc sur elle-même, mais avec retard.

De ce fait, la trajectoire de la particule reste pour nous aléatoire puisque son mouvement dans l'avenir est soumis aux influences exercées dans le passé. Par rapport à la mécanique classique, nous passons d'une équation différentielle — ou aux dérivées partielles — à une équation intégro-différentielle qui fait entrer un terme héréditaire. L'équation type de la mécanique habituelle peut s'écrire $dx/dt = F(x)$ quand celle de la mécanique héréditaire s'écrit $dx/dt = F(x) + \int_{to}^{t} g(x,s)ds$.

C'est ce terme supplémentaire qui rend la prévision aléatoire, car il faudrait pouvoir intégrer toutes les influences passées et non pas seulement celles subies de l'instant to à l'instant t. Or une particule subit non seulement, et avec retard, l'influence de son propre champ, mais aussi celle de tous les champs dus aux autres charges.

De ce fait, déterminer le futur d'un corpuscule nécessiterait un nombre infini de mesures pour connaître une infinité de paramètres : c'est évidemment impossible, du moins à l'homme. Et, du coup, nombre de phénomènes, par exemple en thermodynamique, nous paraissent aléatoires alors qu'ils sont en réalité tout à fait déterminés, mais par un passé que nous ignorons.

Relevons en effet qu'en étudiant un système à l'instant $t > to$, l'observation nous fournit bien la connaissance exacte des conditions initiales, mais non celles du passé entre to et t, ce qui nous empêche de prédire l'évolution ultérieure. Mais ce n'est pas seulement l'ignorance de l'observateur qui joue en l'occurrence, dit le Pr. Fer ; c'est essentiellement le fait que des conditions initiales données sont compatibles avec une infinité de passés : il en existe de nombreux exemples, en particulier dans le domaine électromagnétique.

Le système observé à l'instant t a donc une infinité de devenirs possibles, qui tiennent à l'impossibilité de commander le passé. La mécanique héréditaire fournit ainsi le moyen de concilier le déterminisme des phénomènes physiques avec l'aspect aléatoire qu'ils présentent parfois. Retenons toutefois que ce côté aléatoire peut être supprimé dans le cas d'une particule élémentaire : il suffit de la lancer en ligne droite pour supprimer toute influence antérieure, donc pour effacer le passé. C'est le seul cas où la prédiction soit sûre. Dans toute autre circonstance, la matière garde la mémoire de son passé et, si elle semble agir parfois à sa guise, c'est simplement qu'elle ne nous fait pas encore part de ses souvenirs.

Renaud de la TAILLE ■

LA PROTÉINE INSTANTANÉE

Des cellules vivantes, amputées de leur noyau, et nourries d'un « ersatz » d'acides aminés, fabriquent docilement de « vraies » protéines et même des protéines qui n'existaient pas dans la nature, pour peu qu'on leur fournisse aussi un ARN « réécrit ». Cet exploit ouvre un grand espoir pour l'alimentation humaine.

Le sixième du corps humain est composé de protéines. Sans lesquelles il n'y aurait pas de vie. Les anticorps, qui permettent de lutter contre les microbes, les hormones qui assurent notamment la croissance et la reproduction, les enzymes qui sont les régulateurs de la chimie de notre corps, les principaux composants des tissus osseux et musculaires, qui en constituent la charpente, sont autant de protéines. Ce sont de grosses molécules qui, au microscope, apparaissent comme un enchaînement de molécules plus petites pelotonnées sur elles-mêmes. Ces « chaînons », au nombre de 300 à l'intérieur de la protéine sont en fait de vingt sortes différentes : ce sont les acides aminés. Ces vingt acides aminés essentiels, l'organisme humain doit pouvoir en disposer pour les assembler selon un ordre caractéristique de chaque protéine.

Parmi ces acides aminés, douze sont directement synthétisés par l'organisme lui-même, à partir de diverses substances chimiques, mais les huit autres doivent lui être apportés « tout faits ». Nous ne pouvons les trouver que dans des protéines déjà élaborées par les plantes ou les animaux qui servent à notre nourriture. Cela les rend d'autant plus précieuses et chères.

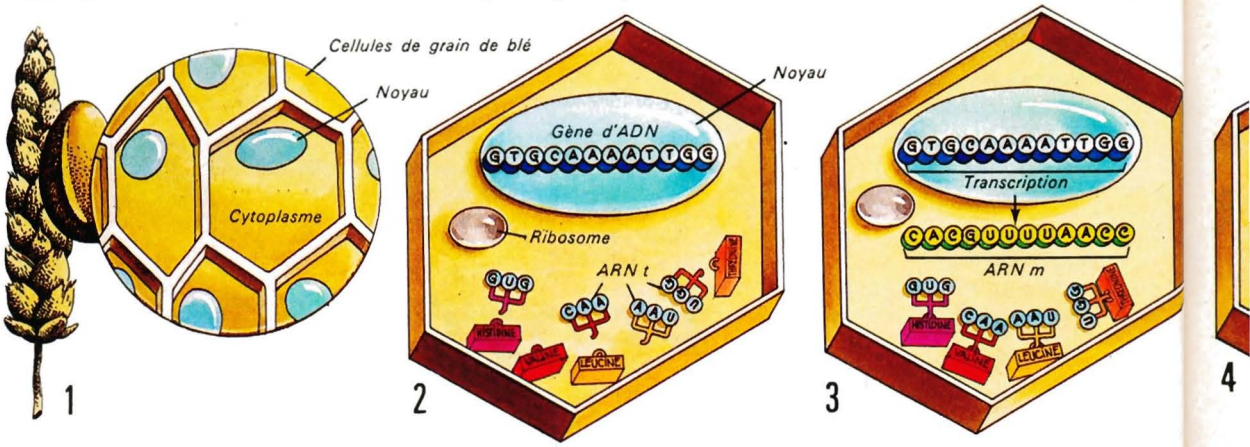
Or ces aliments protéiniques sont trop rares, surtout ceux d'origine animale — il faut, par le biais de l'alimentation du bétail, 10 kg de protéines végétales pour fabriquer un kg de protéines animales — pour que l'on puisse continuer à espérer les tirer indéfiniment de la « nature ». La « grande cuisine » traditionnelle de l'Humanité — ce cycle qui débute dans les champs et les étables pour s'achever dans l'assiette — se révèle, d'ores et déjà, incapable de nourrir correctement les habitants de la planète. Et malgré les progrès de l'agriculture, de l'élevage et des industries alimentaires, la quantité de protéines offertes à la consommation ira, compte tenu de l'explosion démographique, en diminuant. Il faut trop de temps (celui de la croissance des animaux et des végétaux), de main-d'œuvre, et de moyens (engrais), pour que nos « cuisines » puissent jamais « fabriquer » suffisamment de côtelettes, de riz, d'œufs ou de maïs. Il fallait donc trouver d'autres « structures », d'autres « emballages » d'aliments protéiniques que ceux auxquels la nature... et la gastronomie nous ont habitués pour véhiculer dans notre corps ces vingt acides aminés sans lesquels il n'y aurait pas de vie. Et notamment les huit que nos cellules ne peuvent synthétiser : valine, leucine, isoleucine, thréonine, méthionine, lysine, phénylalanine, tryptophane.

Or, si les protéines sont rares, leurs composants (les acides aminés), eux, ne le sont pas. Ils sont constitués de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote (tous corps existant en quantité quasi illimitée dans le sol ou l'atmosphère) et l'industrie chimique, depuis longtemps, sait les fabriquer, y compris les huit que notre organisme est incapable de synthétiser. La précieuse lysine, par exemple, entre dans la composition de l'aspirine.

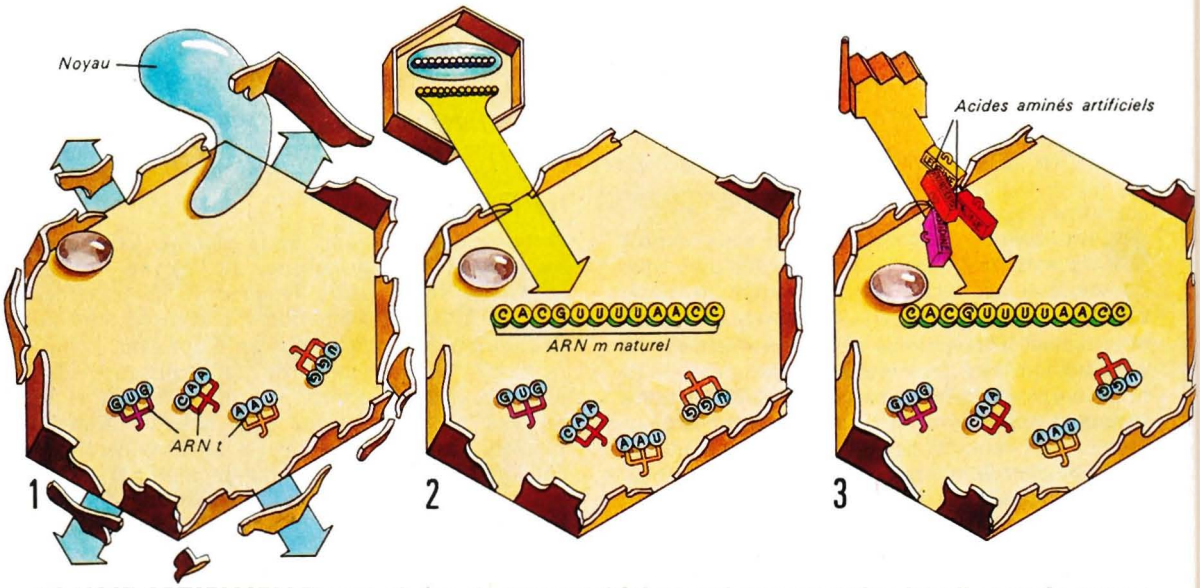
Tout se passe comme si la nature, qui n'assemble qu'avec parcimonie les chaînes que sont les protéines, acceptait — avec l'aide de l'industrie, il est vrai —, de fabriquer en abondance ses chaînons constituants : les acides aminés. Bref, généreuse pour produire ces acides indispensables à la vie humaine, la nature se révèle avare pour les « cuisiner ». Et puisque, à cause de nos

(Suite du texte page 50)

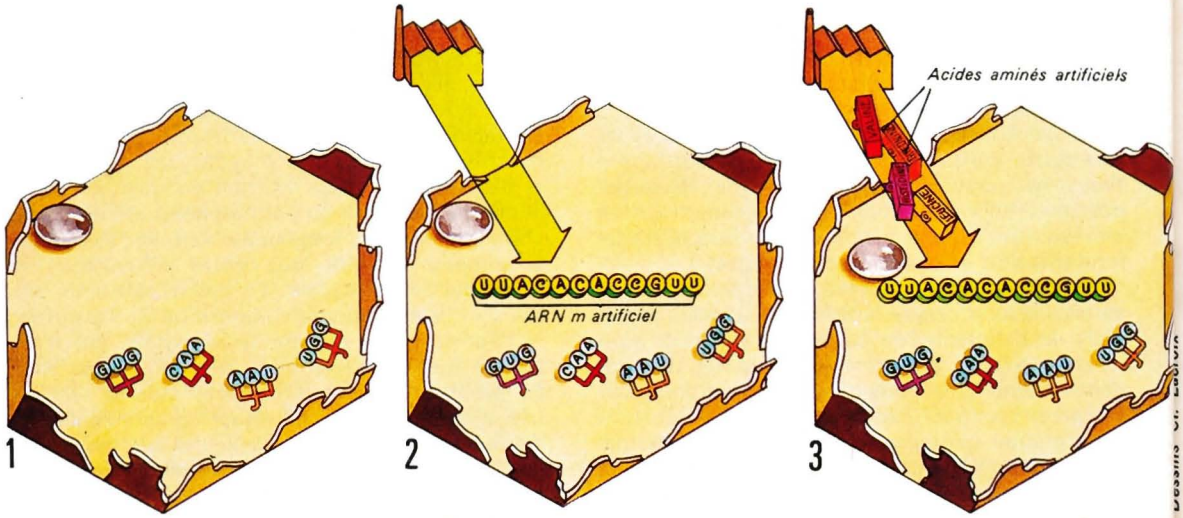
LA VOIE NATURELLE : une « usine » trop complexe pour la médiocrité de son rendement

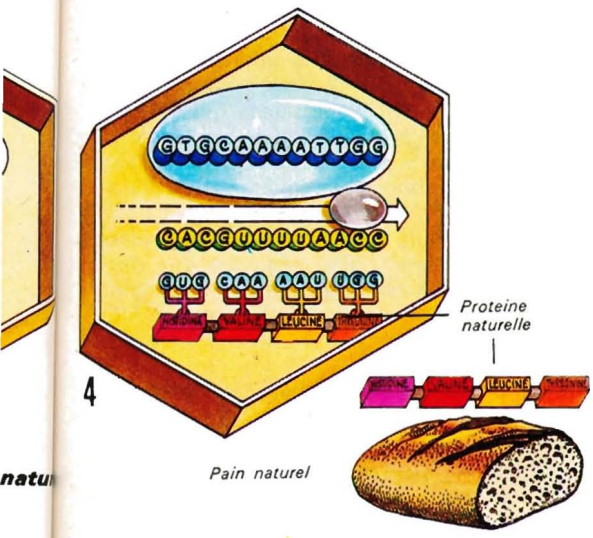


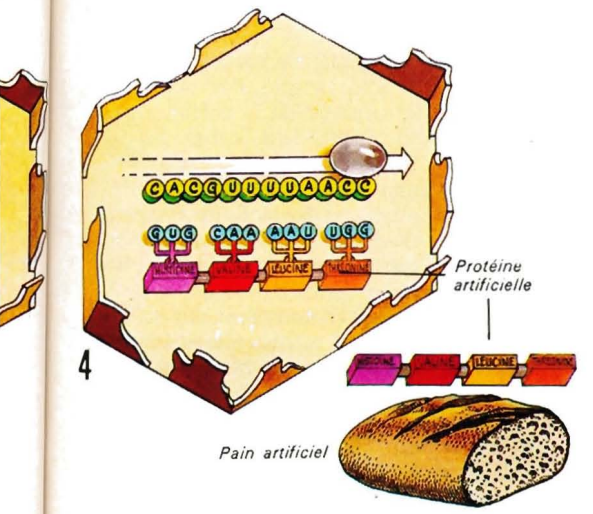
LA VOIE SEMI-ARTIFICIELLE : les « outils » nécessaires pour une copie conforme des aliments natu

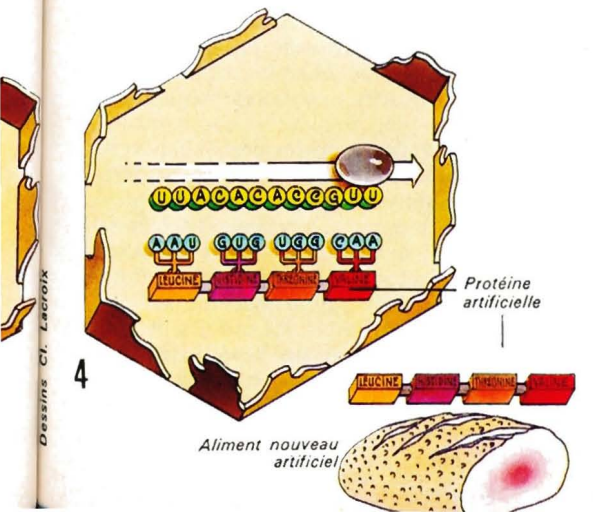


LA VOIE ARTIFICIELLE : une chaîne de montage bâtie sur plans pour créer des aliments inconnus









Dessins Cl. Lacroix

VOICI COMMENT SONT FABRIQUÉES LES PROTÉINES DU FUTUR

Une protéine animale ou végétale est constituée d'une chaîne d'environ trois cents molécules d'acides aminés (de vingt sortes différentes) que la cellule assemble. Pour fabriquer artificiellement des protéines, il faut donc, comme la nature le fait ***(voie naturelle)*** *être capable d'assembler ces molécules. Ce à quoi se consacrent à Limoges, le Professeur Julien et son équipe. Deux méthodes sont utilisées par le professeur : l'une que l'on pourrait qualifier de semi-artificielle permet de fabriquer des copies conformes de protéines existantes dans la nature* ***(voie semi-artificielle)****, la seconde, elle, permet de créer des protéines totalement inconnues de la Nature* ***(voie artificielle)****.*

VOIE NATURELLE

Dessin 1 : *Dans un grain de blé, c'est dans les cellules, constituées d'un noyau et d'un cytoplasme, que s'effectue la synthèse des protéines.* ***Dessin 2 :*** *Dans le cytoplasme se trouve la matière première de la future protéine, c'est-à-dire les vingt acides aminés (sur notre dessin n'en figurent que 4 : histidine, valine, leucine, thréonine) et les outils qui permettront de la construire (ribosome et ARN de transfert ou ARN t). Le plan des protéines à synthétiser est écrit en langage codé dans le noyau sur des gènes constitués d'acide désoxyribonucléique (ADN) (sur le dessin nous n'avons représenté qu'un seul gène). Le message du gène est symbolisé avec des mots de trois lettres, dont chacune représente l'initiale d'une base azotée : adénine (A), cytosine (C), guanine (G), thymine (T). Et, chaque mot représente le message d'un acide aminé.* ***Dessin 3 :*** *Le message du gène est ensuite transcrit en « négatif » sur un calque d'ARN messager (ARN m), selon le principe de la complémentarité des bases : adénine-uracile, cytosine-guanine, thymine-adénine. Enfin, les ARN t qui portent, eux aussi, le message (imprimé, lui, en positif) des acides aminés s'accrochent à ces derniers.* ***Dessin 4 :*** *L'ARN m est « lu » par le ribosome. Ensuite les ARN t, amarrés à leurs acides aminés, se placent dans l'ordre d'appel, constituant ainsi la chaîne protéinique (simplifiée ici à 4 maillons). Enfin, la protéine se détache des ARN t, elle servira à édifier de nouvelles cellules, de nouveaux grains, de nouveaux épis, qui finiront sous la main du boulanger.*

VOIE SEMI-ARTIFICIELLE

Dessin 1 : *Le Prof. Julien centrifuge une cellule de grain de blé, ne laissant que les outils nécessaires à la fabrication des protéines, soit les ARN t et le ribosome.* ***Dessin 2 :*** *Dans cette cellule il introduit un ARN m extrait d'une autre cellule.* ***Dessin 3 :*** *Il alimente cette cellule avec des acides aminés chimiques.* ***Dessin 4 :*** *Une protéine artificielle duplicata de la protéine naturelle, est obtenue selon le même processus que celui employé par la nature. Enfin, cette protéine chimique entrera peut-être dans le pain de demain.*

VOIE ARTIFICIELLE

Dessin 1 : *Partant toujours d'une cellule centrifugée, le Prof. Julien introduit* ***(dessin 2)*** *dans celle-ci un ARN m « rewrité » (c'est-à-dire un ARN m naturel dans lequel les termes du message ont été inversés). On obtient ainsi le plan d'une protéine inconnue dans la nature.* ***Dessin 3 :*** *En alimentant cette cellule avec des acides aminés chimiques, une protéine apparaît au bout de la chaîne de montage* ***(dessin 4)****. Cette protéine pourra donc servir à fabriquer des aliments nouveaux.* □

(suite de l'article p. 50)

(Suite de la page 47)
habitudes alimentaires, tant biologiques que psychologiques, c'est seulement sous une forme « cuisinée » — les protéines — que notre organisme peut absorber les acides aminés, la question ne pouvait pas ne pas se poser : peut-on se substituer à la nature pour « cuisiner » ces fameux acides ?

Cette cuisine de l'avenir fonctionne déjà. A Limoges, où dans la Faculté des Sciences, une équipe de biochimistes, dirigée par le Pr. Raymond Julien, est déjà parvenue à créer des protéines artificielles, inconnues dans la nature, mais dont la structure respecte fidèlement l'enchaînement des 300 molécules d'acides aminés.

Pour cette cuisine de l'infiniment petit — il faut, pour construire une protéine, ranger 300 molécules d'acides aminés dans un ordre de succession rigoureux et spécifique de la protéine à synthétiser — les biochimistes devaient disposer « d'outils » aussi précis que ceux dont dispose la cellule vivante : les gènes, qui, alignés sur les chromosomes, au cœur de la cellule, « dictent » aux acides aminés, baignant dans le cytoplasme, l'ordre de succession dans lequel ils doivent se ranger pour être amalgamés par la machinerie cellulaire.

La matière de ces gènes est de l'acide désoxyribonucléique (ADN). Le message d'ADN est ensuite recopié sur un duplicata « négatif », appelé acide ribonucléique messager (ou ARN messager) qui sera lu et traduit par une sorte de curseur : le ribosome. A la suite de quoi, les acides aminés viennent s'aligner les uns à la suite des autres, comme des soldats au moment de l'appel dans la caserne (voir dessin). Ainsi, les cellules de la peau dictent l'ordre de succession des acides aminés qui constituent les protéines intervenant dans l'entretien et le renouvellement de ces cellules, les cellules d'un grain de blé dictent l'ordre des acides aminés des protéines que fabriquent ces grains de blé...

A ce jour divers laboratoires savaient effectuer ces opérations extrêmement complexes et fabriquer ainsi des protéines artificielles. Mais au prix de moyens extrêmement élevés qui rendaient hypothétique toute exploitation industrielle.

L'idée de génie des « cuisiniers » de Limoges fut justement de chercher les outils, qui permettent de ranger les molécules d'acides aminés dans le « bon ordre », là où ils sont abondants, sous forme de « cuisines automatiques » que la Nature peut fournir gratuitement « clefs en main » : des cellules vivantes. Pourquoi, en effet, ne pas alimenter des « cellules domestiquées » en acides aminés produits chimiquement et obtenir ainsi, « à la sortie », des protéines ?

Pour leurs premières expériences, les biochimistes ont utilisé des cellules embryonnaires de grains de blé, cellules jeunes et, par conséquent, en pleine activité.

Ces cellules ont été centrifugées afin d'obtenir, d'un côté, des cellules brisées sans noyau, mais ayant conservé leur machinerie génétique : ribosome, ARN de transfert et enzymes qui fixent les acides aminés sur les ARN de transfert (voir dessin) ; et de l'autre, les noyaux avec leur ADN, les ARN messagers et les acides aminés naturels. Dans les cellules brisées et sans noyau, on a ensuite réinjecté les ARN messagers qui étaient porteurs du plan des protéines que le blé fabrique normalement. Et on a alimenté ces petites usines naturelles avec une matière première artificielle : des *acides aminés chimiques*.

« Tout s'est déroulé comme prévu. Les acides aminés se sont alignés à la suite les uns des autres, selon l'ordre inscrit sur l'ARN messager. Et des protéines, identiques à celles que le blé fabrique habituellement, ont été obtenues » nous dit le Pr. Julien.

Mais ce n'est pas tout ! Allant plus loin, le professeur Julien a réussi, aussi, à fabriquer des protéines nouvelles qui n'existent pas dans la nature. Comment ? En injectant dans les cellules un ARN messager artificiel portant, inscrit en code, le plan d'une protéine imaginée par notre professeur. En effet, tout ARN messager est constitué d'une série de nucléotides contenant chacun un acide phosphorique, un sucre (le ribose) et une base azotée qui peut être soit l'adénine (A), la guanine (G), la cytosine (C) ou l'uracile (U). Trois bases azotées successives (ou codon) code pour un acide aminé. Par exemple, le codon AUG est le message de la méthionine, alors que le cordon UUU est celui de la phénylalanine.

Pour obtenir le plan d'une protéine nouvelle, il suffit donc de synthétiser des codons à partir de nucléotides libres et de les attacher ensuite ensemble. Pour l'instant, les chercheurs de Limoges, en utilisant des ARN messagers constitués de codons identiques (notamment des suites répétitives de codons AUG et de codons UUU) ont déjà obtenu respectivement des protéines constituées uniquement de méthionine et de phénylalanine. Dès lors, on peut inventer toutes sortes d'aliments ou encore « recopier » des aliments qui existent déjà. Tout dépendra des goûts des savants. Mais on pourra aussi s'orienter vers la mise au point d'aliments riches en certains acides aminés. C'est ainsi que des aliments à base de lysine, acide aminé qui est absent des céréales, pourraient être un précieux complément pour les Asiatiques qui se nourrissent presque exclusivement de riz. Or, cet acide aminé a pour fonction essentielle d'assurer une bonne régulation de la croissance.

Mais d'ores et déjà, le professeur Julien voit plus loin : des bactéries pourront, elles aussi, être converties en « usines » productrices de protéines. Le principe sera à peu près le même. L'alimentation de ces usines sera également assurée par des acides aminés synthétiques qui seront ensuite assemblés par la machinerie bactérienne. Cependant, à l'instar des cellules de blé, ces bactéries devront être au préalable bricolées.

Pour des raisons pratiques, les retouches se feront non pas au niveau de l'ARN messager mais au niveau de l'ADN, c'est-à-dire du chromosome qui, chez les bactéries, est unique,

(suite du texte page 160)

LA COLONISATION DE L'ESPACE

La plus docte assemblée du monde, l'«Association Américaine pour l'Avancement des Sciences», au cours de sa dernière réunion annuelle à laquelle assistait Alexandre Dorozynski a déclaré que le projet le plus urgent à mettre au point était la conquête réelle de l'Espace. La Terre vers 1980 est comme l'Espagne au début du XVIe siècle : surpeuplée et conquérante, elle a une famine d'«Inde» et d'«Amérique». Il faut qu'elle essaime dans l'Univers.

Il va falloir coloniser l'espace. La ruche est déjà pleine.

C'est à l'étude. Il y a déjà, à la NASA, un programme d'industrialisation de l'espace. Son directeur, Jesco von Puttkammer, l'explique en ces termes : « La croissance est une caractéristique de la vie. Nous allons sans doute dépasser les limites de la Terre. Sinon, l'humanité risque de n'être qu'une autre expérience ratée de la nature ».

A la dernière réunion de l'Association Américaine pour l'Avancement des Sciences, on a pu vérifier que la fiction d'hier, telle que celle qu'écrivait justement Puttkammer dans sa jeunesse pour gagner sa vie, est prise très au sérieux, elle s'est changée en projets chiffrés et qui prévoient la « colonisation » du système solaire en quelques centaines d'années. Ensuite pourrait commencer la conquête de notre galaxie et enfin, peut-être, l'essaimage dans l'espace profond, intergalactique, d'une humanité qui sera bien différente de ce qu'elle est aujourd'hui.

L'aventure commence dans 2 ans, en 1980, à la mise en service régulier de la navette orbitale, premier véhicule spatial récupérable et réutilisable, qui va abaisser d'une façon spectaculaire le coût des voyages et transports dans l'espace.

La réalité du projet s'exprime déjà en dollars, première monnaie spatiale. Le prix fort du frêt sera de $ 21 millions (environ 100 millions de francs) pour un client qui voudra réserver à date fixe la capacité totale d'un « shuttle orbiter », soit 30 t de fret. La NASA propose également des tarifs réduits pour de petits « colis » de moins de 200 kg, qui seront mis en orbite et retournés sur terre, ou livrés sur station spatiale, pour des prix allant de $ 3 000 à 10 000. C'est-à-dire $ 100, ou 500 F, par kg, aller-retour. (A ce tarif, le prix du timbre pour une lettre spatiale de 5 grammes serait de 2,50 F à peine, défi incroyable aux P et T du monde entier !) Des tarifs encore plus bas sont prévus pour expéditions sans horaires fixes, selon les disponibilités, et pour des projets particulièrement méritoires.

Déjà, plus de 150 réservations ont été faites et $ 100 000 d'arrhes versés par des gouvernements, des entreprises privées, des centres de recherche, et même des chercheurs indépendants, pour une variété de projets (préparation de produits biologiques pour l'industrie pharmaceutique, de cristaux pour l'électronique, traitement de métaux sous vide parfait, observations astronomiques, etc.). Des renseignements plus complets peuvent être obtenus auprès du bureau des Opérations du Système des Transports Spatiaux de la NASA à Washington. Téléphone (202) 755 2233, demander Mrs Donna Skidmore, adjointe au directeur, le Capitaine Chester M. Lee (dit « Chet »).

La NASA prévoit 487 missions de navettes entre 1980 et 1992. En 1980 également doit être effectuée la première mission du Spacelab, le laboratoire de l'espace, projet de l'Agence spatiale européenne, qui aura l'avantage sur le Skylab lancé par la NASA en 1973 d'être réutilisable (une cinquantaine de fois) et moins coûteux. Ses passagers pourront y vivre sans combinaison spatiale, sauf lors d'excursions hors du vaisseau.

Ce sera le début d'une nouvelle révolution in-

dustrielle : on commencera à utiliser les caractéristiques particulières du milieu spatial dans des buts commerciaux et utilitaires. Le potentiel est énorme. On ne l'exploite encore que dans le domaine des communications. Les investissements publics et privés dans les satellites de communications ont déjà dépassé un milliard de dollars, et COMSAT, la Corporation des satellites de communications, société mi-gouvernementale, mi-privée, n'a pas cessé de payer des dividendes à ses actionnaires depuis 1970. Les revenus de l'industrie des satellites de communications dépassent aujourd'hui $ 200 millions par an, et vont croître rapidement. On prévoit, pour l'année 1990, des satellites en orbite géostationnaire (à une altitude de 35 870 km) équipés d'antennes de 67 m² de diamètre qui permettraient l'établissement de 230 000 canaux de transmission vocale desservant jusqu'à 25 millions d'utilisateurs pouvant communiquer entre eux par montres-radio. Parmi les autres services rendus possibles par ces satellites : services d'enseignement, téléconférences, courrier électronique, acquisition d'information sur la surface de la terre, surveillance de l'environnement, cartographie, prévisions météorologiques et sismiques, etc.

L'étape suivante, c'est l'importation sur terre d'une ressource spatiale abondante et facilement transportable : l'énergie. Il s'agit d'un projet avancé il y a plusieurs années déjà par Peter E. Glaser, ingénieur, vice-président d'une des grandes firmes de conseils aux Etats-Unis, Arthur D. Little, Inc. L'énergie solaire serait collectée et convertie en électricité par des cellules solaires d'un satellite géostationnaire (1). La surface totale couverte par les cellules solaires serait de 90 km², fournissant une puissance de 5 millions de kilowatts, soit l'équivalent de cinq centrales nucléaires. Elle serait transmise sur terre sous forme d'un faisceau de micro-ondes, directement reconverties en électricité avec une efficacité de 85 à 90 %. Ce projet, qui avait d'abord été accueilli avec scepticisme, a récemment donné lieu à des études sérieuses présentées au Sénat américain.

Un des aspects les plus prometteurs, c'est que l'investissement par kW installé serait du même ordre que celui requis pour la construction d'une centrale nucléaire classique vers 1990 ($ 1 500 à $ 3 000), et qu'une fois en place, le *Sunsat* (satellite solaire) continuerait de fonctionner sans aucun apport de carburant, si ce n'est la radiation gratuite du soleil.

L'Inde et l'Allemagne ont entrepris une étude du projet, et des firmes japonaises se sont annoncées prêtes à fabriquer la plupart des composantes à des prix concurrentiels.

Des études sont en cours pour déterminer le risque potentiel de la transmission sur terre des micro-ondes générées par la station. Ces micro-ondes seraient captées par des récepteurs répartis sur un cercle de 10 km de diamètre (300 sites ont déjà été identifiés aux USA). Le faisceau

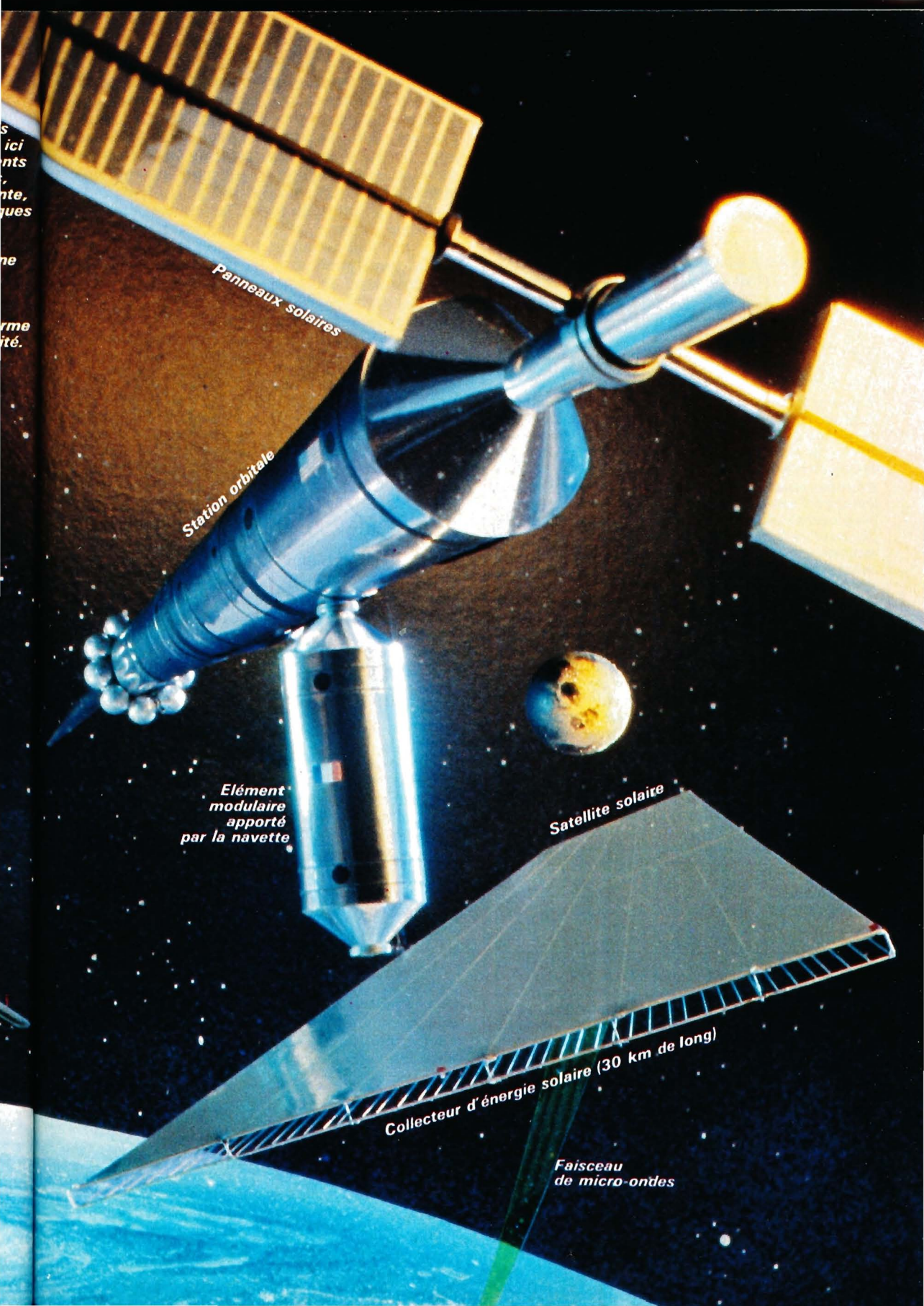
(1) *Science et Vie de février 1977.*

(Suite du texte p. 54)

POUR 1981 : UNE STATION RAISONNABLE...

Dans trois ans, cette image ne sera déjà plus de la fiction. La navette spatiale américaine, ici représentée en orbite, existe déjà. Les éléments modulaires qu'elle apportera dans ses soutes, pour construire une station orbitale permanente, seront en cours de construction. Les Soviétiques en feront à peu près autant, en assemblant plusieurs éléments.
Un peu plus tard, la station orbitale américaine servira de base à la construction d'une vaste structure, de 30 km de long, le "Sunsat", destinée à capter les rayons solaires pour en retransmettre l'énergie vers la Terre, sous forme de micro-ondes, afin de produire de l'électricité. L'avenir s'emboîte déjà au proche futur, l'audacieux au raisonnable.

Maquette et photo Vincent Chaix


Panneaux solaires
Station orbitale
Elément modulaire apporté par la navette
Satellite solaire
Collecteur d'énergie solaire (30 km de long)
Faisceau de micro-ondes

(Suite de la page 52)

de micro-ondes serait tellement diffus, selon le Dr Glaser, qu'il ne présenterait aucun danger, même aux humains qui le traverseraient. Un oiseau qui s'installerait sur un des récepteurs ressentirait une légère sensation de chaleur ; un problème pourrait en découler : en hiver, les oiseaux migrateurs pourraient, en masse, faire escale sur les récepteurs, mais les oiseaux n'en souffriraient pas. « J'offre, plaisantait le Dr Glaser à Washington, le vin et la salade à quiconque s'engage à manger un des canards qui aura traversé le faisceau — qu'il soit cuit ou pas. »

Il prévoit l'installation en orbite de 112 *Sunsats* d'ici une soixantaine d'années. Ces collecteurs d'énergie solaire fourniront alors l'équivalent de 25 % de toute l'énergie électrique consommée par les Etats-Unis. Ce réseau serait international, afin que les bénéfices issus de cette nouvelle technologie soient partagés, notamment par les pays en voie de développement dépourvus de ressources énergétiques.

Restent à résoudre les questions d'accords et de droit internationaux ; certaines nations équatoriales ont en effet proclamé que le cône d'espace à la verticale de leur territoire leur appartenait. Il est significatif qu'un spécialiste des affaires internationales ait participé aux réunions scientifiques de l'AAAS : pour Michael A. G. Michaud, du U.S. State Department, l'expansion dans l'espace est une entreprise humaine, et non seulement nationale. Elle doit être fondée sur sur la coopération entre les pays, et les richesses de l'espace ne doivent pas être réservées à ceux qui disposent de la technologie et qui peuvent faire les investissements nécessaires.

Les Soviétiques joueront un rôle important. La récente expérience du Saliout 6, à bord duquel deux cosmonautes ont passé plus de trois mois dans l'espace, et qui est conçu pour pouvoir recevoir du ravitaillement, du combustible et du personnel par une sorte de « camionnette spatiale (le vaisseau *Progress*) a démontré que la technologie spatiale de l'URSS talonne de près celle des USA.

Les richesses de l'espace sont incalculables. Il est vrai qu'au départ, c'est la Terre qui fournira les matériaux, l'énergie, le travail, et le capital nécessaires pour implanter les premiers colons et leurs vaisseaux dans l'espace. Mais cette situation va changer rapidement.

Non seulement pourra-t-on commencer à « expédier » sur terre de l'énergie, mais les colons eux-mêmes disposeront de ressources énergétiques considérables qu'ils pourront utiliser sur place. Ils disposeront aussi, sur le sol de la lune et dans les astéroïdes, de ressources minérales énormes, et des conditions inégalées pour leur exploitation.

Une excavation sur la Lune d'une surface de 1 km² et d'une profondeur de 15 m, ou bien un seul astéroïde de 300 m de diamètre, suffiraient à la construction de tous les satellites et stations spatiales d'ici l'an 2000. Des plans existent déjà pour l'appareillage nécessaire à la mise en orbite des matériaux lunaires, et pour des « remorqueurs de l'espace », à propulsion nucléaire, qui permettraient d'extraire un astéroïde de son orbite pour le placer sur une autre, rapprochée de celle d'une station spatiale.

La première base lunaire permanente pourrait être établie vers l'an 2000. Les colons de l'espace atteindraient alors une certaine mesure d'indépendance. En effet, les échantillons de « terre de lune » récoltés lors de la mission « Apollo » montrent que l'on y trouve à peu près ceci :

— Oxygène 40 % ;
— Silicone 19,2 % ;
— Fer 14,3 % ;
— Calcium 8 % ;
— Titane 5,9 % ;
— Aluminium 5,6 % ;
— Magnésium 4,5 %.

Un système de projection alimenté en énergie solaire permettra de libérer les matériaux sélectionnés de la faible gravité lunaire pour les mettre en orbite, avant de les expédier sur terre, ou les acheminer vers le lieu de leur utilisation dans

CONTRE LES RADIATIONS DES BOUCLIERS DE 10 TONNES AU MÈTRE CARRÉ

Dans les îles de l'espace, il sera nécessaire d'assurer la protection de l'organisme humain contre les radiations ionisantes. Selon les études de la NASA, l'idéal serait de maintenir le taux de radiations en dessous de 0,5 rem/an au moyen de « boucliers » antiradiation dont il existe deux types :

Bouclier actif. *Lorsqu'une particule chargée pénètre dans un champ électromagnétique, sa trajectoire est déviée. Le bouclier actif s'appuie sur ce principe pour créer une région protégée. Cette solution n'est pas encore au point.*

Bouclier passif. *Une masse de matière inerte entourant l'habitat spatial constitue un bouclier passif qui absorbe les particules ionisantes. Le bouclier serait placé autour de la station orbitale, mais séparé d'elle, et resterait immobile, ou tournerait très lentement. A la vitesse angulaire de la station, la force centrifuge serait supérieure à la résistance des matériaux constituant le bouclier. Ce type de bouclier passif est la solution la plus réalisable actuellement. Il requiert toutefois une quantité considérable de matériaux qui seraient extraits du sol lunaire et acheminés à la station orbitale. Le transport se ferait en trois temps. D'abord, les matériaux sont éjectés de la Lune par un accélérateur magnétique, vers un point intermédiaire dans l'espace. Là, ils sont interceptés et collectés par un capteur muni de radars. Enfin, un engin à propulsion nucléaire achemine les matériaux sur les lieux d'utilisation.*

La quantité de matériaux nécessaire varie selon la géométrie de l'habitat considéré. Voici les données correspondant aux quatre types d'habitat retenus par la NASA (1).

Forme de l'habitat	Tore simple Rayon maxi : 830 m Rayon mini 65 m	Cylindre à sommets sphériques Rayon 895 m Longueur 8 950	Sphère Rayon 895 m	Cloche Rayon 895 m Rayon sphère 316 m
Masse du bouclier, en mégatonnes	9.9	23.3	46.7	33.5

(1) On remarque qu'en ce qui concerne le bouclier, le tore est de loin la géométrie la plus économique.

l'espace

Il faudrait encore importer de la planète mère de l'hydrogène, de l'azote, et du carbone, dont le sol lunaire ne contient apparemment que de faibles quantités, mais cette nécessité disparaîtrait dès que l'on pourra exploiter d'une façon rentable les matériaux contenus dans les astéroïdes, notamment les chondrites carbonacés, dont on pense qu'ils contiennent de l'azote, de l'hydrogène, et du carbone, en abondance.

Le rideau se lèverait alors sur le deuxième acte de l'épopée spatiale : la construction de colonies permanentes, chacune pouvant abriter de 10 000 à 1 million de personnes, des villes, des usines, des exploitations agricoles, des mers intérieures même, et des plages de sable sur lequel les pionniers de l'espace viendraient s'ébattre lors de leurs heures de loisirs.

Ces « îles spatiales » ont été décrites par le physicien Gerard K. O'Neil (Science et Vie nov. 1974). La première, en forme de tore, ressemblerait à une chambre à air gonflée, de 2 km de circonférence qui tournerait lentement sur elle-même pour créer le long de sa paroi externe une gravité artificielle faible, mais qui permettrait à ses occupants de marcher, et aux objets et outils de ne pas flotter dans l'atmosphère, également artificielle. Des calculs récents faits par la NASA placent le coût d'une telle colonie entre 100 et 200 milliards de dollars, que l'on peut comparer à quelques autres grands projets grandioses déjà réalisés par l'homme : le Canal de Panama, 2 milliards de dollars ; le développement de la navette spatiale, 6 à 8 milliards : l'oléoduc Alaska-USA, 6 milliards ; le projet Apollo et son Alunissage, 39 milliards. (A titre de comparaison, le PNB de la France est de $ 28,2 milliards, et celui des USA, de $ 140 milliards.)

Après l'établissement de cette première « île de l'espace », la situation serait radicalement diffé-

PREMIÈRE URGENCE : FREINER LA CROISSANCE DÉMOGRAPHIQUE

La colonisation de l'espace ouvrira peut-être une voie nouvelle à l'expansion de l'humanité. Mais elle ne résoudra pas le problème, trop pressant, de la croissance démographique actuelle. Un chiffre suffit à le montrer : en 1976, selon les statistiques, la population mondiale augmentait de 64 millions d'habitants. L'essaimage de cet accroissement annuel impliquerait le lancement ***quotidien*** *d'un vaisseau spatial avec 178 000 passagers ! Pour l'heure, nous sommes affrontés à des problèmes concrets et urgents.*

Lester Brown, démographe et agronome, tente de faire le point dans son dernier ouvrage, « The Twenty Ninth Day » (1).

Il faut toutefois préciser que les thèses de l'auteur sont très contestées par les pays du Tiers Monde pour qui l'explosion démographique serait, les concernant, un retour à la normale et une « renaissance pleine de promesses ». Mais pour approximatives qu'elles soient, les estimations chiffrées de Lester Brown donnent à réfléchir.

Le taux annuel de croissance démographique aux alentours de 1970 approchait 3 %. A ce taux, remarque Lester Brown, une population est multipliée par 19 en 100 ans. Il est environ 100 fois plus élevé que le taux de croissance de l'humanité pendant les 15 premiers siècles de notre ère. C'est une croissance insoutenable. Elle a, d'ailleurs, rapidement décliné, pour atteindre, en 1975, 1,64 % par an.

Selon Brown, cette diminution du taux de croissance démographique va s'accentuer, et la stabilisation de la population mondiale aura lieu au début du XXIe siècle, sans doute, avant même que le chiffre d'une douzaine de milliards, prévu par les Nations Unies, ne soit atteint. Et ceci tout simplement parce que les ressources nécessaires à une population croissante ne sont pas disponibles.

Par exemple, la quasi-totalité des terres arables, dans les pays industrialisés, sont déjà cultivées et certaines sont menacées d'épuisement.

Six pays ont atteint la stabilité démographique en 1976, écrit Lester Brown : les deux Allemagne, l'Autriche, la Belgique et le Royaume-Uni. Pour d'autres, cet équilibre semble être proche ; c'est le cas de la France, de l'Italie, la Suède, la Norvège, le Danemark, les Pays-Bas et la Suisse.

Il est vrai que de nombreux pays en voie de développement restent encore natalistes, ou bien n'ont aucune politique active dans ce domaine. Pourtant, dit Lester Brown, leur croissance démographique doit ralentir et, éventuellement, s'arrêter. Cette stabilisation se fera-t-elle parce que le taux de natalité va baisser, ou bien parce qu'auront lieu, de façon sporadique mais inévitable, à l'occasion de disettes alimentaires, des augmentations tragiques du taux de mortalité ?

Voici, en tout état de cause, l'évolution démographique de 1950 à 1977 dont le taux de croissance globale s'établit autour de 2,1 %. Au-dessus de cette moyenne : l'Afrique et l'Asie avec des taux de 2,8 % et très au-dessous, l'Europe et l'Amérique du Nord avec des taux inférieurs à 1 %.

	Population en 1977	Population en 1950	Taux de croissance démographique
Monde	4307,4	2542,8	2,1 %
Afrique	451,2	218,9	2,8 %
Asie	2505,7	1 408,5	2,4 %
Amérique du Nord	247,3	166,1	0,8 %
Amérique Latine	341,8	164,4	2,8 %
Europe	478,8	392,4	0,6 %
Océanie	21,8	12,4	1,8 %

Ces estimations ont été faites par un organisme indépendant américain, The Environmental Fund, à partir de sources diverses. Elles ne représentent qu'une approximation, car dans de nombreux pays il n'y a pas de statistiques fiables ni de recensement. On remarquera que l'estimation du taux de croissance démographique mondial est supérieure à celle de Lester Brown, qui le situe à 1,65 %, au lieu de 2,1 %. □

(1) Éditions W. W. Norton Co, New York. « Le vingt-neuvième jour ». Le titre fait référence à la devinette du nénuphar : un marécage contient une seule feuille de nénuphar. Chaque jour, le nombre de feuilles double : 2 feuilles le second jour, 4 le troisième jour, 8 le quatrième, etc. Si le marécage doit être complètement recouvert en 30 jours, quand sera-t-il recouvert à moitié ? Réponse : le 29e jour.

rente, car l'expansion continue de l'humanité dans le vide du système solaire « coûterait » de moins en moins. La Terre, en revanche, bénéficierait d'une source nouvelle de matières premières, d'énergie, et de certains produits fabriqués.

De nombreux produits *made in space*, seraient, en effet, quasiment inimitables sur terre, car leur fabrication bénéficierait de l'apesanteur, et du vide spatial.

Jesco von Puttkamer cite, à titre d'exemple, la fabrication de grands cristaux, structurellement parfaits, que l'on ne peut obtenir que dans un environnement d'apesanteur. Ainsi il est vraisemblable que les firmes possédant des usines spatiales prendraient rapidement une partie importante du marché des semi-conducteurs, marché qui dépasserait, en l'an 2000, le chiffre d'affaires de 12 milliards de dollars. L'électronique de l'espace produirait des pastilles de circuits intégrés, des relais magnétiques, des détecteurs magnétiques, des filtres de fréquence ultrasoniques et optiques, des diodes piézoélectriques, des cristaux de mémoire holographique.

L'industrie pharmaceutique, elle aussi, aurait ses laboratoires de l'espace, pour y fabriquer, par exemple, de l'urokinase, enzyme sécrétée par des cellules spécialisées des reins. La fonction de

(Suite du texte p. 58)

LES RICHESSES DE L'ESPACE, « CASUS BELLI »?

Si la plupart des scientifiques voient en la conquête de l'espace un nouvel essor de l'humanité, certains craignent que cette conquête ne soit l'occasion pour l'homme de déclencher de nouveaux conflits démesurés.

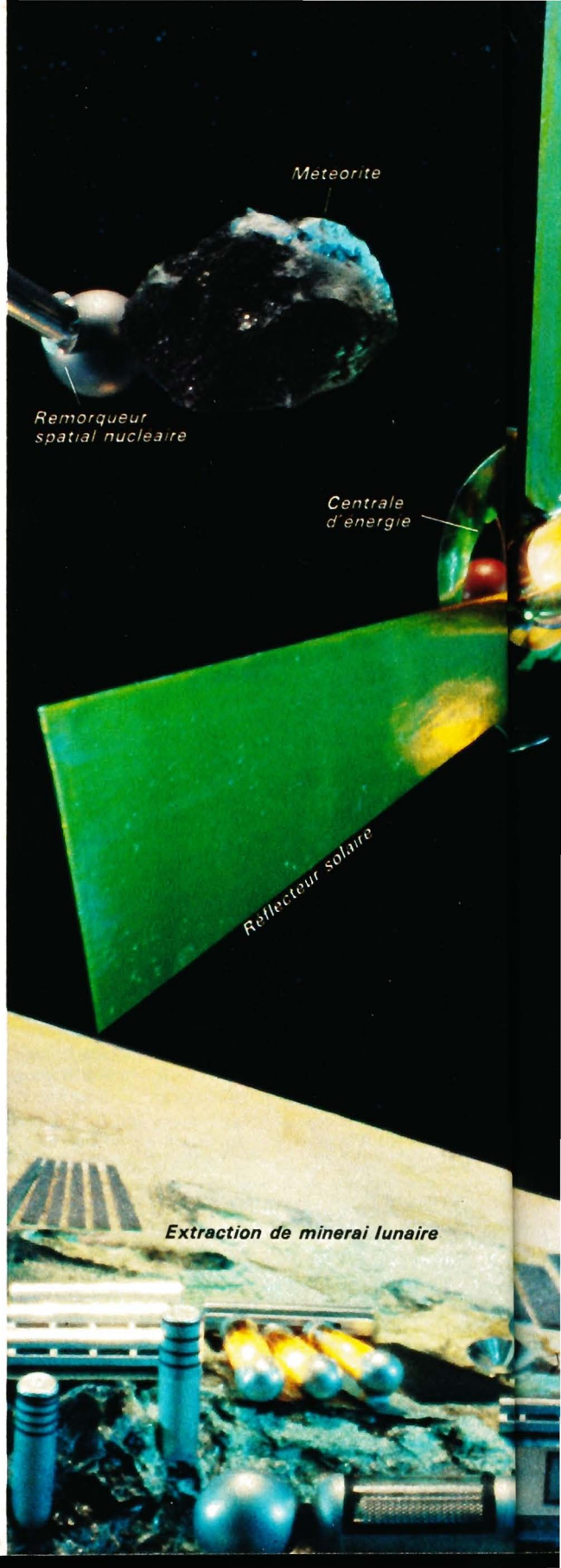
Le physicien Paul L. Csonka, de l'Institut des sciences théoriques de l'Université de l'Orégon, voudrait décourager la colonisation de l'espace avant que l'humanité n'apprenne à dominer ses conflits sur terre. Notre technologie est peut-être mûre, dit-il, mais nous ne le sommes pas.

Le Pr. Csonka compare les vaisseaux spatiaux aux navires lancés autrefois à la conquête des terres lointaines. « Il nous en reste l'histoire de navires pirates, de navires prisons, de navires dictatures. En atteignant une terre nouvelle, les explorateurs exterminaient les populations, mais aussi se combattaient entre eux. Avons-nous de bonnes raisons de croire que les conquérants de l'espace en feraient autrement ? »

Les vaisseaux spatiaux sont vulnérables et constituent des proies faciles ; des sources de matières premières les plus riches et les plus accessibles attisent la convoitise.

Au fur et à mesure de l'essaimage dans l'espace, le danger de conflit deviendra plus grand. Pourra-t-on conserver ces cités de l'espace sous le contrôle d'un gouvernement terrestre, alors que ces stations deviendront indépendantes ?

En attendant que l'on trouve le moyen de résoudre les conflits humains, il faut, dit le Pr. Csonka, limiter la conquête de l'espace à quelques postes d'observation, quelques opérations d'extraction de minerais, stations solaires, et usines. Et surtout s'assurer qu'aucune de ces stations ne devienne autosuffisante. Sinon, l'histoire belliqueuse de l'humanité s'étendra au système solaire et à l'univers... □



Extraction de minerai lunaire

Maquette et photo Vincent Chaix

...POUR 1990 : LES PREMIERES COLONIES...

Dans dix ans, cette autre image sera à peine de la fiction, puisqu'il sera technologiquement possible d'installer quelque 10 000 personnes sur des colonies orbitant à mi-chemin de la Lune. Les minéraux extraits de celle-ci pourraient, après traitement, fournir l'oxygène nécessaire aux colons et même les matériaux de protection contre les rayons cosmiques. Sur leurs écrans de tv, les enfants verront sans émotion un remorqueur à propulsion nucléaire placer un astéroïde capturé sur l'orbite de l'île, pour l'exploiter.

(Suite de la page 56)

l'urokinase est de prévenir la coagulation sanguine, susceptible de provoquer la thrombose des artères coronaires, la phlébite, l'embolie pulmonaire. Pour obtenir une seule dose d'urokinase sur terre, il faut « raffiner » plus de 1 500 litres d'urine, au coût de plus de $ 1 000 (ou 5 000 F). L'urokinase reste donc une substance expérimentale, alors que, rien qu'aux Etats-Unis, on pourrait en utiliser plus d'un demi-million de doses par an, afin d'éviter quelque 50 000 morts par thrombose ou embolie.

Or, des expériences réalisées lors de mission spatiales ont montré qu'il est facile de faire des cultures rénales en gravité zéro avec une rentabilité bien plus élevée que dans un laboratoire sur terre. Ensuite, grâce au procédé de l'électrophorèse, de faibles courants électriques permettent, en l'absence de toute sédimentation et de tous courants de convection, d'obtenir de l'urokinase hautement purifiée. Les études de la NASA concluent que l'urokinase spatiale coûterait (transport compris) dix fois moins que l'urokinase terrestre...

L'ingénierie génétique, ou modification du matériau génétique de microorganismes ou autres cellules, pourrait être pratiquée dans un laboratoire sans risque qu'un nouveau virus ou bactérie dangereux créé par l'homme ne contamine la terre. Cette technique est tellement prometteuse que déjà, deux sociétés commerciales ont été formées afin de l'exploiter pour la fabrication de produits biologiques, malgré la controverse et les interdictions qui existent encore ; un seul laboratoire a jusqu'à présent été qualifié pour réaliser les expériences potentiellement les plus dangereuses.

Les nouvelles industries de l'espace auront besoin, évidemment, de femmes et d'hommes hautement qualifiés, qui passeraient plusieurs mois, voire plusieurs années, en orbite. Les « îles de l'espace » pourront prendre des formes multiples. Elles seront placées soit sur des orbites particulièrement favorables à telle ou telle activité, soit sur les « points Lagrange » où les forces gravitationnelles de la Lune et de la Terre s'annulent.

Les stations seront conçues pour offrir aux colons un environnement agréable, même

UN ENVIRONNEMENT PHYSIOLOGIQUE CONFORME A CELUI DE LA TERRE

L'organisme humain ne peut survivre que dans un environnement assurant la satisfaction des besoins fondamentaux : air, eau, nourriture, gravitation. Aussi, dans les projets de colonies spatiales, a-t-on prévu de maintenir des conditions de vie aussi proches que possible des données terrestres.

Des habitats rotatifs pour rétablir la pesanteur. *A bord d'un vaisseau spatial, l'organisme humain se trouve en état d'apesanteur ; la « gravité zéro » entraîne des modifications physiologiques qui peuvent être gênantes. Dans tous les vols spatiaux, on a observé une décalcification à un taux de 1 à 2 % par mois, entraînant une réduction de la masse et de la densité osseuses. A long terme, il peut en résulter de l'ostéoporose, d'où une fragilisation dangereuse des os. Des déséquilibres hormonaux se produisent également, ainsi que des signes d'hypoglycémie.*

Le retour à la gravitation terrestre produit presque autant de troubles que l'apesanteur. Les astronautes ont éprouvé des augmentations de 10 à 20 pulsations cardiaques par minute, des modifications des réflexes musculaires, de la leucocytose. Certaines altérations, telles que des troubles vasculaires, des diminutions des résistances immunologiques, des différences dans le développement fœtal, peuvent devenir irréversibles. Il résulte de ces observations qu'à bord d'un vaisseau spatial, les astronautes devraient être soumis à une gravitation voisine de celle de la Terre, et le critère d'un écart inférieur à 10 % a été retenu par la NASA. La seule solution pratiquable pour produire une gravitation artificielle est un habitat rotatif. La rotation peut cependant avoir des effets secondaires gênants. Ces effets sont négligeables sur la Terre, mais à des vitesses de rotation de l'ordre de quelques tr/mn, on observe des perturbations sensorielles : illusions d'optique, troubles moteurs, altération du mécanisme de l'oreille interne. D'après la NASA, pour la partie habitable d'une colonie spatiale, la vitesse angulaire ne devrait pas dépasser 1 tr/mn.

Une atmosphère proche de celle de la Terre. *L'élément indispensable à la respiration est l'oxygène. L'atmosphère du vaisseau spatial doit en comporter assez pour maintenir une pression correcte dans les alvéoles pulmonaires. Un excès d'oxygène peut cependant entraîner des perturbations physiologiques telles qu'une diminution de la masse cellulaire sanguine. Par rapport au taux d'oxygène dans l'atmosphère terrestre, une variation assez large est possible sans danger.*

La présence d'un gaz inerte est souhaitable pour éviter des accidents respiratoires consécutifs à des décompressions au niveau des sinus. Le gaz le plus adéquat semble être l'azote, qui constitue d'ailleurs 80 % de l'atmosphère terrestre.

Une certaine quantité de gaz carbonique (CO_2) est également souhaitable pour favoriser la photosynthèse des plantes. La pression partielle en CO_2 ne doit pas dépasser 3 mm de mercure.

L'atmosphère doit avoir une certaine humidité, et une température voisine de 22 °C. Sa pression totale peut sans inconvénient être nettement inférieure à celle de l'atmosphère terrestre.

Le tableau ci-dessous résume l'ensemble des données physiques nécessaires pour assurer des conditions de vie respectant la physiologie humaine.

Pseudogravité ..... *0,95 ± 5 g*

Vitesse de rotation ..... *⩽ 1 tour/minute*

Exposition aux radiations (pour l'ensemble de la population) .. *⩽ 0,5 rem/an*

Intensité du champ magnétique ..... *⩽ 100 μT (micro-tesla)*

Température ..... *23 °C ± 8 °C*

Composition de l'atmosphère :

- *pression en oxygène* ... *170 ± 70 mm de mercure (Hg)*
- *pression en azote (pN_2)* . *200 < pN_2 < 590 mm Hg*
- *pression CO^2* ..... *< 3 mm Hg*
- *pression d'eau* ..... *7.5 ± 2,5 mm Hg*

Dessin J.-L. Gosse

luxueux. Petit à petit, se développeront des activités humaines — médecine, enseignement, arts, loisirs. Le tourisme spatial présentera sans doute des attraits nouveaux aux terriens, devenus familiers avec leur planète. Nous payons bien, dit von Puttkamer, $ 2 000 pour un aller-retour supersonique entre l'Europe et l'Amérique du Sud, et $ 10 000 pour une croisière autour du monde. Ne voudra-t-on pas dépenser autant pour vivre quelques jours dans une station spatiale ?

L'homme de l'espace sera, paradoxalement, confiné dans un espace clos, mais il pourra façonner cet espace à son goût, y recréer des sites comparables aux plus agréables sur Terre. La qualité de sa vie sera sans doute bien supérieure à celle de la grande majorité des Terriens.

Graduellement, l'essaimage de l'humanité continuera pour s'étendre à tout le système solaire, qui est accessible même avec les moyens techniques actuels. Cette étape étendrait l'emprise de l'humanité jusqu'aux alentours de Pluton, la planète la plus éloignée de la planète-mère, distante de quelque 5 milliards de kilomètres. Cette étape de l'épopée humaine pourrait aboutir à son terme d'ici 5 000 ans.

Le physicien William A. Gale, des laboratoires de recherche de la société Bell Telephones, qui a participé au projet Apollo, a calculé qu'au taux de croissance démographique de 0,5 par an, la population humaine aura été multipliée par un facteur d'une dizaine de milliards par rapport à celle d'aujourd'hui. (Le taux de croissance de 0,5 % est un peu moins élevé que celui de la France actuellement : il implique un doublement de la population tous les 139 ans. Le taux actuel de croissance démographique mondiale est de l'ordre de 2 % par an, et implique un doublement de la population tous les 35 ans. Il n'est guère pensable qu'il puisse être soutenu pendant plus d'une centaine d'années sans provoquer une catastrophe écologique).

Une fois le système solaire colonisé, la population humaine ayant dépassé la centaine de milliards de milliards (100 000 000 000 000 000 000 ou 10^{20}), la croissance démographique, même si elle n'est que de 0,5 % par an, devra rapidement s'arrêter. A moins que l'homme ne soit prêt, alors de prendre la longue route vers les frontières de notre galaxie.

Il est bien évident qu'à ce stade les projets envisagés paraissent relever davantage de la fiction que de données réalistes sur les innovations scientifiques et techniques requises pour quitter le système solaire.

La colonisation de notre galaxie ne pourrait commencer en effet que lorsque la vitesse de croisière des vaisseaux interstellaires atteindrait l'ordre du dixième de la vitesse de la lumière, c'est-à-dire de 30 000 km/s, ou 100 millions de km/h.

Si l'on ne connaît pas aujourd'hui de technologie permettant d'atteindre de telles vitesses, il n'y a pas, non plus, d'arguments scientifiques qui interdisent de penser qu'elles ne puissent être atteintes. (La vitesse lumière, 300 000 km/s, est, elle, considérée comme inaccessible à moins que l'on ne passe dans un quelconque hyper-espace qui échapperait aux lois de la relativité formulées par Einstein.)

Si l'on parvenait, par exemple, à convertir toute la masse du carburant d'un vaisseau spatial en énergie, il est tout à fait concevable qu'une vitesse de l'ordre de la moitié de la vitesse lumière puisse être atteinte, ce qui permettrait à un vaisseau parti de la terre de se trouver dans l'orbite de l'étoile la plus proche, Alpha Centauri, en moins de dix ans.

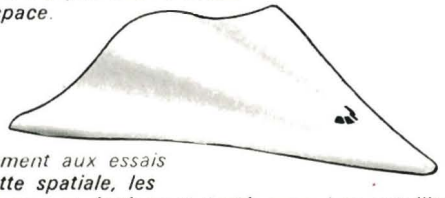
Aucun moyen n'est encore connu qui permette de le faire, mais plusieurs ont été proposés. En théorie, la technique la plus efficace serait de fabriquer de l'anti-matière en grande quantité. Des expériences de laboratoire ont démontré d'une part que l'anti-matière, ou matière négative, peut exister, et que l'anti-matière et la matière, mises en présence l'une de l'autre, s'annihilent en une explosion d'énergie. C'est la conversion totale de la masse en énergie : si ce processus était contenu et contrôlé, il permettrait à une fusée d'approcher les vitesses « relativistes » de

UNE NAVETTE SPATIALE SOVIÉTIQUE A VOILURE DELTA

Les Soviétiques essayent depuis un an un prototype de navette spatiale dans une base secrète de l'Armée de l'Air. On se doutait qu'ils devaient travailler à un projet similaire aux Américains. Mais c'est maintenant une certitude après la confirmation des militaires américains dans la revue Aviation Week.

La navette spatiale soviétique est, semble-t-il, plus petite que la navette américaine. Dans ses grandes lignes et d'après le peu que l'on puisse en savoir, elle rappelle les « lifting bodies », et plus particulièrement le Dyna Soar, développés dans les années 1960 par les Américains.

Assez curieusement, la navette spatiale soviétique qui a une voilure du type delta n'est pas dotée d'une soute s'ouvrant dans l'espace, comme l'est son homologue américain : cette configuration particulière semblerait prouver qu'elle serait principalement destinée à la relève des équipages des stations orbitales du type Saliout, le carburant et l'instrumentation étant apportés par des vaisseaux spatiaux automatiques du type « Progress ». Pour l'instant, la navette spatiale soviétique n'a pas subi d'essais dans l'espace.



Parallèlement aux essais de navette spatiale, les Soviétiques ont également testé avec leur satellite Cosmos 629 la version automatique d'un remorqueur spatial vraisemblablement capable d'être piloté et destiné à transporter les éléments de grandes stations ou de structures pour les assembler en orbite. Ce Cosmos 629 a été lancé le 17 juillet dernier depuis Baïkonour à 221/298 km sur une orbite inclinée à 51.6° (l'inclinaison des vaisseaux pilotés). Après avoir effectué plusieurs manœuvres en orbite, il a été volontairement détruit dans les couches denses de l'atmosphère, le 2 février dernier. □

Dessin J.-L. Gosse

la lumière. Ce n'est pas pour demain.

Mais, selon les astronomes et astrophysiciens, le Soleil en a encore pour quelque six milliards d'années avant de s'éteindre. Six milliards d'années, c'est à peine plus que les 5 milliards d'années de l'existence de ce système, ou que les quelque 4 milliards d'années écoulées depuis que les premières formes de vie y sont apparues. Nous n'en sommes donc qu'à mi-chemin avant la fin, une fin d'ailleurs toute relative, car l'homme pourrait fort bien se passer du Soleil. On s'en trouvera un autre...

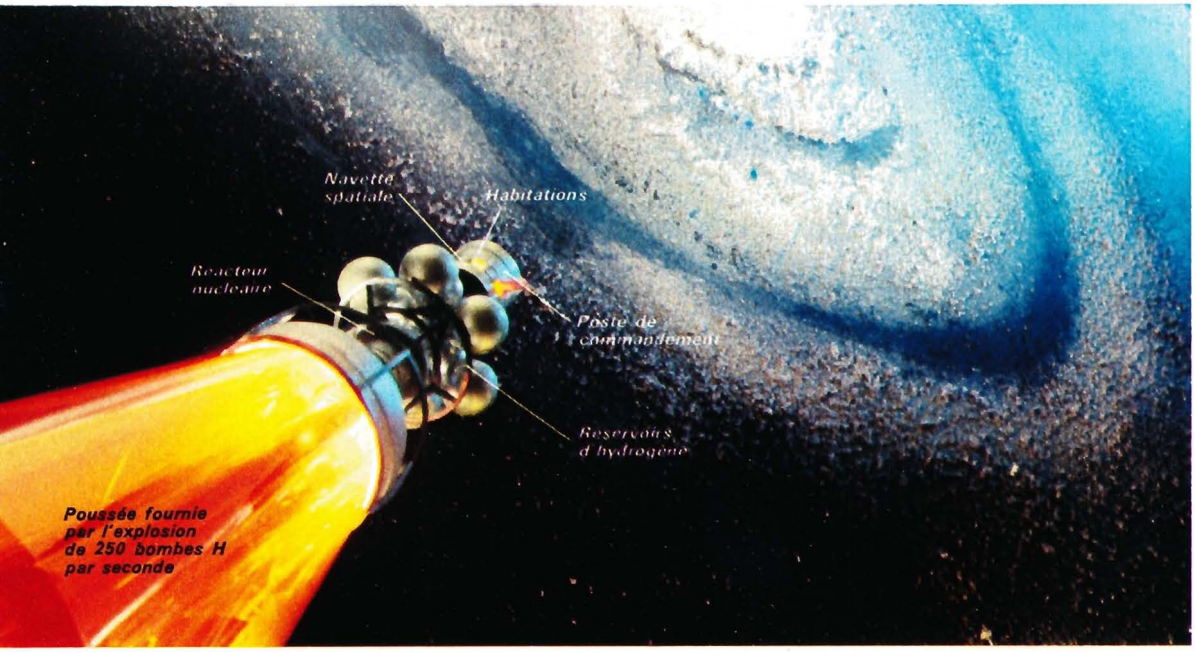
Il n'est pas nécessaire non plus de compter sur l'existence de planètes hospitalières dans notre galaxie ou ailleurs. Il y en a, sans doute, mais si on ne les trouve pas, les conquérants de l'espace intergalactique créeront leur propre habitat, en orbite autour d'une étoile. Ils utiliseront pour ce faire n'importe quel matériau qu'ils trouveront sur leur chemin. Les connaissances en astrophysiques sont suffisantes pour pouvoir affirmer que les éléments qui existent sur terre sont abondants dans le cosmos. Si besoin est, les colonisateurs démonteront astéroïdes ou planètes inhospitalières, pour en faire des îles spatiales avec un environnement sur mesure.

Cette étape de l'expansion de l'humanité pourrait prendre jusqu'à une dizaine de millions d'années — temps très court sur l'échelle géologique, puisqu'il est du même ordre que celui de l'existence de l'Homme sur terre.

Cet avenir lointain est hors d'atteinte de toute prédiction futurologique formulée sur des données aujourd'hui accessibles. Rencontrerons-nous, d'ici là, d'autres civilisations, elles aussi parties à la conquête de l'espace ? Selon l'astronome Robert Jastrow, fondateur et directeur du Centre de la NASA pour les études de l'espace, l'univers existe depuis 15 à 20 milliards d'années, et d'innombrables planètes comparables à la terre doivent se trouver en orbite autour d'autres « soleils ». Sur ces planètes sont apparues, à un moment ou un autre, les conditions nécessaires à la naissance de la vie. Les formes de vie qui y ont vu le jour ont sans doute été différentes de celles qui sont apparues sur terre, mais le Pr. Jastrow, et la plupart des scientifiques, pensent que les lois de l'évolution par sélection naturelle sont universelles, et que les terriens n'ont pas le monopole de l'intelligence.

Nous ne savons pas non plus si notre univers est fini ou infini, si son expansion dans l'espace sera continue ou si elle sera suivie d'une contraction menant à l'implosion ultime et au retour à l'atome originel, à partir duquel tout pourrait recommencer. Mais s'il doit y avoir une fin, elle est quelque 80 milliards d'années d'ici. C'est assez pour que l'intelligence imprègne l'univers, et pour qu'elle y fasse des rencontres de tout type...

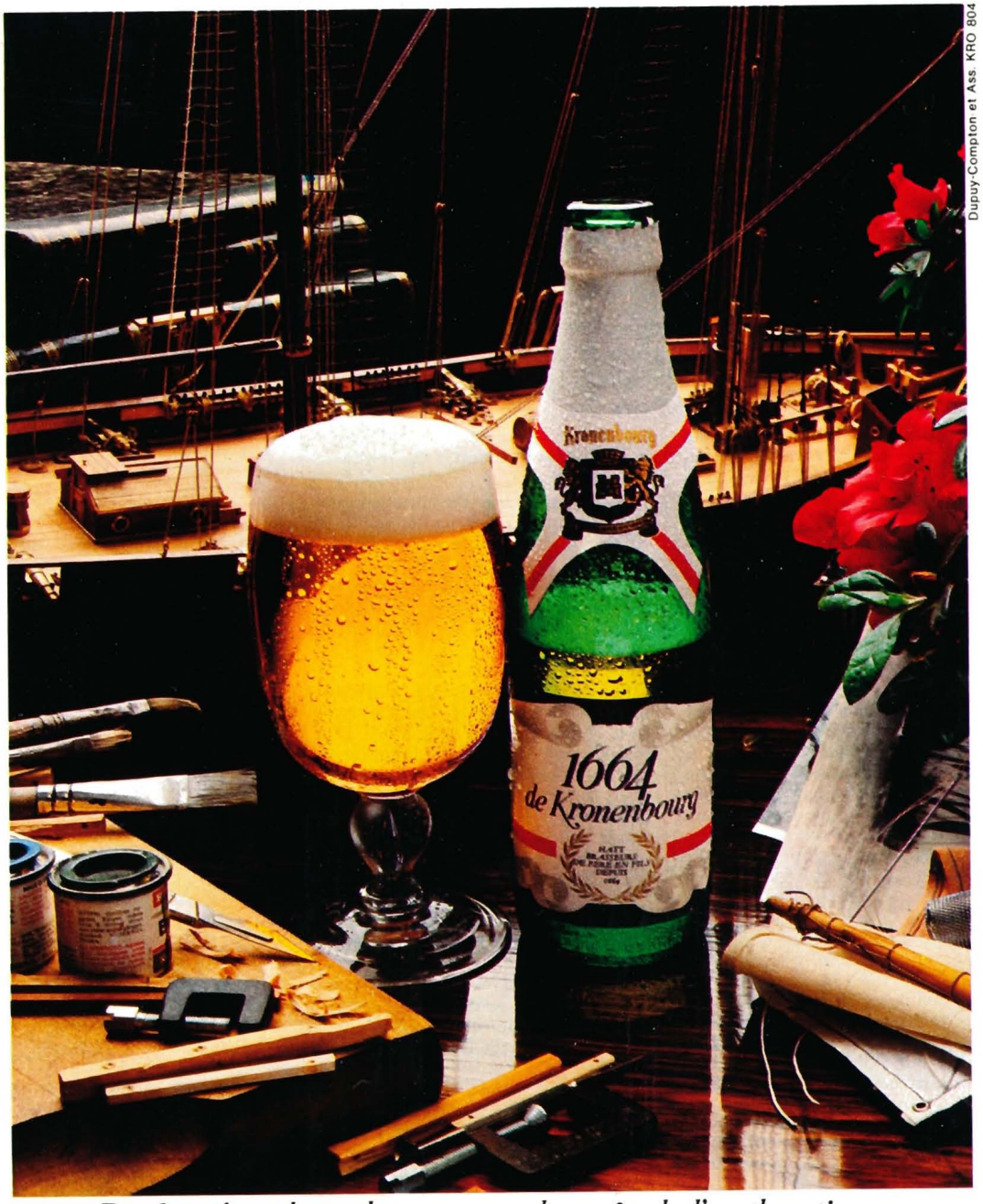
Alexandre DOROZYNSKI ■



...POUR PLUS TARD : L'EXODE GALACTIQUE

Pendant longtemps encore, une image telle que celle-ci restera fictive, bien qu'elle soit dès aujourd'hui familiarisée par la science-fiction : une fusée nucléaire, propulsée par l'explosion de 250 mini-bombes thermonucléaires par seconde. approche d'une planète extérieure au système solaire... C'est une péripétie du Projet Daedalus, qui envisage la conquête de la Galaxie par de véritables colonies autonomes et mobiles d'anciens Terriens. L'ensemble du système solaire aura alors été exploré à fond et une humanité d'un type nouveau, en expansion démographique constante, partira sans esprit de retour vers les proches planètes habitables. Plusieurs générations pourront se succéder avant que le capitaine ne crie "Terre !".

Maquette et photo Vincent Chaix



Dupuy-Compton et Ass. KRO 804

Parfois il est bon de retrouver le goût de l'authentique.

1664
de Kronenbourg.

LE NOMBRE D'OR DE L'UNIVERS : 10^{40}

C'est cette valeur immense qui revient sans cesse lorsque l'on tente d'établir des rapports entre les constantes qui régissent le cosmos et celles qui s'appliquent au monde des particules atomiques.

Le physicien-théoricien Paul Dirac à qui la physique doit déjà beaucoup, depuis ses premiers travaux en 1926, tente, ces dernières années, d'établir un pont entre l'infiniment grand et l'infiniment petit. Ce qui unifierait deux branches de la physique restées à ce jour indépendantes.

Une telle recherche amène immanquablement à rechercher les rapports mathématiques qui peuvent lier les constantes universelles. Mais que faut-il entendre par « constantes » ? Ce sont des grandeurs physiques : force, masse, charge électrique, vitesse, qui possèdent une valeur numérique toujours égale, quelle que soit l'expérience effectuée pour la mesurer. L'une de ces constantes les plus connues est la vitesse de la lumière, c, que l'on a mesurée avec une précision de plus en plus grande depuis cent cinquante ans : on sait désormais qu'elle est de 299 792,456 km/s. Il y a vingt manières différentes de calculer cette valeur et, pourtant, on trouve toujours une valeur très proche de 300 000 quand on l'exprime en kilomètres par seconde. Ainsi pourra-t-on dire que c est une constante universelle. Et l'on postule également que cette constante actuelle est immuable, c'est-à-dire qu'elle ne varie pas avec le temps : c, il y a mille ans, « valait » exactement 299 792,456 km/s et dans un milliard d'années ce sera encore ce nombre qui fera loi.

Une autre de ces constantes universelles est la charge du proton, charge unité d'électricité désignée par le symbole e. Toute l'électricité, toute l'électronique a toujours convergé vers une seule valeur de la charge élémentaire d'électricité portée par le proton et l'électron. C'est donc bien une constante fondamentale qui sert de brique élémentaire à la Nature. La masse de l'électron — la particule porteuse de cette charge — semble jouer également le rôle d'une constante universelle, c'est m.

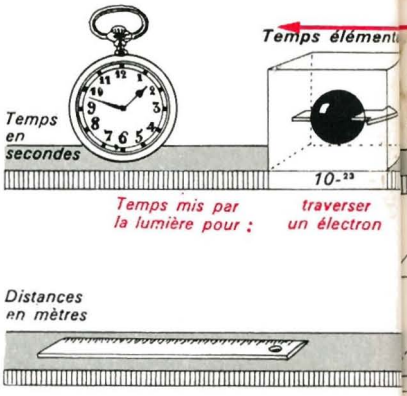
Le monde de l'atome révèle d'autres constantes qui lui sont propres, comme h dite constante de Planck.

Cette constante joue un rôle capital dans le monde de l'infiniment petit puisqu'elle régit l'émission d'énergie. Par exemple, la lumière est émise par quantités discontinues lorsque les électrons sautent d'une orbite à une autre dans leur mouvement de ronde autour des noyaux atomiques. A chaque saut une quantité déterminée d'énergie est libérée sous forme d'un photon et son énergie est toujours un multiple de la constante universelle h.

Ces dernières constantes ne concernent que le submicroscopique. Mais celle de la vitesse de la lumière, sans laquelle on ne saurait décrire l'atome, sert aussi à mesurer les fabuleuses distances de l'univers et à étudier les quasars, situés à des milliards d'années-lumière précisément. La lumière met dix milliards d'années pour parvenir des formations les plus éloignées actuellement reconnues par les télescopes, ce qui représente en secondes une valeur immense : 3.10^{17}, autrement dit trois suivi de dix-sept zéros. Il est un autre temps : 3.10^{-23} seconde, temps qu'il faut à la lumière pour traverser un nucléon de part en part. Evidemment c'est là un langage purement théorique ; rien ne permet de penser qu'à l'échelon particulaire la lumière s'amuse à aller d'un bout à l'autre d'un proton. Le pourrait-elle, même ?

Néanmoins, le physicien raisonne ainsi pour tâcher de découvrir ce qu'on pourrait définir comme étant un « temps élémentaire ».

De même, en astronomie, on peut envisager que les dix milliards d'années-lumière représentent un temps unité : disons l'âge de l'Univers avec un U majuscule. Cet âge est-il une entité véritablement définissable ? On en discute et on en discutera encore longtemps, sans doute, mais on tient là une quantité physique à partir de laquelle on peut opérer des calculs, quand bien même l'âge serait deux ou trois ou dix fois plus grand, en réalité. Pour le théoricien 3.10^{17} ou 6.10^{17} c'est la même chose car ce qui



importe dans ces équations où interviennent des nombres si colossaux, c'est la puissance de dix et non le facteur qui se trouve devant cette puissance.

Faisons le rapport des deux quantités en question : « âge » de l'Univers et « temps élémentaire » de la particule atomique. On obtient alors : $3.10^{17}/3.10^{-23} = 10^{40}$. Ce nombre est dit « sans dimension ». Cela veut dire qu'étant le rapport entre la valeur d'un temps t et un autre T, c'est un nombre pur qui ne sera jamais altéré par un changement d'unité. De surcroît, il est invariable vis-à-vis de toutes les autres constantes de la Nature : y aurait-il dix fois plus de matière dans l'univers, la gravitation serait-elle mille fois plus faible, l'électricité deviendrait-elle la force prépondérante à la place de la force nucléaire, sa valeur numérique ne changerait pas ! Ce nombre — dix puissance quarante — a donc un caractère universel. Pourquoi ? Pour l'instant on l'ignore. Mais il y a bien davantage à dire au sujet de ce

Dessin J.-L. Gosse

nouveau nombre d'or de l'univers. Considérons, non plus l'âge de l'univers mais son rayon : dix milliards d'années-lumière. Ce chiffre mesure d'abord une longueur : celle parcourue par la lumière en dix milliards d'années, à raison de quelque trois cent mille kilomètres par seconde. Ce rayon devient, quand on fait le calcul : 10^{26} m. Et le rayon de l'électron, la particule élémentaire par excellence, est de 10^{-14} m.

Faisons le rapport de ces deux quantités que l'on peut qualifier d'extrêmes, comme étant « la plus grande possible » et « la plus petite possible » : $10^{26}/10^{-14} = 10^{40}$. Encore lui ! Et toujours aussi pur, puisqu'il n'a pas de dimension étant le rapport entre deux longueurs. Ce nombre est monolithique, infaillible, indestructible, inattaquable, puisque tout pourrait être différent dans les forces de la gravitation et de l'électricité, les hommes pourraient être dix fois plus petits ou cent fois plus grands, les planètes tourner un million de fois plus vite, ce nombre resterait le même : dix puissance quarante.

Ces deux exemples simples sont presque évidents. Mais il existe d'autres constantes universelles.

Si l'on prend l'atome le plus simple, celui d'hydrogène, avec son électron unique qui tourne autour du proton central, on peut calculer les deux forces qui s'exercent entre eux deux. La force électrique d'une part et la force de gravitation d'autre part. Bien que la première soit prépondérante et joue pratiquement seule dans l'édifice atomique, il n'en reste pas moins que ces deux particules ont une masse, comme tout corps matériel, et qu'une très faible attraction opère entre elles, tout comme entre le Soleil et la Terre. Or, si l'on fait le rapport entre la valeur de la force électrique et la force de gravitation on trouve dans ce cas fondamental de l'atome d'hydrogène : 2.10^{39}.

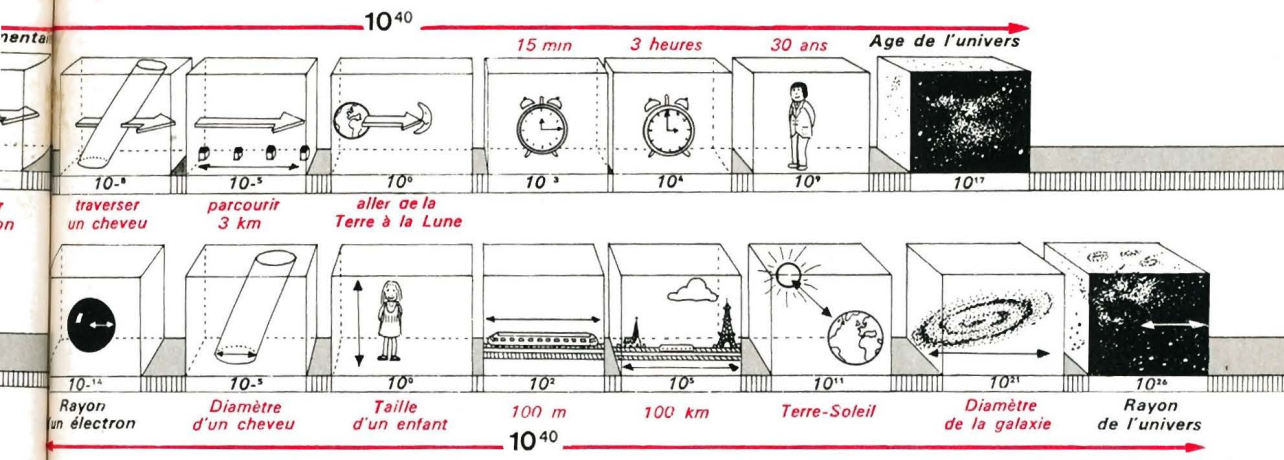
On nous objectera que c'est cinq fois moins que le mystérieux 10^{40} et que c'est une bien grande différence. Il n'en est rien ! Ce n'est pas du tout le rapport (cinq) entre ces deux nombres qu'il faut considérer, mais bien la différence entre eux comparée à leur valeur absolue. A ce moment on s'aperçoit qu'ils représentent l'un et l'autre pratiquement la même valeur intrinsèque.

Mais ce n'est pas tout. La physique moderne se pose le même problème qu'Archimède s'était astreint à résoudre dans son célèbre « Arénaire » : quel pouvait être le nombre de grains de sable — (arèna) en latin — dans le Monde. Le Monde d'Archimède était notre Univers à nous. Pour lui c'était la sphère sur laquelle les étoiles étaient fixées, qui contenait le Soleil et les planètes.

Ce problème se trouve transposé ainsi par la science actuelle : combien y a-t-il de particules (sous-entendu atomiques) dans l'univers délimité par l'astronomie, c'est-à-dire la bulle d'une dizaine de milliards d'années-lumière ? On trouve un nombre allant de 10^{78} à 10^{80} selon les auteurs. Il est évidemment fonction de la densité de l'Univers que la science contemporaine a tendance à augmenter notablement depuis peu, à cause de la découverte des trous noirs, ces astres hyperlourds, obscurs, qui happent toute matière en la faisant disparaître dans un néant total. Si les trous noirs sont nombreux, le nombre de particules sera 10^{80} plutôt que 10^{78}. Mais 10^{80}, n'est-ce pas 10^{40} au carré ?

Quel rôle énigmatique essentiel joue donc en physique fondamentale ce nombre fabuleux, 10 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000, le Grand Nombre, comme on l'appelle maintenant ? C'est ce que Dirac cherche à expliquer. Mais, pour le moment, le nombre d'or garde ses mystères...

Charles-Noël MARTIN ■



10^{40}, C'EST LE RAPPORT ENTRE LES DIMENSIONS DE L'UNIVERS ET CELLES DE L'ÉLECTRON. *Pour le physicien, quelle est la plus grande distance significative ? Le rayon de l'Univers, évidemment. Et la plus petite ? Le rayon de l'électron. Sur notre dessin, nous avons reporté leur valeur en mètres sur une règle graduée logarithmique où chaque graduation représente un facteur dix. Les exemples intermédiaires permettent d'évaluer la fabuleuse étendue de cette échelle. Ainsi le Soleil est distant de la Terre de 150 millions de kilomètres, soit 150 milliards de mètres, ce qu'on peut écrire approximativement : 1 suivi de 11 zéros ou encore 10^{11}. Évreux est à 100 km de Paris soit 100 000 m ou 10^{5} m. Rapport des deux : $10^{11}/10^{5} = 10^{6}$, donc 6 graduations seulement sur la règle. Alors qu'entre le rayon de l'électron, 10^{-14} m, et celui de l'Univers 10^{26} m, on en compte 40 ! Ce qui est surprenant c'est que si maintenant, sur la même règle, on porte, exprimées en secondes des durées, du « temps élémentaire », celui que mettrait la lumière pour traverser un électron, au temps le plus long, l'âge de l'Univers, on compte encore 40 graduations, de l'infiniment petit à l'infiniment grand. On retrouve le même rapport : 10^{40}. Serait-ce une nouvelle « constante » de l'Univers ?*

Dessin J.-L. Gosse

FAUT-IL BRÛLER LES SOCIOBIOLOGISTES?

C'est, après la colonisation de l'espace (voir p. 51), sur la sociobiologie que se pencha l'AAAS. Avec passion : le fondateur de cette discipline, Edward Wilson, fut hué et conspué. Alexandre Dorozynski raconte ici pourquoi cette nouvelle science, qui postule que les comportements humains ont des fondements biologiques, inquiète l'Amérique.

Lorsque les soldats d'Israël eurent conquis les Madianites et exterminé tous les hommes adultes, Moïse leur enjoignit : « Tuez tout mâle parmi les petits enfants, et tuez toute femme qui a connu un homme en couchant avec lui. Mais gardez en vie, pour vous, toutes les filles qui n'ont pas connu la couche d'un homme. » (Nombre, 31).

Moïse, ordonnant ce génocide, anticipait peut-être la sociobiologie, cette discipline dont les implications politiques inquiètent les Américains. Selon la « théorie centrale » de cette nouvelle science ([1]), l'objectif ultime de tout être vivant est de propager ses gènes, porteurs de ses propres caractères héréditaires.

Ainsi, l'élimination, par Moïse, de tout mâle, même non-combattant mais susceptible de transmettre ses propres gènes rivaux, est dans l'ordre de l'explication sociobiologique comme l'est l'extermination des femmes qui sont susceptibles d'avoir été fertilisées par des gènes indésirables. Car, maintiennent les extrémistes de la sociobiologie, le génocide est inscrit dans le patrimoine héréditaire de l'Homme... Mais ces conclusions risquent de jeter le discrédit sur cette discipline, comme le montre la récente mésaventure survenue au fondateur de cette science...

Le professeur Edward O. Wilson, curateur du Musée de zoologie comparée de la fameuse Université de Harvard (Boston), est un homme d'apparence frêle, aux grosses lunettes d'écaille, qui partage son temps entre les fourmis et les hommes. A le voir et à l'entendre, on ne s'attendrait pas à ce qu'il soit le scientifique le plus controversé aux Etats-Unis. Pourtant...

(1) Voir Science et Vie, n° 715.

Edward Wilson accusé : *sa théorie exploitée par des disciples trop zélés.*

A Washington, en février dernier, lors de la réunion de la très sérieuse et prestigieuse « Association Américaine pour l'Avancement des Sciences » (AAAS), à laquelle participaient quelque 5 500 chercheurs et enseignants, un groupe de manifestants s'est précipité sur cet entomologiste. Bousculé, insulté, le Dr Wilson a été aspergé d'une cruche d'eau avant que ses antagonistes ne se dispersent dans la salle bondée. L'incident était sans précédent dans les annales de l'AAAS, qui regroupe en son sein des milliers de chercheurs américains, et qui édite la respectable revue « Science ».

Le même jour, la revue « contestataire » « Science for the People » (La science pour le

Photos Paul Slade

peuple) distribuait à l'entrée de l'Hôtel Park Sheraton, le plus grand de Washington, où se déroulaient les multiples réunions de l'assemblée annuelle de l'AAAS, des tracts dénonçant la sociobiologie comme une « théorie sexiste et raciste », qui préconiserait un nouveau déterminisme biologique. Pour sa part, « People's Tribune », organe du Parti Communiste du Travail des Etats-Unis, titrait, de son côté, « la sociobiologie est une théorie fasciste ». Des groupes du mouvement de la libération de la femme, quant à eux, accusent le professeur Wilson de préjugés anti-féministes...

Les réactions passionnées que déclenche cette discipline nouvelle, dont on a attribué la paternité à l'entomologiste bostonien, dépassent malheureusement le cadre scientifique. Réactions qui ne sont pas toutes négatives : les « supporters » de Wilson, en nombre croissant, n'hésitent pas, eux, à proclamer que la sociobiologie étendra tôt ou tard sa domination sur les sciences politiques, le droit, la psychologie, l'économie, et l'anthropologie.

Pourtant, le professeur Wilson, lui-même, semble surpris de la controverse qu'a déclenché la publication de son livre de 700 pages, « Sociobiology : the new synthesis » (Sociobiologie : la nouvelle synthèse). « La sociobiologie, écrit-il, est l'étude systématique des fondaments biologiques de toutes formes de comportements chez toutes sortes d'organismes. C'est une discipline de recherches, et non pas, une hypothèse spécifique ».

Définition, pourrait-on croire, qui ne prête pas à controverse. N'est-il pas légitime de se demander, dans quelle mesure, notre comportement est influencé par ce que nous sommes — ce qui revient à se demander pourquoi l'on fait ce que l'on fait ? N'est-il pas tout à fait scientifique d'entreprendre des recherches pour savoir comment notre hérédité interagit avec notre environnement, physique et social, dans l'équation, sans doute complexe, de notre comportement ?

Mais certaines des observations de la sociobiologie se prêtent à des conclusions ou des extrapolations troublantes. Par exemple, si on décèle, chez les insectes et les animaux étudiés, les bases génétiques du travail collectif à la chaîne, de l'altruisme et de l'égoïsme, et même du sacrifice de soi-même, on y trouve aussi celles du népotisme, de la domination du mâle, et de la guerre. De là, par une extrapolation à l'homme, on peut craindre de retrouver les bases génétiques du racisme, du génocide, et du sexisme.

Poussée à l'extrême par certains de ses adeptes, la sociobiologie n'est plus une méthode d'investigation mais devient une doctrine qui ravale tout au niveau d'un égoïsme biologique irréductible : l'objectif premier de tout être vivant est la survie de son patrimoine génétique individuel, donc de ses gènes, porteurs de toutes les caractéristiques d'un être vivant. La vie, n'existerait plus que pour servir les objectifs de l'ADN, cette longue double-chaîne torsadée, composée d'acides nucléiques, qui se retrouve dans chaque chromosome et qui contient une succession de milliers et de milliers de gènes qui vont déterminer la spécificité et la potentialité de toute créature, donc de son comportement dans le contexte de tel ou tel environnement.

Sommes nous donc réduits à n'être rien de plus que le support de l'ADN ? Un éthologiste (science du comportement) britannique, Richard Dawkins le soutient : « Les gènes se multiplient dans d'énormes colonies (nous), en toute sécurité à l'intérieur de robots lourds, isolés du monde extérieur et le manipulant à distance. Ces gènes sont en moi et vous ; ils nous ont créés, corps et âme ; et leur survie est la raison ultime de notre existence... Nous sommes les machines qui assurent cette survie. »

On comprend, qu'entre la sage définition de la sociobiologie proposée par le professeur Wilson, et le couronnement du gène-roi tout-puissant par des zélateurs abusifs il y a toute la marge qui sépare une discipline scientifique d'une idéologie. C'est dans cette marge, néanmoins, que doit se placer la vérité (pour autant que l'on puisse jamais la déterminer). Car, s'il est impossible, de croire que notre hérédité ne joue aucun rôle dans notre comportement, il est tout aussi inimaginable d'admettre un déterminisme selon lequel ces gènes, en nous manipulant, manipulent, à leur profit exclusif, toute l'Humanité.

Mais pour David Barash. *la sociobiologie fournit bien le fondement du comportement.*

A Washington, reprenant calmement la parole, après avoir épongé l'eau et les insultes qui l'avaient accueilli, le professeur Wilson a déclaré que la sociobiologie, discipline d'étude systématique de l'interaction de l'hérédité et du milieu sur le comportement, ne peut envisager que trois possibilités en ce qui concerne l'influence génétique sur l'évolution du comportement humain.

- La première c'est que les populations humaines ont épuisé leur variabilité génétique et qu'elles sont donc uniformes en ce qui concerne les gènes qui influent sur le comportement. Cette première possibilité n'exclut pas une influence

Photos Paul Slade

génétique sur le comportement, mais cette influence serait la même pour tout le monde. Pour sa part, Wilson refuse d'accepter cette hypothèse, car non seulement elle va contre le bon sens (nous ne sommes pas tous identiques) mais aussi parce que de nombreuses enquêtes, notamment réalisées sur des jumeaux, ont montré que les gens dès leur naissance ont des prédispositions et des caractères différents, même si ils sont élevés et vivent dans le même milieu.

- La seconde possibilité, c'est que les gènes n'influent ni sur le caractère, ni sur le comportement, mais servent seulement à la transmission de données culturelles acquises. Cette hypothèse heurte également — à peu près pour les mêmes raisons : des traits de caractères différents, des comportements variés, se manifestent souvent dès l'âge le plus tendre. Les capacités d'apprentissage, elles-mêmes, sont différentes.
- Enfin, troisième possibilité : l'évolution génétique de l'Humanité, ainsi que celle des autres créatures vivantes, n'est pas terminée, et les gènes dont nous avons hérités ont une influence, si faible soit-elle, sur notre comportement social ou, au moins, sur certaines parties de ce comportement.

Cette troisième possibilité, si elle n'implique pas nécessairement un déterminisme rigoureux, suppose néanmoins des prédispositions innées, voir même des restrictions du « libre arbitre » dans l'éventail des possibilités humaines. C'est cette hypothèse que le professeur Wilson a, à la suite d'observations sur des animaux, adoptée comme base de travail. Elle fonde, en effet, la sociobiologie comme l'étude des mécanismes sociaux aussi bien que biologiques qui interviennent pour déterminer le comportement des êtres vivants.

Toutes les formes de vie ont au moins quelque chose de commun entre elles : la naissance, la mort, la reproduction (sexuelle ou non), la transmission d'une génération à une autre de caractéristiques héréditaires et, enfin, la sélection naturelle, définie par Darwin. Longtemps controversée, elle n'est guère plus contestée, du moins dans ses grandes lignes. Cette théorie soutient que les modifications génétiques favorables, survenues par hasard dans le capital génétique d'un organisme, sont graduellement sélectionnées lors de l'évolution, et deviennent une partie du patrimoine génétique de l'espèce. Les modifications défavorables étant, elles, graduellement éliminées.

Mais le darwinisme a engendré une autre controverse — aujourd'hui plus que centenaire — concernant les rôles respectifs de l'instinct (hérité) et de l'apprentissage (acquis) dans la formation du tout qu'est une créature vivante. « Nature contre environnement » reste un « sujet chaud », comme en témoigne la controverse actuelle sur l'héritabilité de l'intelligence (Science et Vie, mars 1978).

Pour le professeur David Barash, du « Centre pour les études avancées du comportement » à Stanford (Californie), la sociobiologie permet de se débarrasser une fois pour toutes de la dichotomie nature-environnement, du fait même de son axiome central : le comportement est le résultat d'une interaction entre des facteurs « internes » et des facteurs « externes ». « La sociobiologie, déclara le professeur, nous permet de nous placer, ne serait-ce que de temps en temps, au-dessus des détails pour se poser une interrogation fondamentale : Pourquoi ? Elle nous permet de poser cette question de façon intelligente parce qu'elle suggère une théorie plausible qui devient un outil de travail. »

Puisque le comportement reflète une composante du génotype (qui représente l'ensemble des gènes d'un individu) on peut s'attendre à ce que ce comportement optimise l'adaptabilité totale de l'individu. « En somme, le comportement, lui aussi, est soumis aux lois de la sélection naturelle. Le « comportement » avantageux est sélectionné lors de l'évolution aux dépens du « comportement désavantageux ».

Transmettre le plus de gènes au plus grand nombre possible de femelles : *telle est la raison pour laquelle ces bovidés (Alcelaphus buselaphus, Afrique du Sud) se battent entre eux.*

Photo Jacana et Roger Viollet

Deux modèles servent d'outils au travail du sociobiologiste. La sélection naturelle du darwinisme permet, au cours des générations, un triage des gènes et la sélection de ceux qui sont le mieux adaptés, (« les plus forts ») pour telle espèce dans tel environnement.

Et, deuxième modèle, celui dérivé en grande partie de la génétique et de l'embryologie (étude de la formation d'un être vivant à partir d'une cellule fécondée) — qui montre que le phénotype, qui est l'expression observable des gènes d'un individu, est le résultat d'une interaction entre ces gènes et l'environnement. Or, le phénotype d'un individu ne peut pas exclure son comportement.

L'association de ces deux modèles, souligna le professeur Barash, donne le « théorème de base » de la sociobiologie : le processus de sélection naturelle (modèle 1) s'applique au comportement (qui fait partie du modèle 2). Puisque le comportement reflète au moins une partie du génotype, il doit optimiser l'adaptabilité totale de l'individu,

c'est-à-dire la transmission d'un maximum de gène du comportement les mieux adaptés à un environnement.

Chez les insectes et les animaux, ce mécanisme sélectif du comportement est facile à illustrer. Le professeur Barash cite ses propres observations, faites sur des « poissons-demoiselle » *(Dascyllus albisella)* pendant plus de 150 heures de plongée près de l'Ile d'Hawaï. Chez ce poisson, c'est le mâle qui choisit, prépare et défend un petit territoire qui va servir de frayère, et c'est lui qui courtise la femelle, qui le quittera après avoir frayé. Le mâle assume la responsabilité des œufs, notamment le rôle de défense contre les prédateurs.

Le « théorème sociobiologique » permet de prédire que la femelle, pour assurer le succès de ses gènes, donc de sa descendance, choisira comme producteur un mâle agressif, capable de bien protéger les œufs une fois qu'elle les aura déposés. Barash, après avoir observé 27 mâles ayant choisi et préparé leur frayère, constata que les femelles courtisées choisissaient les mâles les plus agressifs. Et ceux-ci, comme s'ils connaissaient le critère de ce choix, s'activaient et manifestaient une agressivité d'autant plus vive contre les intrus que les femelles étaient présentes pour observer leur prouesses. Pour les deux, la tactique semble correspondre à « l'ultime objectif sociobiologique » : la perpétuation de ses gènes.

Un autre exemple est fourni par l'étude de deux sous-espèces de moineaux, l'une n'ayant qu'une seule couvée par an, l'autre pouvant en avoir deux ou trois. Comme prévu, la première espèce prend plus de risques avec sa propre vie que la seconde pour défendre son « investissement génétique » car celui-ci n'était pas renouvelable dans l'année.

Les hyménoptères (fourmis, abeilles, guêpes) semblent calculer le « meilleur » comportement pour assurer la transmission et le plus grand essaimage de ses propres gènes avec une précision d'ordinateur. Dans ce cas, le plus volontiers cité par les sociobiologistes convaincus, les hyménoptères ont une particularité du système de détermination du sexe qui fait que les femelles partagent entre elles plus de gènes qu'elles n'en partagent avec les mâles, bien qu'ils soient frères et sœurs, issus d'une même reine. Suivant le « théorème sociobiologique », ces travailleuses femelles devraient donc encourager la survie de femelles par dessus celle des mâles. Des observations faites par le jeune sociobiologiste Robert Trivers de Harvard montrent, qu'effectivement, les travailleuses passent beaucoup plus de temps à s'occuper de leurs consœurs que de leurs confrères, et que la mortalité de ces derniers est bien plus élevée que chez elles-mêmes. Aussi, les femelles, quoique stériles, encouragent la propagation de « leurs gènes »...

L'égoïsme, lui aussi, serait le résultat d'une évolution par le mécanisme de sélection naturelle, et les « gênes de l'égoïsme » existeraient dans de nombreuses espèces, sinon toutes.

Le « petit » (petit d'homme, d'oiseau ou autre) peut, poussé par le besoin de préserver ses gènes, vouloir obtenir plus que sa part des choses de la vie au dépens d'autres. Cet égoïsme favoriserait sa survie, et ce trait lui-même deviendrait, à la longue, héréditaire. Ce phénomène peut très bien se produire à l'intérieur d'une fratrie et il pourrait alors non seulement provoquer un conflit fratricide, mais un conflit entre parents et leur progéniture.

Le calcul sociobiologique est simple : un enfant partagera en moyenne la moitié de ses gènes avec ses frères et sœurs, et il aura donc deux fois plus d'intérêt à préserver les siens que ceux d'un de ses frères ou sœurs. Chacun des parents, au contraire, aura placé dans chacun de ses enfants le même « investissement génétique », et son intérêt sera de partager ses ressources et ses soins également entre toute sa descendance directe. L'enfant gagnera à être égoïste surtout si les

Guerres et génocides ne seraient que de l'« impérialisme génétique » *tant chez les hommes que chez les animaux.*

ressources, (par exemple la nourriture) sont limitées, alors que le parent voudra que l'enfant accepte un paragage à égalité.

Un parent — père ou mère — sera, bien sûr, physiquement plus fort que ses petits, lesquels ne pourront pas le forcer à leur donner plus que leur part de vermisseaux, de graines, ou de lait ni à leur prodiguer plus que leur part de soins. Alors, c'est l'enfant qui déploiera les meilleurs stratagèmes qui sera gagnant. Ces stratagèmes sont nombreux : l'oisillon, quoique suffisamment bien nourri, continuera de hurler pour obtenir plus que sa part ; un chien se retiendra de battre sa queue pour dissimuler son rassasiement. L'enfant humain utilisera un jeu de sourires et de cris pour mettre au point un système efficace de tromperie qui deviendra, à la longue, une partie du patrimoine génétique de l'homme. Certains sociobiologistes n'hésitent pas à dire que les tromperies commencent dès avant la naissance : les gènes du fœtus secréteraient des substances qui favoriserait sa croissance dans l'utérus, même aux dépens de sa mère. Les gynécologues ont

(suite du texte p. 158)

Photo Jacana et Roger Viollet

DES VOYANTS BIEN PEU LUCIDES

Les devins peuvent-ils prédire l'avenir ? Dans une certaine mesure oui, comme tout le monde. Mais justement, y réussissent-ils mieux que ceux qui ne se vantent d'aucun « pouvoir » ? Une étude réalisée aux Etats-Unis, montre qu'en fait ils sont moins brillants dans leur propre spécialité que de simples étudiants... « normaux ».

Faire des prédictions est une activité fort banale à laquelle nous nous livrons tous quotidiennement. L'économiste, quand il prétend que le taux d'inflation ne dépassera pas 10 % cette année, le météorologiste, annonçant pour le lendemain une zone de hautes pressions sur le Sud-Est, le médecin vous assurant que « dans une semaine, vous serez debout » et vous-mêmes, lorsque vous déclarez que l'été prochain vous passerez vos vacances en Bretagne.

Voilà des prédictions essentiellement rationnelles. Elles sont fondées sur l'analyse de la situation actuelle que l'on tente d'extrapoler en tenant compte d'un certain nombre de conjectures « vraisemblables ». Pour être logiques, elles n'en sont pas moins marqués d'un certain degré d'incertitude. Pratiquement, on peut dire qu'elles se réaliseront, « si tout se passe comme prévu ». Voilà finalement, comme l'aurait très bien dit M. de La Palice, la grande loi de la connaissance du futur : « On ne peut prévoir que ce qui est prévisible ».

Mais il est des personnes qui annoncent le futur de toute autre manière. Devins, mages et autres voyants prétendant « connaître » ou « voir » l'avenir. Et c'est sans doute celui-ci, le plus vieux métier du monde. Depuis des millénaires, les sages assurent que le futur est insaisissable et pourtant, aujourd'hui encore, après plusieurs siècles de culture scientifique, nous ne sommes toujours pas épargnés par les prophéties. Comment démontrer leur inanité ? En dressant un catalogue de leurs échecs ? C'est parfois divertissant.

Ne citons comme exemple que ces prédictions pour 1968 annoncées à l'époque par un célèbre hebdomadaire (1) : « France, c'est la paix et la richesse. Etats-Unis, c'est la victoire au Vietnam. Asie, la Chine est écrasée. Belgique, le roi Baudouin entre au couvent... ». Mais les « croyants » peuvent procéder de la même manière et opposer à notre sottisier un tout aussi long panégyrique recensant tous les cas où les devins sont « tombés justes ». Ainsi, dans l'article ci-dessus on pouvait aussi lire qu'aux USA le président Johnson s'en irait en 1968. Or cette année fut justement celle de l'élection de Richard Nixon. Réussite de la prédiction ? Indiscutablement, même si bon nombre d'analystes politiques étaient arrivés au même résultat.

Mais comment placer dans nos répertoires « réussites » ou « échecs » des prédictions du genre : « Le mois de septembre sera relativement frais », « un homme politique en vue connaîtra de graves ennuis » ou encore « troubles au Proche-Orient » ? C'est là tout l'art d'un professionnel : ce qu'il prédit ne doit jamais pouvoir se révéler totalement faux. C'est pourquoi, au lieu de se poser la question de savoir si les devins réussissent ou non à prédire l'avenir, il convient d'analyser s'ils y réussissent mieux que ceux qui ne se vantent d'aucun pouvoir « paranormal » pour utiliser le mot à la mode.

C'est le thème d'une étude entreprise en 1973 et 1974 aux Etats-Unis et dont la revue « The Zetetic » (2) vient de publier les résultats. Les dix premiers sujets, involontaires, de cette expérience furent dix voyants professionnels très connus auxquels l'hebdomadaire (à sensation) « National Enquirer » demanda à la fin de 1972, leurs prédictions pour 1973.

Celles-ci, au nombre de 59 au total, furent publiées le 14 janvier 1973. Au début du mois de février, on proposa à dix étudiants des Universités de Harvard et Radcliffe à Boston le questionnaire suivant : « Vous êtes un voyant réputé qui croit en son pouvoir de prédire le futur.

On vous demande, pour un magazine national, vos prédictions pour les douze mois à venir... Quels événements prévoyez-vous?

Donnez approximativement six prédictions ».

Le 10 février, on avait ainsi collecté 61 nouvelles prédictions. Comme alors aucune parmi celles des professionnels ne semblait encore avoir reçu ne serait-ce qu'une amorce de vérification, on décida de fixer à cette date le début de la période d'un an que durerait l'expérience.

Les 120 prédictions furent alors présentées pêle-mêle à cinq autres étudiants de Harvard avec les instructions suivantes : « Voici un certain nombre de prédictions.

Certaines ont été établies par des voyants, certaines par des personnes qui ne se considèrent pas comme des voyants. Notez chaque prédiction de 1 à 10 selon la probabilité que vous lui accordez de se réaliser avant le 10 février 1974 (10 : extrêmement probable, 1 : extrêmement improbable). Puis relisez les prédictions et notez chacune d'elles de 1 à 10 suivant la probabilité que vous lui assignez d'avoir été faite par un voyant (10 : indubitablement faite par un voyant, 1 : indubitablement faite par un « non-voyant »).

On laissa douze mois s'écouler. Voilà bien là l'une des grandes forces des charlatans qui prédi-

(1) Ici-Paris du 19 décembre 1967 : « Les prophéties de Nostradamus pour 1968 ».

(2) Voir Science et Vie n° 725, p. 63.

sent l'avenir. Il faut du temps pour vérifier leurs prophéties et on les a généralement oubliées depuis longtemps lorsque le délai prévu s'est écoulé. Mais dans ce cas précis, elles furent précieusement conservées. On les exhuma donc en février 1974 et on les présenta à cinq nouveaux étudiants de Harvard avec de nouvelles instructions : « Voici un certain nombre de prédictions, dont certaines ont été établies par des voyants, d'autres par des personnes ne se considérant pas comme voyants. Notez chacune d'elles de 1 à 10 selon la manière dont vous estimez qu'elle s'est réalisée entre le 10 février 1973 et le 9 février 1974 (10 : elle s'est très vraisemblablement réalisée, 1 : il est extrêmement peu probable qu'elle se soit réalisée). Puis reprenez les prédictions et notez chacune d'elles de 1 à 10 suivant la probabilité que vous lui assignez d'avoir été faite par un voyant (10 : indubitablement faite par un voyant, 1 : indubitablement faite par un « non-voyant »).

Premier résultat : les prédictions établies par les étudiants s'étaient nettement mieux réalisées que celles effectuées par des voyants professionnels ! les premières obtenaient une note moyenne de 5,45/10 contre 3,57 aux secondes. Cependant, pour la défense des « professionnels », on peut dire qu'ils avaient fait des prédictions beaucoup plus « difficiles », puisque leur probabilité de réalisation n'avait été évaluée au début de l'expérience qu'à 3,08/10 contre 4,58 pour celles des étudiants. Alors comment comparer leurs réussites respectives ? Car s'il est vrai que ce qui compte c'est la justesse du résultat, il faut bien admettre que l'on a évidemment plus de mérite à prévoir justement un résultat qui semble improbable, plutôt qu'un fait apparemment inévitable.

Deux mesures sont possibles pour tenir compte de ce facteur. L'une, que l'on pourrait qualifier d'absolue, l'autre de relative. La première consiste à faire le rapport de la note de réussite (R) sur la note qui mesurait la probabilité de réussite au début de l'expérience (P). On peut appeler le résultat facteur de réussite. On trouve ainsi pour les étudiants un facteur de réussite de $\frac{R}{P} = \frac{5,45}{4,58}$ soit 1,19 et pour les voyants de $\frac{3,57}{3,08}$ soit 1,16. La similitude des deux résultats est frappante. On peut aussi faire le rapport $\frac{R-P}{R}$ que l'on pourrait appeler taux de réussite. Pour les étudiants, on obtient ainsi $\frac{5,45 - 4,58}{5,45} = 0,16$ soit un taux de réussite de 16 %, et pour les voyants $\frac{3,57 - 3,08}{3,57} = 0,14$ soit 14 %.

Avec cette mesure également, les résultats sont similaires, mais donnent toutefois un léger avantage à ceux qui prétendent ne pas avoir de dons spéciaux. Décidément, ces voyants n'étaient pas très compétents !

Si, à première vue, c'est l'échec des devins professionnels qui ressort de ces résultats, on peut faire deux remarques qui, au contraire, expliqueraient plutôt leur succès. Tout d'abord, c'est que les taux de réussite de l'un et l'autre groupe ont été largement positifs.

Cela veut dire que lorsque l'on juge une prédiction, on a systématiquement tendance à sous-estimer la probabilité de sa réussite. Donc, si elle se réalise, on n'en accordera que plus de mérite à celui qui l'avait effectuée. Prédisez, prédisez, il en restera toujours quelque chose.

Deuxièmement, on peut remarquer que les voyants professionnels savent bien qu'ils ont avantage à formuler des prédictions plus hasardeuses, car s'il est vrai qu'elles ont moins de chance de réussir, elles leur rapportent beaucoup plus en cas de succès. Personne ne vantera, s'il réussit, les mérites de quelqu'un qui n'aurait fait qu'une prédiction, ayant une chance sur deux de se réaliser. Mais quel triomphe pour celui qui aura exactement prévu l'événement qui n'avait qu'une chance sur cent d'arriver. Même s'il avait fait soixante-dix autres prédictions qui ont toutes raté !

Car dans ce domaine, il est bien connu qu'on ne retient que les succès. C'est ce qui explique que les jurys étudiants, avant et après l'expérience, ont très largement reconnu les prédictions faites par les professionnels (ils les ont notées 7,29/10 en moyenne à la deuxième question contre 4,97 pour celles des étudiants en 1973 et 6,10 contre 4,35 en 1974).

Deux points enfin qui ont également été étudiés lors de cette expérience. Tout d'abord, fait effarant, sur les 61 étudiants à qui l'on avait demandé d'établir des prédictions, 32 seulement, c'est-à-dire tout juste plus de la moitié, ne croyaient pas que certaines personnes ont un pouvoir particulier de prédire l'avenir ! Enfin, consciencieux, les auteurs de l'étude ont voulu vérifier si les prédictions effectuées par les femmes, voyantes ou non, valaient celles des hommes. Victoire pour l'égalité des sexes : les résultats sont tout à fait comparables. Décidément, hommes ou femmes, voyants professionnels ou non, nous sommes tous aussi incapables de savoir de quoi demain sera fait.

Alain LEDOUX ■

NOUS AVONS ENLEVÉ LA PAILLE DE NOTRE ŒIL

Notre article « Bienvenue à la zététique » (n° 725), où nous nous félicitions de l'insurrection des savants contre la marée de fadaises qui charrie aussi bien la « voyance » que la « télékinésie », nous a valu un abondant courrier. Le ton n'en est qu'à moitié élogieux : la grande majorité des lettres se félicite de notre prise de position, mais déplore ou s'étonne que nous tolérions la publicité d'ouvrages sur ces questions, dans nos propres pages.

L'objection appelle deux réponses : la première est que le contraste entre nos principes et cette publicité plaide déjà en notre faveur, puisqu'il témoigne de notre indépendance vis-à-vis de la publicité. La seconde est que, pour mettre en acte nos convictions, nous refuserons désormais ce type de publicité. L'exemple sera-t-il suivi ?...

Cela étant, nous conservons quelques doutes quant à l'efficacité de telles mesures contre un type d'élucubrations qui flatte l'un des instincts les moins nobles de l'esprit, c'est-à-dire la superstition, et que nous assimilons à de la pornographie intellectuelle.

n.d.l.r. □

DANS NOTRE CERVEAU : UNE BARRIÈRE CONTRE LES MÉDICAMENTS

Les travaux d'un chercheur français permettent de comprendre, pour la première fois, pourquoi certaines substances ne parviennent jamais au cerveau. Mais ils posent une autre question : comment se fait-il que la barrière qui les bloque laisse passer certains toxiques, comme l'alcool et la drogue ?

La nature a fait merveille pour protéger les précieuses cellules nerveuses du cerveau.

Elle a doté celui-ci d'une barrière dont on ne connaît pas d'autre exemple dans le corps et qui permet à certaines substances de passer, à d'autres, non. Cette caractéristique, connue de tous les neurochimistes, était jusqu'ici mal expliquée. Des travaux récents viennent d'en éclairer les mécanismes ; ce sont ceux du Pr. Alexandre Robert, du Laboratoire de biochimie du tissu conjonctif, à l'Université de Paris - Val-de-Marne.

La barrière en question est constituée par la nature même des vaisseaux sanguins cérébraux, les capillaires : ils sont très différents de ceux du reste de l'organisme. Alors que ces derniers sont relativement perméables, du fait que leurs cellules endothéliales et leur lame basale (qui constituent deux couches superposées) présentent des jours, les capillaires cérébraux sont beaucoup plus imperméables.

De la sorte, toutes les substances charriées par le sang peuvent, dans une certaine mesure, filtrer à travers les vaisseaux dans l'ensemble de l'organisme, alors que, dans le cerveau, mystérieusement, certaines restent confinées dans les capillaires.

Première vérification : le Pr. Robert injecte à des rats une substance non toxique, donc théoriquement assimilable par le cerveau, mais d'une masse moléculaire très élevée, environ 40 fois celle du glucose. Cette substance est la péroxydase du raifort. Les animaux sont sacrifiés : la péroxydase a été très bien assimilée par l'ensemble des organes, mais non par le cerveau ; elle est restée bloquée aux jonctions des cellules endothéliales.

La preuve est faite : le cerveau se protège contre toutes les grosses molécules, sans doute parce qu'il n'a pas eu l'occasion d'en faire usage au cours de son évolution. Reste une question : comment le cerveau se défend-il contre des substances toxiques, de masse moléculaire moyenne, égale à celle de substances dont il se nourrit, comme notamment le glucose ?

En effet, lorsque le Pr. Robert a injecté à des rats un colorant toxique acide, le bleu trypan, de masse moléculaire égale à celle du glucose, il a constaté, à la dissection, que les muscles, le foie, l'intestin, etc. avaient été colorés au bleu trypan, alors que le cerveau, lui, avait conservé sa couleur propre. La barrière du cerveau avait donc agi de façon « intelligente » ; mais comment ?

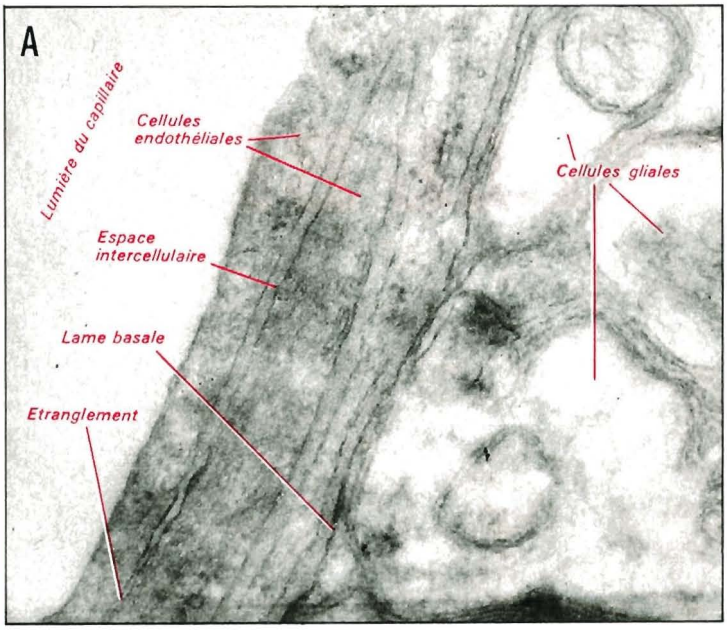
Après avoir vérifié que le glucose franchit bien les parois des capillaires cérébraux, le Pr. Robert a réalisé une autre expérience.

Muni de l'hypothèse selon laquelle la clef du mystère résiderait dans l'enveloppe extérieure des vaisseaux, la lame basale, il a commencé par détruire cette dernière chez des rats. Agent destructeur : une enzyme, la collagénase, qui détruit le collagène de la lame basale. Nouvelle injection de bleu trypan : à la dissection, les rats ont bien, cette fois-ci, le cerveau coloré en bleu, en surface et dans la masse.

Mais cette fois, également, on ne peut affirmer que la preuve est faite. Nuance considérable : on ne sait pas si la barrière anti-toxique réside dans la nature même de la lame basale ou bien seulement dans le collagène qui en est le matériau essentiel.

Certes, une expérience supplémentaire du Pr. Robert a établi que c'est bien le collagène qui avait été détruit par la collagénase. Des dosages du liquide céphalo-rachidien de rats traités ont indiqué un taux anormal d'un acide aminé, l'hydroxy-proline, constituant important du collagène : 6,75 µg/ml contre 2 chez le rat normal. En clair, après la destruction du collagène de la lame basale, les déchets ont été déversés dans le liquide céphalo-rachidien. Et, s'il restait un doute, deux chercheurs américains, Brendel et Mezan, ayant isolé et examiné des vaisseaux sanguins de rats traités à la collagénase, ont confirmé, cette fois-ci *de visu*, la disparition de l'hydroxy-proline dans la lame basale.

Tout ce que l'on peut affirmer jusqu'ici est que la protection du cerveau contre les substances toxiques (comme le sont certains médicaments) est le fait de la lame basale. Le débat peut sembler académique : il ne l'est pas. Un profane comprendra fort bien sa nature dramatique : lorsque des substances toxiques, telles que l'alcool et la drogue, parviennent jusqu'aux cellules du cerveau, le font-elles en se faisant pour ainsi dire passer pour des substances non toxiques, ou bien alors en détruisant le collagène ? La question est importante : dans ce dernier cas, c'est un vaste domaine de la neurochimie et de l'hygiène qui serait à réviser.



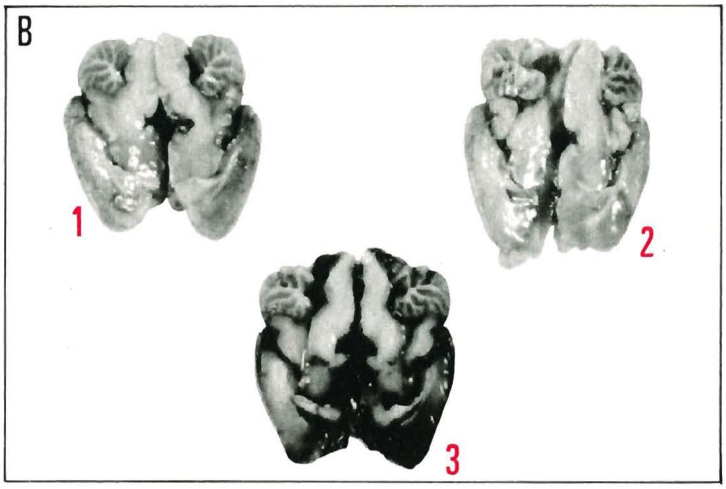


Photo A. La barrière telle qu'elle apparaît au microscope. *Sur cette coupe transversale d'un capillaire cérébral, grossie 42 000 fois au microscope électronique, on peut distinguer, sur la paroi interne, la couche de cellules endothéliales, qui constitue une première barrière. Entre ces cellules, se trouvent des espaces par lesquels passent les molécules de substances utiles au cerveau, à la condition qu'elles présentent un certain calibre. En bas, à gauche, on peut distinguer les rétrécissements qui bloquent les molécules trop grosses. Entre les cellules endothéliales et les cellules gliales, à droite, on peut distinguer la lame basale, qui constitue la deuxième barrière cérébrale. Élaborée par les cellules endothéliales, elle possède une fonction sélective, encore mystérieuse, grâce à laquelle les substances utiles aux cellules du cerveau (cellules gliales et nerveuses), comme le glucose, sont autorisées à passer, alors que certaines substances toxiques ne le sont pas. En gros, la première barrière fonctionne selon le critère de dimension, la seconde, selon celui de qualité. Lorsque la lame basale est altérée, les substances toxiques obtiennent un libre accès vers le cerveau.* ***Photo B. La barrière telle qu'elle fonctionne,*** *sur le cerveau des rats. Le cerveau 1 est celui d'un rat témoin, le cerveau 2, celui d'un rat auquel on a injecté un colorant toxique, le bleu trypan: le cerveau a conservé presque intégralement sa couleur naturelle, du fait que la lame basale était intacte. Le cerveau 3 est celui d'un rat dont on a détruit la lame basale : le bleu trypan a atteint le cerveau.* □

Deux faits à verser au dossier ouvert par le Pr. Robert : les complications neurologiques des grands brûlés et la possibilité de réparation des vaisseaux lésés par la collagénase.

On note souvent, chez les grands brûlés, des accidents neurologiques qui surviennent paradoxalement alors que les malades sont sur le chemin de la guérison. Or, l'analyse du sérum de ces malades révèle une collagénase d'origine interne et inexpliquée. Cette collagénase, fragilisant les capillaires cérébraux, exposerait le cerveau à toutes sortes de substances, toxiques ou non, mais peut-être contraires à l'économie chimique du cerveau.

L'hydroxy-proline, cet acide aminé essentiel à l'intégrité du collagène, peut se reconstituer après destruction. Le Pr. Robert estime à trois jours environ le temps normal de réparation. Le délai s'allonge, expérimentalement, à un peu moins de six jours chez le rat en présence d'inhibiteurs de synthèse des protéines.

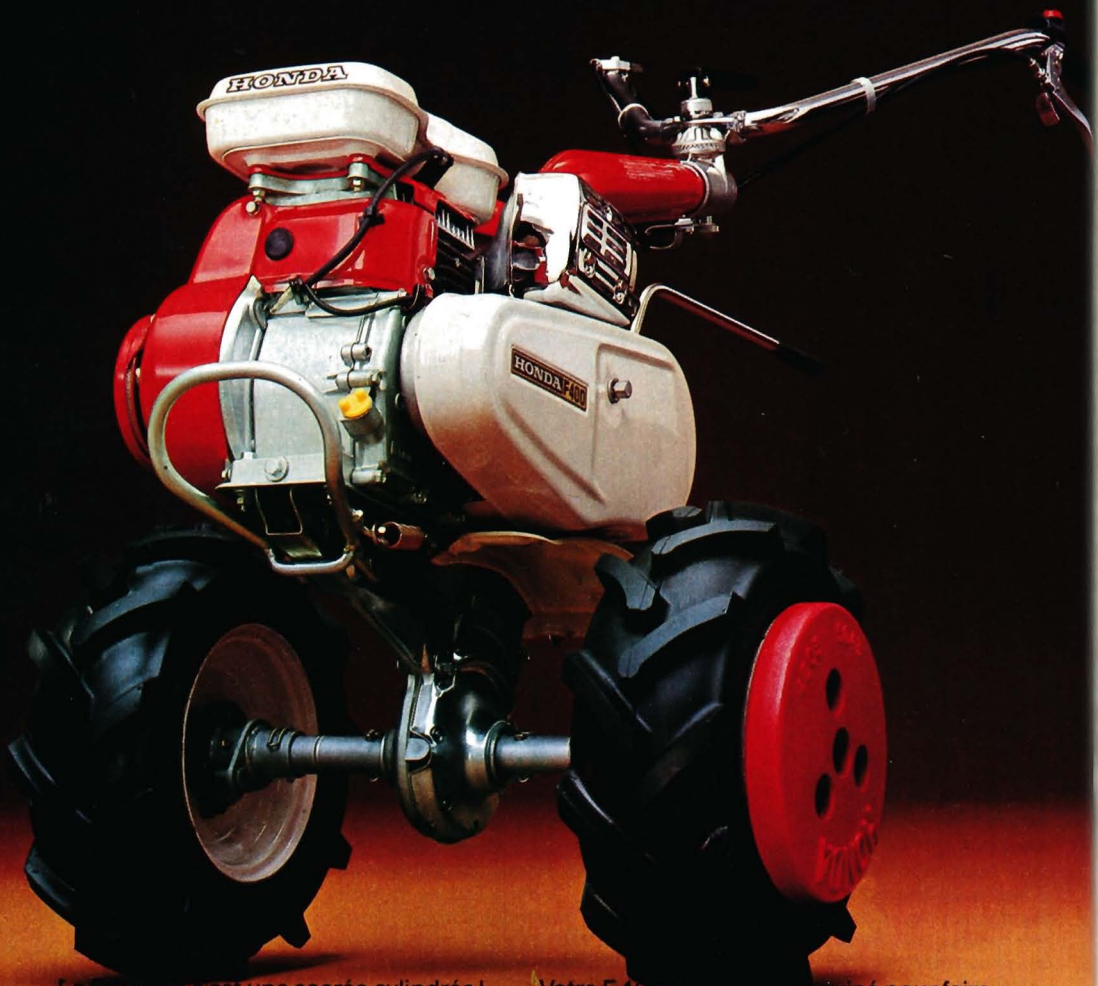
Comment les choses se passent-elles ? Comme tout acide aminé, l'hydroxy-proline est synthétisée à partir d'une portion d'acide désoxyribonucléique, appelée « gène », contenue dans le noyau des cellules endothéliales. Ce gène est, en quelque sorte, une bande magnétique sur laquelle est inscrit, en code, le plan de fabrication de l'acide aminé. Cette bande est alors déchiffrée par la machinerie cellulaire avec, pour conséquence, la matérialisation de l'hydroxy-proline. A noter que le collagène, qui est une protéine, n'est rien d'autre qu'une chaîne de divers acides aminés. Ce qui explique que les inhibiteurs de la synthèse des protéines retardent ou empêchent la reconstitution de l'hydroxy-proline.

Par ailleurs on a constaté qu'un extrait pharmaceutique de myrtilles, recommandé pour les troubles capillaires, renforce la lame basale, par la formation de complexes entre l'anthocyane des myrtilles et le collagène.

Reste désormais à élucider l'action sélective de la lame basale, très probablement fondée sur des mécanismes chimiques complexes. Reste aussi à reconsidérer la totalité de la pharmacopée des neurotropes et même de notre alimentation. Car si les myrtilles protègent nos cellules grises, qu'en est-il des conservateurs alimentaires, par exemple, pour ne pas parler de l'alcool... ?.

Pierre ROSSION ■

UNE BELLE BÊTE



Marcel GERMON

Le F 400 F 2 c'est une sacrée cylindrée ! Une belle bête ! Racée, puissante, qui fait corps avec vous. Et quand vous lancez ses 144 cm³, votre motoculteur inspire le respect. Son embrayage libère en souplesse une puissance formidable. Sous votre main, les commandes bien regroupées vous obéissent au doigt et à l'œil.

Votre F 40[illegible] équipé pour faire face à tous vos travaux. Sans effort. Vous pilotez une brute de travail. Solide. Efficace. Le F 400 F2 et votre jardin sont faits pour s'entendre.
Venez le voir au Point H de votre région. Nous vous montrerons en même temps toute l'écurie Honda.

HONDA

Liste des Points H sur demande à HONDA FRANCE Service SV - BP 87 - 93170 Bagnolet

Points H. Les conseils qui vous manquent. Les Motoculteurs dont vous avez besoin.

PHYSIQUE

UNE FOIS DE PLUS, ON RECHERCHE LES ONDES GRAVITATIONNELLES

Les ondes gravitationnelles ressemblent à cet animal mythique que Lewis Carroll appelait le « snark » et dont il raconta la chasse pittoresque. Il y a près d'un demi-siècle que les physiciens s'efforcent de les mettre expérimentalement en évidence. On sait qu'en 1930, le physicien italien Majorana obtint des résultats appréciables, mais qu'il eut de la difficulté à y faire la part de la gravitation et de l'électromagnétisme.

En 1958, refaisant l'expérience du pendule de Foucault, Allais constatait des anomalies corrélatives à une éclipse de Soleil, ce qui semblait indiquer que la Lune avait agi comme écran de la force gravifique solaire. Plus tard, de très nombreux chercheurs américains ont obtenu des effets « parallèles », enregistrés avec un gravimètre de Veinig-Menesz, en faisant tourner à grande vitesse des aimants placés sur un disque, cependant que d'autres s'attaquaient aux caractéristiques singulières de l'hélium liquide.

Longtemps abandonnées, faute sans doute de résultats probants, ces recherches ont repris récemment à l'Université de Louisiane. La nouvelle technique est à la fois prodigieuse et astucieuse : elle consiste à refroidir un cylindre d'aluminium, recouvert d'un alliage de niobium-titane sur sa face inférieure, à moins d'un degré au-dessus du zéro absolu, soit à — 272 °C. Alors, il devrait être possible d'enregistrer le passage d'ondes gravitationnelles, si ces ondes, comme les autres, ont le pouvoir de modifier les structures de la matière.

Le cylindre, long de 3,30 m et d'un diamètre de 1 m, pèse 5 t. Afin de le protéger de toutes vibrations, il flottera sur un champ magnétique engendré par l'alliage de niobium-titane cité plus haut, alliage qui devient supraconducteur aux très basses températures et qui entretient à peu près indéfiniment son propre courant électrique.

Les techniques d'obtention de très basses températures ont été assez perfectionnées en Italie, en Australie et aux Etats-Unis, pour que l'on puisse espérer approcher aussi près que possible du zéro absolu.

Il faut également observer, et c'est très important pour la compréhension de l'expérience, qu'aux très basses températures, toute agitation moléculaire disparaît et que les molécules tendent à s'organiser en réseaux cristallins. L'absence quasi totale de mouvement moléculaire rend, évidemment, toute perturbation beaucoup plus facile à détecter. Un graviton, si cette particule existe bien, passe alors dans les réseaux cristallins à peu près comme une balle de revolver passerait dans un bloc de plastique.

Cette technique a été inventée vers 1960 par un pionnier, le Dr Joseph Weber, de l'Université du Maryland. L'une de ses séries d'expériences les plus célèbres et les plus discutées est celle qui consista à installer dans des puits très éloignés des cylindres d'aluminium refroidis, selon la technique que nous venons de décrire, et puis à enregistrer tous les événements atomiques ou autres qui s'y produiraient. Weber obtint des résultats intéressants : certains « événements » se produisaient simultanément dans les cylindres. En 1974, Weber interrompit ses expériences et s'attacha au déchiffrage de ses données et il y est toujours ; il assure avoir détecté certains cycles inexplicables. Ses critiques, eux, objectent que les appareils de Weber ne sont pas assez sensibles pour enregistrer d'éventuels passages d'ondes gravitationnelles.

Et l'on évoque beaucoup, ces temps-ci, la technique utilisant le laser, mise au point en Allemagne, à l'Institut Max-Planck de Munich : elle consiste à renvoyer une fraction d'un rayon laser entre deux miroirs suspendus — et évidemment isolés de toutes vibrations parasites — plusieurs centaines de fois. Ensuite, l'on rassemble le fragment de faisceau au faisceau initial et l'on peut alors détecter, s'il y a interférence, toute action qui pourrait être, par exemple, gravitationnelle.

Mais le grand problème, fait-on aussi observer, est de déterminer la fréquence d'oscillation des hypothétiques ondes gravitationnelles. Weber avait constaté avec ses cylindres que les oscillations anormales se produisaient à 1 600 Hz. D'autres chercheurs ont obtenu, avec le système des miroirs, exactement la moitié, soit 800 Hz. Cela dépend évidemment de la nature du détecteur.

L'on recherche donc des vibrateurs à très grande fréquence. A l'Université de Rochester, le Dr David Douglas a installé un cylindre de saphir, qui vibre pendant 24 heures d'affilée. A l'Université de Moscou, le Dr Vladimir Braginsky a obtenu encore mieux.

Toujours est-il que la chasse au graviton est largement rouverte. Si elle aboutissait, cette fois-ci, ce serait une grande date en physique.

LA LUNE A-T-ELLE REÇU UN CHOC ?...

Les travaux de « sélénologie » avancent. Cinq grandes hypothèses en font foi.

● La première postule qu'un planétoïde d'importance heurta la Lune il y a 800 ans et qu'elle en oscille encore sur son orbite. Nous avons rapporté (S. et V. n° 714) l'observation bizarre, mais apparemment fidèle, des moines de l'abbaye de Canterbury, en Grande-Bretagne, telle qu'elle fut rédigée par l'un d'entre eux, Gervase : le 18 juin 1178, une torche géante sembla jaillir de la Lune, crachant flammes et scories, puis notre satellite, qui en était à son premier quartier, s'obscurcit. Or, selon un rapport du Dr Jack B. Hartung, de l'Université d'Etat de New York à Stony Brooks, rapport présenté à la dernière réunion de la Meteoritical Society, ce phénomène aurait été dû au choc d'un planétoïde, qui aurait creusé le cratère Giordano Bruno (18 km de diamètre) et déclenché une série d'oscillations de la Lune, d'une amplitude faible et d'une période de 3 ans environ.

A l'appui de cette théorie, il y a la « jeunesse » du cratère en question, et les analyses des roches prélevées sur les « rayons » du cratère. L'engin soviétique Luna 24 ramena des échantillons de ces roches en 1976 et il s'avérerait qu'elles ont, en effet, quelque 800 ans.

Quant aux oscillations, elles ont été établies à l'aide des réflecteurs laissés sur la Lune par les missions Apollo 11, 14 et 15, ainsi que Lunakhod 2, et qui réfléchissent les rayons laser envoyés de la Terre, avec un écart de 8 à 10 m. Il est à noter que deux des astronomes qui ont travaillé sur cette question, les Drs Odile Calame et Derral Mulholland, l'ont fait à partir du Centre d'Etude et de Recherches Géodynamiques de Grasse.

● Deuxième hypothèse : la Lune n'exerce pas seulement une action gravifique sur les océans, mais également sur le globe terrestre lui-même. Née au Lawrence Berkeley Laboratory de l'Université de Californie, cette hypothèse se fonde sur les variations de pression enregistrées dans des puits géothermiques, à l'aide d'un appareil à quartz ultra-sensible. Et cela, deux fois par jour au moment des marées.

● Troisième hypothèse : la Lune pourrait un jour cesser d'être notre satellite, pour devenir une planète à part entière. Selon le Dr Victor Szebehely, de l'Université du Texas, cela se produirait de la manière suivante. D'abord, si l'orbite de la Terre autour du Soleil devenait plus elliptique, au lieu d'être presque circulaire, comme elle l'est à présent, cela changerait l'orbite de la Lune, qui deviendrait instable et qui pourrait donc s'échapper de l'attraction terrestre. Ensuite, même si d'autres planètes que la Terre changeaient d'orbite, cela modifierait quand même l'orbite de la Lune. Enfin, si la Terre se rapprochait du Soleil, l'attraction de ce dernier nous enlèverait la Lune. Et qu'est-ce qui pourrait provoquer un changement aussi formidable ? L'arrivée à proximité du système solaire d'un corps céleste d'importance, par exemple.

● Quatrième hypothèse : il y aurait eu au centre de la Lune des éléments super-lourds dont la radioactivité aurait entretenu autrefois le champ magnétique lunaire, mais qui, depuis lors, se seraient désintégrés. C'est l'hy-

EXPLORATION

LA « CALYPSO » VOLANTE : UN AVION EXCEPTIONNEL POUR EXPLORER LE HAUT-NIL

A première vue, ce bimoteur amphibie « Catalina » ne se distingue pas des autres appareils de cette robuste série. En fait, tel que l'a fait aménager le Commandant Cousteau, cet avion, qui a les mêmes moteurs que le DC 3, soit une autonomie de 20 à 22 heures, est aux missions spéciales et aux interventions rapides ce que la « Calypso » originelle est aux grandes missions océanographiques : une base autonome au service des plongeurs.

La « Calypso » volante peut se poser, non seulement en mer, mais également sur les lacs et cours d'eau. Elle emporte, non seulement les équipements de plongée, bouteilles et compresseur, mais également deux gros pneumatiques à moteurs h.b., logés dans des caissons spéciaux aménagés dans les ailes. Surtout, elle dispose d'un matériel dit global navigation system, *lui permettant d'établir sa position n'importe où dans le monde, à une centaine de mètres près. En outre, ce qui est sans doute unique pour un avion, elle possède un sondeur-enregistreur, avec transducteur monté sur la coque, fournissant dès l'amerrissage les indications sur les fonds, pour l'ancrage ou pour tout repérage d'épave.*

Avec son fils Philippe, qui pilote cet appareil, le Commandant Cousteau a mis le cap vers l'Egypte, pour une longue exploration du Haut-Nil, des sources du Nil Blanc et du Nil Bleu, au cours d'une mission de trois mois au cours de laquelle seront réalisés deux films.

pothèse de l'astronome britannique S.N. Runcorn, de l'Institut pour les sciences de la Lune et des Planètes, à l'Université de Newcastle. Cela répondrait à la question que nous posions, en effet, dans notre n° 727, sur la force qui aurait autrefois alimenté la dynamo lunaire. Les numéros de ces éléments se seraient situés entre 116 et 124, bien que l'on ne connaisse actuellement aucune preuve de l'existence de tels éléments (les traces de leurs passages que l'on crut trouver dans des cristaux de monazite il y a quelques mois n'auraient, en fait, été causées que par des protons et des rayons X). M. Runcorn estime également que le noyau de la Lune aurait pu contenir un isotope de l'aluminium, l'Al 26, dont l'existence est inférée d'une trace bien réelle, à savoir la présence anormale de Magnésium 26, un sous-produit de l'Al 26, dans la météorite d'Allende. Cet isotope d'aluminium aurait été présent dans la Lune d'antan, et en assez grosses quantités pour participer à l'activité magnétique de notre satellite. Depuis il se serait désintégré.

● Cinquième hypothèse : selon les nouvelles estimations de l'ancien rayon de la Lune, celui-ci serait de 0,06 % plus long aujourd'hui qu'il y a 4 milliards d'années, mais il serait actuellement stabilisé. En comparaison, le rayon terrestre a augmenté de 0,8 % pendant la même période. Et il s'est également stabilisé.

MEDECINE

BARBITURIQUES ET CANCER

Il existait déjà d'excellentes raisons pour déconseiller l'usage régulier des barbituriques, substances que l'on trouve dans un grand nombre de sédatifs, d'hypnotiques et d'antispasmodiques. Il y en a une de plus, nouvelle et de poids : les barbituriques accéléreraient l'évolution des tumeurs et leurs métastases.

C'est du moins ce que donne à penser la série d'expériences menées sur des rats atteints de tumeurs de la prostate et de la mamelle, au Laboratoire Lobund de l'Université Notre-Dame, en Indiana. La même série d'expériences indique que l'aspirine et l'indométhacine retardent cette évolution.

ECOLOGIE

EFFET DE SERRE ET CLIMAT

Le taux de gaz carbonique dans l'atmosphère a augmenté de 5 % depuis 1958 et de 13 % depuis 1850. D'ici la fin du siècle, à ce train-ci, il aura augmenté de quelque 25 % en un siècle et demi.

Cet accroissement risque d'entraîner la formation d'une couverture gazeuse au-dessus de la Terre, qui ralentirait le refroidissement naturel qui se produit normalement pendant la nuit ; ce qui créerait le fameux « effet de serre » dont il est de plus en plus souvent question dans les débats sur la météo et l'écologie.

Théoriquement, le réchauffement entraîné par cette couverture de gaz carbonique devrait apparaître comme une bonne nouvelle. Evalué à quelque 5 °C d'ici deux siècles et demi, il se traduirait aux Pôles par un accroissement bien supérieur, soit de quelque 20 °C. Ce qui entraînerait une fonte partielle des glaces polaires, avec élévation subséquente du niveau des mers, bien que la température resterait bien au-dessous de 0 °C.

Mais ici, les rapports de l'Académie Nationale des Sciences des Etats-Unis et des spécialistes de la Union Carbide Corp., du même pays, se révèlent insuffisants pour fournir un modèle météorologique convaincant, parce que beaucoup de leurs données sont franchement contradictoires.

D'une part, en effet, on calcule que chaque fois que la température terrestre se sera élevée de 3 °C, les précipitations augmenteront de 7 % ; mais, d'autre part, dit-on, le réchauffement risquerait de déclencher des sécheresses dans des terres jusqu'ici fertiles. Cela ne compenserait-il pas ceci ? Le grand mystère réside dans les zones qu'arroseraient les surplus de pluie prévus. Première inconnue.

D'une part, certains experts estiment que cet accroissement de gaz carbonique provient de la combustion accélérée de carburants fossiles, tandis que d'autres experts l'attribuent à une déforestation excessive ; d'autre part, d'autres experts encore attribuent l'accroissement à l'activité solaire, en se fondant sur la corrélation enregistrée entre les taux élevés de CO_2 et les périodes de forte activité solaire. Deuxième inconnue.

Une quantité accrue de gaz carbonique augmentera la photosynthèse des plantes, avancent certains experts, avec raison ; nous aurons donc des récoltes records. Exact, observent d'autres experts, mais les processus respiratoires des plantes augmenteront aussi et les plantes produiront donc moins d'hydrates de carbone. Troisième inconnue, donc.

Il suffit d'augmenter la réflectivité de la Terre (c'est-à-dire son albédo) pour qu'une grande partie du rayonnement soit réfléchie vers les couches supérieures de l'atmosphère et que l'on pallie ainsi le réchauffement ; pour cela, disent certains, il suffit de répandre sur les océans de petites particules de latex ; il n'en coûterait que 25 milliards de francs par an. Faux, objectent d'autres experts, le rayonnement réfléchi n'atteindrait pas les couches supérieures, il se trouverait donc piégé entre les océans et ces couches, ce qui risquerait de chauffer encore plus l'atmosphère ; par ailleurs, ces particules de latex s'accumuleraient sur les rivages, risqueraient d'asphyxier la vie marine et, si elles étaient consommées par les poissons, Dieu sait ce qui adviendrait.

Bref, une seule chose est sûre : un accroissement de gaz carbonique changerait quelque chose à l'équilibre terrestre. Le reste est pure spéculation et parfois même, élucubration.

POLLUTION

SUÈDE CONTRE FRÉON

La Suède aura été le premier pays du monde à agir contre les risques de modification de la couche d'ozone par les aérosols à base de fréon : le 1er janvier 1979, ils seront presque tous interdits, qu'il s'agisse de produits cosmétologiques ou ménagers, d'insecticides, de désodorisants de l'air, de peintures, etc. L'interdiction similaire adoptée par les Etats-Unis et qui sera mise en vigueur à partir d'août 1978, est plus souple et progressive.

Photo Foëx

GEOLOGIE

A QUI « APPARTIENT » LA MÉTÉORITE DE ROCHE-CHOUART ?...

A la suite de notre article sur la météorite de Rochechouart, dans notre dernier numéro, nous avons reçu une lettre de M. F. Kraut, sous-directeur au Museum, qui nous prie de rectifier notre attribution des travaux géologiques commentés, qui serait « dénuée de tout fondement ». « C'est moi qui ai, le premier, reconnu, expliqué et décrit comme telles... ces roches extraordinaires ». Afin de ne pas léser ses « intérêts légitimes », nous donnons donc acte à M. Kraut du fait qu'il a publié, en 1969 et 1970, divers travaux sur la question.

Nous n'avons toutefois pas inventé le nom de M. Philippe Lambert : sa thèse sur le cratère d'impact de Rochechouart et les divers travaux qui la précèdent sont bien réels, et ils sont d'une abondance et d'une richesse de documentation qui nous ont évidemment retenus.

Nous rappellerons toutefois que, de 1935 à 1969, M. Kraut semble avoir penché pour une interprétation tectonique des brèches de Rochechouart. Ses premiers travaux sur la question ne s'inséraient donc pas dans la thèse que nous exposions.

MEDECINE

BICARBONATE DE SOUDE CONTRE NANISME

Une affection rare des reins, l'acidose tubulaire rénale classique, peut entraîner des troubles métaboliaues conduisant au nanisme. Des médecins américains ont découvert que le classique bicarbonate de soude constitue un remède remarquable pour son traitement. Et l'on a vu des enfants atteints de cette maladie recommencer à grandir à peu près normalement.

•• ***Mâcher des feuilles de coca est bon pour l'estomac,*** *selon un médecin et botaniste de l'Université Harvard. Les Indiens qui le font s'en portent très bien. L'ennui est que c'est de la feuille de coca que l'on tire la cocaïne...*

ZOOLOGIE

DES ANIMAUX QUI SE REFONT SANS CESSE LES DENTS

L'animal assez gracieux que ce chercheur présente au photographe est un narbalek, kangourou nain d'Australie, espèce assez rare et même particulière : il semble constituer, en effet, le seul exemple de renouvellement constant de sa denture. Vivant dans le désert australien et réduit à se nourrir des maigres plantes qui y poussent entre les pierres, le narbalek use ses crocs assez vite. Et il les remplace tout aussi vite. Pour vérifier cette singularité, les zoologistes de l'Université Monash, à Melbourne, se sont mis en quête de narbaleks. Chasse difficile, car l'animal est nocturne, timide et remarquablement agile : il peut sauter sur place à deux ou trois mètres de hauteur ! Après plusieurs échecs et bien des égratignures (au cours d'une chasse nocturne, l'un des zoologistes tomba par méprise sur un chat sauvage), nos chercheurs ont réussi à capturer une dizaine de narbaleks, actuellement en excellente santé, et à confirmer l'hypothèse selon laquelle « le narbalek est une usine à dents ».

DIETETIQUE

TOXICITÉ DU GLUTAMATE

Il y a plusieurs années que l'on sait que le glutamate, agent de sapidité théoriquement toléré dans l'alimentation au taux de 0,2 %, peut déclencher des réactions fâcheuses : migraines, troubles oculaires, congestion du visage... Certaines sauces chinoises comportant du glutamate, on a pu recenser un ensemble de malaises connu sous le nom de « syndrome du restaurant chinois ».

Jusqu'ici, de tels symptômes étaient attribués à une allergie particulière. Mais depuis quelque temps, des recherches plus poussées ont mené à soupçonner que le glutamate pourrait avoir une action plus grave sur le système nerveux en particulier. Les travaux des McGeer, par exemple, ont établi que les changements biochimiques induits par le glutamate déclenchent des troubles analogues à ceux d'un désordre connu sous le nom de Chorée de Huntington. Les McGeer avaient attribué cette action au fait que le glutamate serait un transmetteur excitant.

Deux chercheurs de l'Université de Washington, Olney et Gubareff, concluent, eux, que le glutamate entraîne purement et simplement la dégénérescence et la destruction des neurones, alors qu'un autre produit excitant, l'acide γ-amino-butyrique, n'entraîne pas de tels effets. Ce qui indiquerait, d'abord, que l'action neurotoxique du glutamate ne s'explique pas par le fait que c'est un excitant, mais par des caractéristiques qui lui sont propres. Cela indique ensuite que le glutamate traverse certaines barrières cérébrales, dans certaines conditions.

Quelles conditions ? Normale-

ment, l'action du glutamate sur le cerveau devrait être assez faible ; toutefois, chez certains individus, la dégradation de certains mécanismes protecteurs ferait que le glutamate accède abondamment à la transmission neuronale ; il s'accumulerait dans les synapses, provoquant alors des troubles importants et la dégénérescence des neurones au'il excite.

Olney et Gubareff vont, dans leur communication à la revue « Nature », que nous avons ici résumée, jusqu'à attribuer au glutamate la Chorée de Huntington.

Faut-il donc donner tant de goût aux aliments ?...

AVRILOLOGIE

LES ARÊTES DES POISSONS D'AVRIL

En dépit d'un titre de rubrique qui nous paraissait « annoncer la couleur », plusieurs de nos lecteurs se sont laissés prendre par le poisson d'avril que nous avons publié sous le titre « Le mystère du triangle des Bouches-du-Rhône », ainsi qu'en témoigne notre courrier. Le pastiche était sans doute trop bien fait... ou pas assez. Tout en félicitant ceux de nos lecteurs dont l'esprit critique est assez avisé pour avoir refusé de consommer ce plat creux, nous adresserons quand même des compliments à titre de consolation à ceux qui s'y sont fait prendre : leur refus du charlatanisme plaide quand même en leur faveur. Quant à ceux qui nous ont félicité, nous, de renoncer au rationalisme, nous les invitons à approfondir la redoutable science de l'« avrilologie ».

●● ***Hélas non, le xylitol non plus n'est pas le sucre idéal :*** *la Food and Drug Administration, qui a certainement à sa disposition des moyens de recherche immenses, a découvert qu'il a entraîné, en Australie et en Nouvelle-Zélande, des morts de gens à qui on l'avait administré à la place de glucose. Même le chewing-gum au xylitol serait retiré du marché américain...*

COSMOLOGIE

LES COQUETTERIES DE L'UNIVERS

Ardemment interrogé par l'astrophysique et toutes les disciplines de la cosmologie, l'univers refuse toujours de livrer sa date de naissance. Depuis les années cinquante, on lui prêtait dix-huit milliards d'années ; un astrophysicien britannique estime, lui, qu'il serait beaucoup plus jeune : neuf milliards.

Pour Donald Lynden-Bell, de l'Université de Cambridge, en Grande-Bretagne, la base de la nouvelle estimation est la réception d'ondes radio qui semblent émaner de sources se déplaçant plus vite que la lumière. C'est un effet analogue à celui d'une sirène de voiture de pompiers, qui semble plus aigu au fur et à mesure qu'il s'éloigne. En insérant cet effet dans le cadre de la relativité générale, M. Lynden-Bell rectifie la distorsion et retrouve la vitesse réelle des sources, qui, fait rassurant, est bien inférieure à celle de la lumière.

Vu que les théories cosmologiques modernes concluent à l'expansion de l'univers à partir d'un point zéro, les étoiles s'éloignent les unes des autres à une vitesse croissante ; et plus elles sont loin de nous, plus elles vont vite. L'on considère ce que l'on peut appeler les étoiles-frontières, celles qui se trouvent le plus loin : on peut établir d'après leur vitesse et leur distance la vitesse d'expansion de la peau de ce ballon gonflé auquel on peut comparer l'univers.

Pour évaluer la distance qui nous sépare de ces étoiles lointaines, on se sert d'un paramètre dit « constante de Hubble ». Elle se base sur l'interprétation spectrographique de la lumière de ces étoiles. Cette constante est inversement proportionnelle à l'âge de l'univers ; plus elle est grande, plus l'univers est jeune, plus elle est petite, plus il est vieux.

La valeur donnée à cette constante était jusqu'ici établie entre 50 et 55 (indice de référence). Lynden-Bell l'estime, lui, à quelque 110. C'est sur quoi il se base pour suggérer que l'âge de l'univers est double environ de celui de notre système solaire. Le Français Gérard de Vaucouleurs, qui travaille actuellement à l'Université du Texas, et le Canadien Van den Bergh, qui travaille à l'Université de Toronto sont à peu près de son avis.

Un spécialiste du calcul des distances des étoiles, Allan R. Sandage, attaché aux Observatoires Hale, aux Etats-Unis, s'élève contre cette révision de la constante de Hubble ; « elle est ce qu'elle est, c'est-à-dire de 50, et voilà tout », objecte-t-il. Il faut dire que Sandage est, avec le Suisse Tamman, de l'Université de Bâle, l'homme qui a attribué cette valeur à cette constante.

Un autre astrophysicien, D. Richstone, de l'Université de Pittsburgh, vient de rendre un jugement qui n'est peut-être pas aussi net que celui de Salomon. En gros, il estime que la méthode de calcul de Sandage, qui est directe, est plus « sûre » que celle de Lynden-Bell, qui est indirecte et basée sur des corrections théoriques (de la vitesse des sources des ondes radio). Mais il fait également observer que l'on ne peut pas négliger le fait que la constante de Hubble est aussi basée sur des interprétations des sources d'émission radio et qu'elle peut appeler certaines corrections. Autrement dit, à l'état-civil actuel, l'univers continue jusqu'à nouvel ordre à avoir 18 milliards d'années, mais il faut poursuivre l'enquête commencée par Lynden-Bell, qui amènera peut-être à modifier cet âge.

Précisons pour notre part que les théories de Lynden-Bell présentent un point d'intérêt important : elles permettent enfin d'expliquer le phénomène de ces sources d'émission radio qui semblent aller plus vite que la lumière et qui remettent en question l'une des bases de la cosmologie : la vitesse de la lumière comme vitesse limite de l'univers.

Il est plus cohérent de penser que ces sources semblent seulement aller plus vite que la lumière, quitte à réduire de moitié l'âge de l'univers, plutôt que de s'en tenir à l'âge admis jusqu'ici et qui entraîne, entre autres conséquences, la nécessité d'admettre une notion extrêmement dérangeante, celle de masses cosmiques qui évoluent plus vite que le plus rapide des objets physiques, le photon. ■

La crise de la médecine du travail

La notion de maladie professionnelle remonte à 1919, la médecine du travail, à 1946. L'une et l'autre ne correspondent plus au monde du travail actuel. Elles ne répondent même plus aux voeux des médecins, ni à l'état de santé des travailleurs.

La médecine du travail doit être repensée, tout comme l'ergonomie ou étude du travail. Il existe actuellement assez de travaux, même partiels qui indiquent que ni l'une ni l'autre ne correspondent plus aux exigences actuelles, ni dans leur esprit, ni dans leur application. Dans une importante étude (1), un médecin inspecteur régional du Travail, reflétant sans doute l'opinion officielle, constate qu'il existe un malaise. Et c'est essentiellement dans le domaine des maladies professionnelles que la médecine du travail et l'ergonomie, dont elle fait partie, trahissent leur insuffisance.

Il y a en France 21 millions de travailleurs, dont 4 % sont en permanence absents pour cause de maladie et 0,6 % également absents pour cause d'accident du travail. Cela, si l'on s'en tient aux chiffres, qui ne disent pas toujours tout, mais qui sont quand même révélateurs, du moins quand ils sont disponibles : car, sur les 4 % d'absents permanents, l'on ne sait actuellement pas quel est le pourcentage des absents pour maladies professionnelles. Et cela ne servirait sans doute pas à grand-chose de le savoir, car, lorsqu'un travailleur est absent pour asbestose, s'il travaille dans l'industrie de l'amiante, ou d'affection pulmonaire par inhalation prolongée de vapeurs de résine époxy, il est probable qu'il sera en fin de carrière. Quant aux pouvoirs publics, ils seront sans doute tentés de renforcer encore la législation. Pourtant, comme le note un autre spécialiste, J.-J. Gillon, « La médecine du travail repose en France sur une réglementation : c'est une force et une faiblesse ». Une faiblesse, parce que la réglementation tient trop souvent lieu de recherche et de réflexion.

La réglementation existe, c'est un fait et elle est remarquablement précise, voire touffue, tout comme dans le domaine alimentaire. Elle n'a pas empêché les carences suivantes :

1. L'épidémiologie

- L'épidémiologie, c'est-à-dire l'étude des taux de maladies par secteur, est trop générale et cela diminue son utilité ; elle est donc difficilement applicable ;
- le rôle du médecin du travail est parfois difficile, parce que ce médecin est salarié par l'employeur. Comme les cotisations de ce dernier à la Sécurité Sociale sont directement proportionnelles au taux de maladies déclarées, il n'est pas difficile de comprendre pourquoi ce rôle est délicat. Témoins les licenciements occasionnels de médecin du travail.
- La notion de maladie professionnelle, qui remonte seulement à 1919, ne correspond plus à la réalité, ni pour le médecin, ni pour l'Etat, ni pour le malade, du fait du changement advenu aussi bien dans cette notion de maladie que dans les conditions de travail.

Afin d'exclure tout de suite toute tentation de coloration politique de la question, disons qu'une meilleure adaptation du travail à l'homme ferait trois heureux : le travailleur, certes, mais aussi l'Etat, dont les charges de sécurité sociale pour-

(1) *L'exercice de la médecine du travail », par P. Andlauer, 627 p., Flammarion, 1975.*

raient diminuer, et l'employeur, qui n'affronterait plus le problème, actuellement alarmant de l'absentéisme (près de 225 millions de journées de travail perdues en France en 1973, et le taux mondial d'absentéisme a plus que doublé depuis dix ans).

L'épidémiologie, étude statistique de toutes les maladies dans un groupe de population donné, est l'instrument numéro un. Sans elle, pas de médecine du travail valable, parce que, si l'on ne peut pas établir un lien entre la fréquence de telle affection et les conditions dans lesquelles elle se produit le plus souvent (par exemple, entre la conjonctivite aiguë ou récidivante et le travail du fluorure double de glucinium et de sodium), on ne peut ni prévenir, ni même soigner : ce n'est pas la peine, en effet, de prescrire un médicament pour les yeux à un travailleur qui reste exposé aux causes de sa conjonctivite.

Si l'on consulte le tableau des maladies professionnelles en régime général, les tableaux corrélatifs établis par secteurs professionnels et les tableaux de prévention technique, on est tenté de se dire que les médecins français ont fait un travail remarquablement précis ; leurs instruments de détection sont quasi-parfaits. Les inventaires des relations entre les causes et les effets sont complets. Ils sont classés par secteurs, par symptômes, par facteurs responsables. Devant un sujet qui, par exemple, souffre d'accès confusionnels, d'« anxiété panthophobique » (peur de tout), de dépression mélancolique, les médecins peuvent, au lieu de se lancer dans des hypothèses psychiatriques, soupçonner sur-le-champ que le travail du malade met en jeu la manipulation de bromure de méthyle ; c'est peut-être quelqu'un qui fabrique des extincteurs ; ou bien des dératisants ou des insecticides ; ou bien simplement un travailleur de l'industrie pharmaceutique. Ces médecins, apprendront s'ils consultent le tableau des taux maximaux admissibles, que les normes pour le dit bromure de méthyle varient entre 890 mg/m³ pour les Etats-Unis... et 5 mg/m³ pour l'U.R.S.S. (c'est là un exemple exceptionnel, il faut le reconnaître). De même, les agents susceptibles de provoquer des maladies professionnelles étant identifiés et classés par secteurs, de manière à peu près complète, ces médecins pourront exercer une surveillance efficace. Ce qui revient à dire que les épidémiologistes disposent, pour leurs statistiques et, par conséquent, pour la prévention des maladies professionnelles, d'un arsenal de données très satisfaisant. C'est-à-dire encore que la médecine du travail serait capable dans des conditions différentes d'améliorer le sort de travailleurs, des travailleurs vivants, d'une décennie à l'autre si ce n'est d'une année à l'autre.

Cette évidence n'est qu'apparente. Il y a trois ans, un rapport du C.E.R.E.B.E. (Centre de Recherches sur le Bien-Etre (2) concluait que « la meilleure représentation de l'état de santé est celle fournie par un taux comparatif de mortalité ». Propos désabusés qui signifient, en fin de compte, que ce que l'épidémiologie peut faire de mieux, c'est mesurer l'espérance de vie. Et cela, pour les raisons suivantes :

- Les statistiques sur l'état de santé d'une population ne tiennent pas toujours compte de ce que l'on appelle les variables d'environnement. Un même facteur de maladie professionnelle peut avoir des résultats très différents selon que le sujet est alcoolique ou non, qu'il fume ou non, qu'il est nourri de façon plus ou moins équilibrée, qu'il est isolé socialement ou non ; l'incidence de ce facteur dépendra aussi des conditions d'habitation ; et les simples faits que l'on a ou que l'on n'a pas un W.C. à l'intérieur de l'appartement et que l'on habite ou non un logement surpeuplé peuvent modifier la mortalité.
- Certaines déclarations de maladies professionnelles sont tellement ambiguës qu'elles échappent à la statistique. Témoin l'exemple que nous a cité le Dr Cavigneaux, responsable des maladies professionnelles à la Caisse régionale d'Assurances-maladie de la Région Parisienne : un peintre utilise régulièrement un diluant du type « white-spirit » pour nettoyer ses mains ; cela provoque occasionnellement une brûlure qui l'empêche de travailler. Ce n'est pourtant ni une maladie professionnelle, ni un accident du travail, bien que le fait se soit produit dans l'exercice de sa profession.
- L'inscription aux tableaux des maladies professionnelles des maladies reconnues dans les statistiques et celle de maladies nouvelles sont trop lentes. Comme nous l'a déclaré le Dr Rothan, responsable de l'inspection médicale du travail au ministère de ce nom, « le système actuel ne permet pas de donner aux maladies qui tuent la priorité sur les caries dentaires dans l'admission des nouvelles maladies ». A la C.F.D.T., on déplore évidemment que les cancers dus au PVC ne soient reconnus que trop tard. Certes, l'établissement de statistiques est un travail long, mais faut-il qu'il prenne souvent deux ou trois ans ?
- Notons au passage que les tableaux des maladies, bien que faits avec soin, comportent des lacunes : par exemple, l'emploi de marteaux pneumatiques est également le fait d'artisans ruraux et de champignonnistes, professions non citées parmi celles qui peuvent souffrir de lésions auditives du fait de l'emploi de ces marteaux.
- Les chiffres sur la morbidité d'un groupe donné de population ne sont pas comparables d'un département à l'autre, parce que les moyens d'investigation varient d'un département à l'autre. Lorsque, entre 1952 et 1954, la Fédération Nationale des Organismes de la Sécurité Sociale a réalisé une enquête de morbidité sur les 400 000 dossiers maladies de la Sécurité Sociale, elle n'a pas pu, pour cette raison, établir de chiffres par départements.

(2) *« Santé, Environnement, Consommation Médicales », par François Gibert et Alain Letroumy.*

• Les chiffres dénoncés par la médecine du travail sont sujets à révision, pour les raisons que l'on va voir plus loin. En 1971, la silicose représentait « officiellement » 12 % des maladies professionnelles, mais elle représentait 25 % des décès, ce qui est un peu troublant.

• Les statistiques sectorielles ne sont pas assez fines. Ainsi, pour 1971, l'I.N.S.E.E. recensait un total de 4 025 cas de silicose parmi les maladies professionnelles. Chiffre déjà alarmant, mais qui prend un tout autre sens quand le même I.N.S.E.E. nous révèle que sur ces cas, 3 839 ont atteint des travailleurs immigrés, soit 95 % ! Il est donc évident que l'on ne peut mélanger ces données aux autres si l'on veut aboutir à des statistiques épidémiologiques significatives. Et la silicose n'est pas une exception : toujours selon l'I.N.S.E.E., sur les 1 797 cas de dermatose du ciment recensés en 1971, 1 669 atteignaient également des travailleurs immigrés et, sur le total des accidents mortels du travail dans toutes les branches industrielles, 71 % atteignaient de même des travailleurs immigrés. Si l'on réexaminait certaines statistiques, l'on constaterait qu'elles n'ont pas de portée générale et qu'elles négligent des incidences particulières. C'est-à-dire qu'elles ne peuvent pas servir à la prévention, but essentiel de la médecine du travail.

2. Le médecin du travail

Ce n'est pas la situation ambiguë du médecin du travail qui peut permettre d'affiner les données. Les 5 200 médecins du travail qui assurent, en France, la surveillance de la santé de quelque 9 millions de travailleurs (soit environ un médecin pour 173 000 travailleurs...) ont un statut défini par la loi de 1946. Ils sont engagés, rémunérés et rattachés administrativement à l'employeur ; qui, lui, est également tenu par la loi d'avoir un service médical autonome. Leur rôle est exclusivement préventif ; il consiste à faire passer aux salariés des visites d'embauche et des visites périodiques ; pendant un tiers de leur temps soit 57 heures et demie sur 173 heures par mois, ils doivent surveiller les conditions et les postes de travail ; ils participent aux Comités d'hygiène et de sécurité et doivent remettre chaque année un rapport aux comités d'entreprise.

A cela, rien de critiquable. Mais il se trouve que :

• la loi prévoit que le médecin du travail ne peut ausculter qu'un maximum de 3 500 travailleurs par an ; en fait, en travaillant à plein temps, il doit ausculter près de 5 000 (numériquement, on l'a vu, sa « clientèle » est infiniment supérieure).

• Selon le Dr Pierre Thiry, ancien secrétaire général du Syndicat national professionnel des médecins du travail, même à l'embauche, le médecin du travail ne peut exercer sérieusement son métier, car celui-ci « consiste à devoir examiner trente personnes en une matinée, et parfois des immigrés qui ne parlent pas notre langue ». Toujours selon le même médecin, « le médecin du travail n'est pratiquement jamais consulté avant la mise en place de machines ou de techniques nouvelles ».

• Un médecin qui déplairait à son employeur parce qu'il entraînerait trop de frais ne peut, en principe, être licencié par celui-ci sans l'avis du comité d'entreprise. En fait, il l'est souvent sans cet avis. Témoin le cas du Dr Alain Thilliez, membre de l'Institut de la Médecine du Travail de Lille, du Groupement d'Etudes des Nuisances professionnelles, enfin membre de la Société Médicale de Prévention Sociale, enseignant et chargé de recherches à la Faculté de Médecine et auteur de plusieurs communications sur le bruit. C'est dire un spécialiste doté de quelques titres. Engagé comme médecin du travail dans des usines de la région lilloise, il considéra que son rôle étant défini par la loi comme préventif, il ne lui suffisait pas d'assurer dans l'entreprise une meilleure productivité de la main-d'œuvre, mais qu'il devait aussi faire en sorte « que les travailleurs puissent prendre leur retraite en bon état ». Il fut donc licencié.

• Dernier motif de carence du médecin du travail dans le système actuel : le manque de notions élémentaires d'hygiène du travailleur, qui ne se rend chez le médecin que lorsque c'est urgent, sinon trop tard, faute d'information sur ses symptômes éventuels, et qui ne s'y rend souvent qu'à contre-cœur, car un travailleur malade, même temporairement, risque d'être soupçonné de ne pas « faire l'affaire ».

Voilà pour le rôle du médecin du travail. En un mot, il a trop à faire, il ne peut pas bien le faire et on ne lui facilite pas la tâche. Mais, par surcroît, de même que la carence forcée du médecin du travail est responsable de celles de l'épidémiologie, de même l'insuffisance de la notion de maladie professionnelle est responsable de la carence du médecin du travail.

3. La définition de la maladie professionnelle

Il existe 64 maladies professionnelles reconnues, du moins qui donnent droit à une réparation matérielle. Ce serait bien assez pour répondre à l'essentiel. Mais trois objections s'imposent d'emblée :

• La plus grande partie des maladies professionnelles qui retiennent l'attention des pouvoirs publics sont celles qui sévissent essentiellement dans le secteur secondaire (industrie), accessoirement le primaire (agriculture) et pratiquement pas le tertiaire (service). L'on a bien prévu les ulcérations par acide chromique ou chromates et les maladies causées par le brai de houille, mais nullement l'anxiété de la téléphoniste. A ce propos, le dernier travail sur la névrose des téléphonistes remonte au 15 février 1956 (3).

• La notion de maladie professionnelle, au sens strict, comme le saturnisme, a obscurci l'importance d'autres causes qui peuvent rendre le travailleur malade, comme la charge de travail mal calculée, le bruit ou la monotonie. Dans ce

(3) Par le Dr Le Guillant & coll., « La Presse Médicale ».

domaine, l'on en est encore au stade nuageux des « études ». Mais ce ne sont pas celles-ci qui manquent, témoin le rapport sur les « Conséquences du travail répétitif sous cadence sur la santé des travailleurs et les accidents » (4), qui démontre que la posture même du travailleur joue un rôle sur la fatigue et le taux d'accidents.

● Les seuils fixés pour qu'un travailleur soit considéré comme malade ne correspondent pas à la réalité. Selon M. Kistner (5), professeur de physiologie du travail et d'ergonomie au Conservatoire national des arts et métiers, « environ trois cents personnes reçoivent au titre de la surdité professionnelle une indemnisation annuelle. Or, plusieurs centaines de milliers de travailleurs ont une atteinte de l'audition du fait des bruits industriels (niveau supérieur à 85 ou 90 décibels). Reconnaître cette atteinte à trois cents personnes revient à admettre que, tant que le sujet n'est pas totalement sourd du fait de son travail, il n'y a pas de vrai problème ».

● Enfin, dans l'évaluation de la notion de maladie professionnelle, il faut tenir compte du fait que celle-ci varie selon la classe sociale. Bien sûr et comme l'admettrait M. de la Palisse lui-même, il n'y a pas de polytechnicien qui soit manœuvre, ni de cadre qui soit agriculteur, et cela devrait revenir à remplacer la notion de classe sociale par celle de catégorie professionnelle. Mais c'est plus subtil que cela : tant que l'on ne dispose, pour évaluer l'importance ou la gravité de la maladie professionnelle, que des taux de décès, il faut noter, à l'intérieur d'une même « classe professionnelle » des différences selon la classe sociale. C'est ainsi que 4,8 pour 1 000 des membres des professions libérales et des cadres supérieurs meurent à 50 ans, alors que, pour les cadres publics, cette mortalité s'élève à 5,8 pour 1 000 et que, pour les employés de bureau des administrations publiques, elle monte encore à 7,2 (6). Etant donné que ce groupe de population mène, à peu de choses près, la même « vie de bureau », il faut alors soupçonner que les mêmes causes de maladie varient, non selon la profession, mais selon l'environnement social et général. Et selon la consommation médicale.

Cette idée de consommation médicale semble, au prime abord, extrêmement intéressante. L'on se dit : « Bien sûr, c'est cela ! Si les manœuvres représentent le taux de morbidité le plus élevé de tous les travailleurs, c'est que leur consommation médicale est faible ou nulle. Sur eux, le médecin du travail ne peut exercer qu'une surveillance très limitée et encore, s'il l'exerçait complètement, ce serait avec des moyens réduits. Si les cadres supérieurs meurent moins, à un âge donné, que les employés des administrations publiques, c'est que leurs revenus sont supérieurs et qu'ils ont les moyens de mieux soigner leurs éventuelles « maladies professionnelles », comme le fameux surmenage, l'ulcère d'estomac, etc. ».

Cela n'est pas faux et c'est même partiellement vrai : un consommateur médical moyen a une meilleure espérance de vie à un âge donné qu'un faible consommateur. Et si l'on augmentait et le nombre des médecins du travail et leur pouvoir, il est peu douteux que les maladies professionnelles diminueraient sensiblement, surtout dans les classes sociales les plus défavorisées. Mais ce type de conclusion risque d'amener à une simplification redoutable : c'est que la consommation médicale, chez les travailleurs comme chez les autres, représente la solution ultime. Et cela est faux. Car, tandis que les dépenses médicales en France croissent, *à prix constants,* de près de 10 % par an depuis au moins dix ans, « l'espérance de vie à tout âge et pour les deux sexes stagne depuis dix ans environ (7). » Pour utiliser une image grossière, l'on met de plus en plus d'essence dans un moteur qui ne peut pas aller plus vite, l'essence étant les dépenses médicales et le moteur, l'amélioration du niveau de santé des Français.

En fait, comme l'ont démontré les chercheurs de nombreuses organisations (C.E.R.E.B.E., C.R.E.D.O.C., entre autres), il faut, sans délaisser la surveillance de l'état de santé du travailleur, se tourner davantage vers l'environnement, si l'on veut aboutir à une meilleure prévention, donc à une notion plus précise de la maladie professionnelle.

Prenons l'exemple du bruit. Depuis plusieurs années, les travaux sur l'effet nocif du bruit en milieu professionnel se multiplient. L'Organisation Internationale du Travail, qui travaille à Genève en liaison avec l'Organisation Mondiale de la Santé a, au terme d'études sur les effets du bruit, établi des fréquences et des seuils : 90 à 100 db dans les bruits de basse fréquence (300 Hertz), 85 à 90 dB dans les bruits de moyenne fréquence (1 000 Hertz) et 75 à 85 dB dans les bruits de haute fréquence (au-dessus de 1 000 Hertz). Quant aux effets constatés, ils vont des maux de tête et des somnolences aux altérations du rythme cardiaque et aux troubles du système digestif. Il est donc certain que les travailleurs des forges, fonderies, tôleries, où le bruit monte jusqu'à 120 dB, ont de bonnes raisons d'exiger l'installation de matériel lourd de protection, tel que des cloches d'insonorisation.

Pourtant, dans un environnement complètement différent, l'on note que des gens travaillent pendant près de 8 heures sous un bruit atteignant fréquemment et dépassant 90 dB, frisant parfois le seuil de la douleur auditive, sans s'en plaindre ; voire, en témoignant de la bonne humeur et se plaignant plutôt des fâcheux

(4) Laboratoire de Physiologie du Travail & d'Ergonomie, secrétariat d'Etat aux Universités, Février 1973.

(5) Cité par Olivier Targowla dans « Les médecins aux mains sales », Belfond éd., 1976.

(6) « Eléments d'économie médicale », G. Rösch et la D.E.M. du CREDOC. Flammarion, 1973, et « La mortalité des adultes selon le milieu social », Guy Desplanques, I.N.S.E.E., 1976.

(7) « Santé, environnement, consommation médicales », déjà cité.

(Suite du texte p. 162)

Pétrole à la mer: tous les coupables...

Pour être spectaculaires, les naufrages de pétroliers ne représentent que 3 °/₀ dans les pollutions de la mer par hydrocarbures. La majeure partie de ceux-ci provient de rejets volontaires (déballastage des tankers, vidange des moteurs, etc.). Contre ces pollutions, une arme : l'identification chimique des navires coupables.

Plus de 6 millions de tonnes d'hydrocarbures sont rejetées chaque année dans les mers. Les naufrages de pétroliers, comme celui de l'Amoco Cadiz, ne représentent qu'une très faible partie de cette pollution : guère plus de 3 %. Le reste est, pour 80 % environ, le fait du déballastage, des vidanges de moteurs de bateaux, du soutage des eaux de cale, du nettoyage avant réparation, d'incidents de chargement ou de déchargement, de rejets de raffineries, d'apports du continent... Toutes pollutions qui, pour être moins spectaculaires que l'échouage d'un tanker, n'en sont que plus scandaleuses. Car là, impossible d'évoquer la fatalité, ces pollutions sont volontaires !

Pour les prévenir, la meilleure arme reste la répression des infractions. Mais la législation édictée par l'Organisation Maritime Consultative Intergouvernementale (OMCI), rattachée à l'ONU, est difficile à appliquer : les pollueurs sont difficiles à identifier. La surveillance permet rarement de prendre les coupables sur le fait. Et les nappes polluantes peuvent parcourir des distances considérables (jusqu'à 100 milles nautiques par semaine) avant de disparaître.

Comment remonter à la source pour identifier le navire responsable ? Et apporter ainsi des preuves irréfutables de sa culpabilité ?

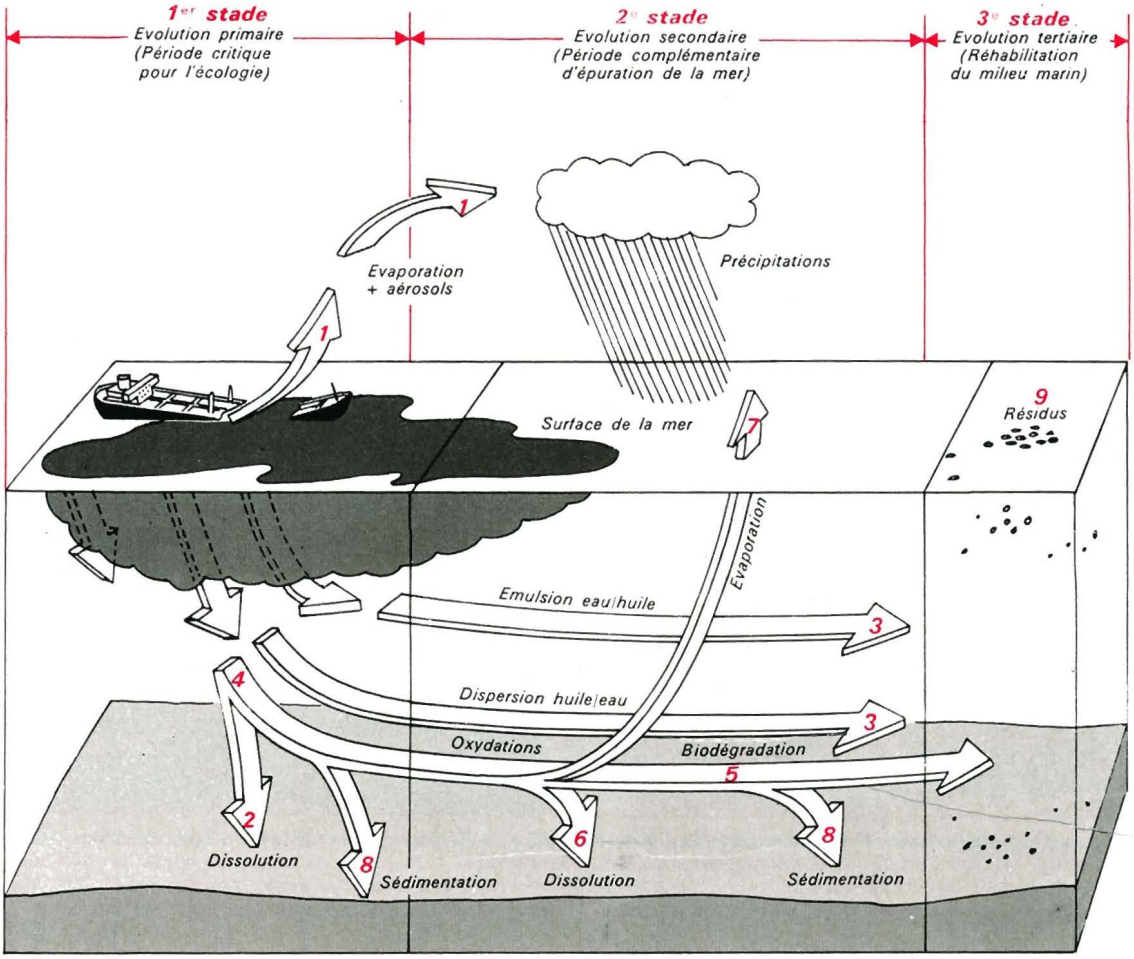
Un temps, pour aider les Sherlock Holmes de la mer, on a envisagé de « marquer » le pétrole avant son transport en y additionnant un composé dont quelques éléments différeraient pour chaque cargaison. Ainsi, les tankers « signeraient » « leur » pollution. Mais ce marqueur devait bénéficier de bien trop de qualités (être invisible dans tous les types de mélange d'hydrocarbures, ne pas être toxique, être repérable dans le cas de mélange avec d'autres sources de pollution, rester identifiable à faible concentration et évoluer pour permettre de dater la nappe), pour qu'il soit aisé de le fabriquer industriellement. Les diverses solutions, un temps envisagées — traceurs métalliques, capteurs d'électrons, traceurs radioactifs à courte durée de vie — ont dû être abandonnées.

Puisqu'il n'est guère possible que la nappe annonce d'emblée — par la présence en son sein d'éléments étrangers au pétrole d'origine — le nom du coupable, c'est donc à partir des éléments naturels de cette nappe que les enquêteurs doivent tenter de remonter à la source.

En effet, si la nappe ne porte pas la signature du navire coupable, son analyse peut révéler d'autres indices, qui, recoupés avec l'étude du mouvement des tankers sur les mers, doivent théoriquement permettre son identification : notamment l'origine géographique du pétrole et la date de la pollution...

Principal atout pour cette recherche : les caprices de la Nature. Sur plus de 1 500 champs pétrolifères connus, on n'a pas encore trouvé deux « bruts » qui soient exactement semblables. Près d'un million de composés chimiques différents, à prédominence de carbone et d'hydrogène (hydrocarbures), s'y retrouvent à côté de composés organiques à base de soufre, d'azote, d'oxygène et de métaux divers, mais dans des proportions qui diffèrent, parfois, d'un puits à l'autre du même gisement. C'est donc une véritable « empreinte digitale » de son origine que chaque pétrole porte en lui. Malheureusement, l'analyse chimique classique d'échantillons, prélevés sur des nappes parfois très

Dessin J.-L. Gosse



HISTOIRE D'UNE NAPPE... *— **1er stade** (évolution primaire) : pendant que les composés les plus légers s'évaporent **(1)**, les hydrocarbures aromatiques (les plus toxiques et qui ne sont guère biodégradables) se dissolvent **(2)**. Ce qui reste, soit se disperse en une émulsion **(3)** ayant l'aspect d'une mousse, soit s'oxyde **(4)** chimiquement ou photochimiquement. — **2e stade :** (évolution secondaire). Bactéries et champignons digèrent les hydrocarbures les plus biodégradables **(5)**, notamment les paraffines. D'autres corps, alors libérés, se dissolvent **(6)**, s'évaporent **(7)** ou se sédimentent **(8)**. — **3e stade :** (évolution tertiaire). Au bout de quelques années, il ne reste que des résidus (surtout des résines et des asphaltènes) qui souvent flottent à la surface **(9)** sous forme de nodules. La zone polluée recommence seulement à se recoloniser en organismes marins.*

anciennes, ne suffit pas toujours pour retrouver cette empreinte : le pétrole, en flottant et en dérivant sur la mer, perd une partie de son identité originale. Plusieurs de ses composants (environ 40 %) s'évaporent, d'autres sont biodégradés par des bactéries ou des champignons évoluant dans le milieu marin. Et l'eau de mer, par l'effet des vagues et du vent, solubilise une partie du pétrole. (La mesure de cette solubilisation donne d'ailleurs de précieux renseignements sur l'ancienneté de la pollution.)

Trois phases d'évolution peuvent être distinguées (voir dessin) :

- 1re phase : pendant que le pétrole s'étale, ses fractions les plus légères s'évaporent. Ce taux de matières volatiles varie beaucoup selon les pétroles : 50 % dans le cas de la plate-forme d'Ekofisk (pétrole de la mer du Nord), moins de 1 % dans le cas du « Boehlen » (pétrole vénézuélien) et de 35 à 40 % dans le cas de l'Amoco Cadiz (pétrole du Golfe Persique). En même temps, les fractions les plus solubles du pétrole se dissolvent. Parmi elles, les hydrocarbures (benzène, toluène, xylène, etc.) qui sont les plus toxiques pour le milieu marin. Les fractions non solubles, elles, forment avec l'eau des émulsions stables, ayant un peu l'aspect d'une mousse légère au chocolat. Ces émulsions bloquent l'appareil respiratoire des organismes marins, se fixent sur les ouïes des poissons et empêchent le rayonnement solaire de filtrer dans l'eau.
- 2e phase : bactéries et champignons attaquent les hydrocarbures et les « digèrent ». Pour opérer cette biodégradation, ils ont besoin de beaucoup d'oxygène (3 à 4 mg d'oxygène par mg de pétrole) taux qui n'existe plus au-delà d'une certaine profondeur.

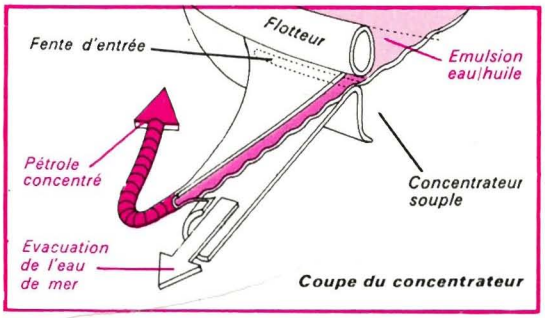
(suite de l'article page 86)

Dessin J.-L. Gosse

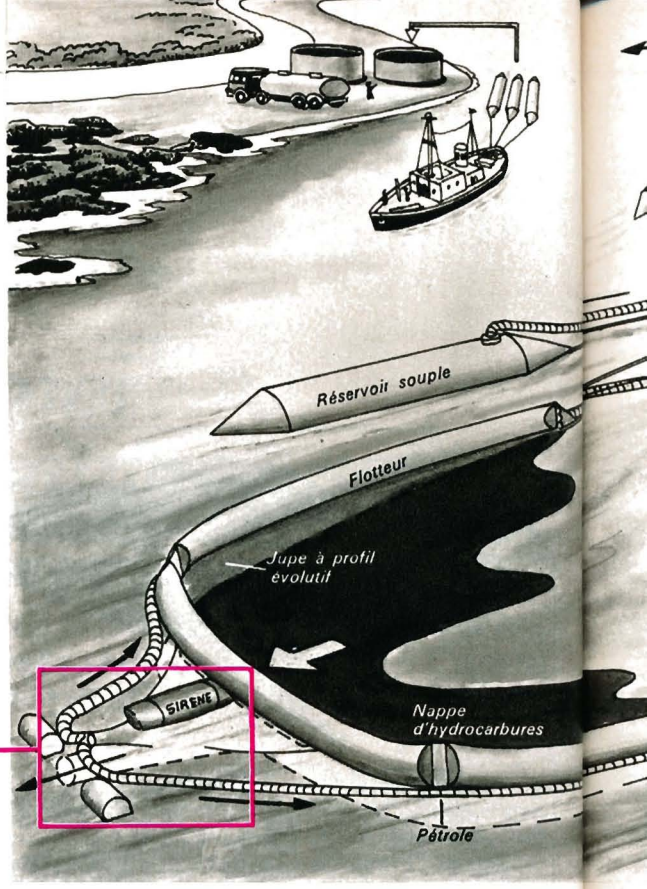
MARÉE NOIRE : ENFIN DES MOYENS DE LUTTE EFFICACES ?

Plus de six semaines après le naufrage de l'Amoco Cadiz, soldats et volontaires raclent encore les plages et les rochers avec des pelles. Comme ils l'avaient déjà fait lors de la catastrophe du Torrey Canyon, en 1967. Onze ans après, les moyens de lutte contre les marées noires se révèlent tout aussi dérisoires. Imprévoyance ? Manque de moyens budgétaires ? Peut-être... Mais il reste certaines vérités technologiques : il est difficile de lutter contre les marées noires.

Trente mille cinq cent quatre-vingt-quatre pétroliers sillonnent les mers. L'un de leurs principaux points de passage est au large d'Ouessant : là, près de 500 millions de tonnes transitent chaque année. La Bretagne est — et restera longtemps — le terrain d'élection des marées noires. 1967 : Torrey Canyon (33 000 tonnes de pétrole déversées dans la mer) ; 1977 :



Coupe du concentrateur



Lorsqu'est survenue la catastrophe de l'Amoco Cadiz, le Sirène n'existait qu'à l'état de prototype. *Pourtant, aux dires de son inventeur, Jacques Vidilles, vingt flotilles de chalutiers équipées chacune du Sirène auraient permis de récupérer le pétrole. En dehors des grosses catastrophes, ces vingt appareils pourraient être répartis le long des côtes de France avant de pouvoir être transportés, grâce à leur faible encombrement, par*

Olympic Bravery (800 tonnes de fuel) et Boehlen (5 000 tonnes de brut) ; 1978 : Amoco Cadiz (230 000 tonnes de brut). Et chaque fois le même paysage : des hommes maniant des moyens dont il semble qu'aucune expérience ne puisse être prétexte à leur perfectionnement.

Pourtant ces moyens se perfectionnent d'année en année. Mais leur emploi éventuel se déplace entre les deux termes d'une équation compliquée :

- *L'état de la mer : divers procédés physiques permettent soit de barrer la route à la nappe, soit de la récupérer... sur des surfaces de mer calmes. Mais c'est, par temps agité, que les pétroliers font naufrage !*
- *La préservation du milieu marin. Détergents, agglomérants, dispersants constituent un arsenal impressionnant pour dissoudre les nappes. Mais leur toxicité peut faire que le remède est souvent pire que le mal...*

Ces moyens sont à l'heure actuelle de quatre sortes :

Les moyens de « lutte physique »

- *Les barrages. Très efficaces sur des surfaces expérimentales... planes, ces boudins de caoutchouc permettent, au mieux, lorsque la vitesse du courant dépasse 0,8 à 1 nœud de dévier les nappes.*
- *Le pompage. Leur emploi se heurte au volume de la quantité de liquide (un mélange d'eau et de pétrole) à recueillir. Divers appareils — des écrémeurs — en créant les tourbillons, permettent de séparer l'eau de l'huile. Mais là encore, leur efficacité est très limitée lorsque la mer est agitée.*
- *Les absorbants. Très efficaces lorsque le pétrole est épais, ou en couche très fine, ils ont un inconvénient majeur ; accroître le volume à recueillir. On les trouve sous forme de granulés de polyuréthane peu coûteux et qui absorbent jusqu'à 20 à 30 fois leur poids de pétrole mais qui s'envolent au vent ; et de « poudrette » de caoutchouc (résidus de vieux pneus). D'autres absorbants plus lourds comme la craie, ne font que déplacer la pollution des surfaces de la mer aux fonds marins.*

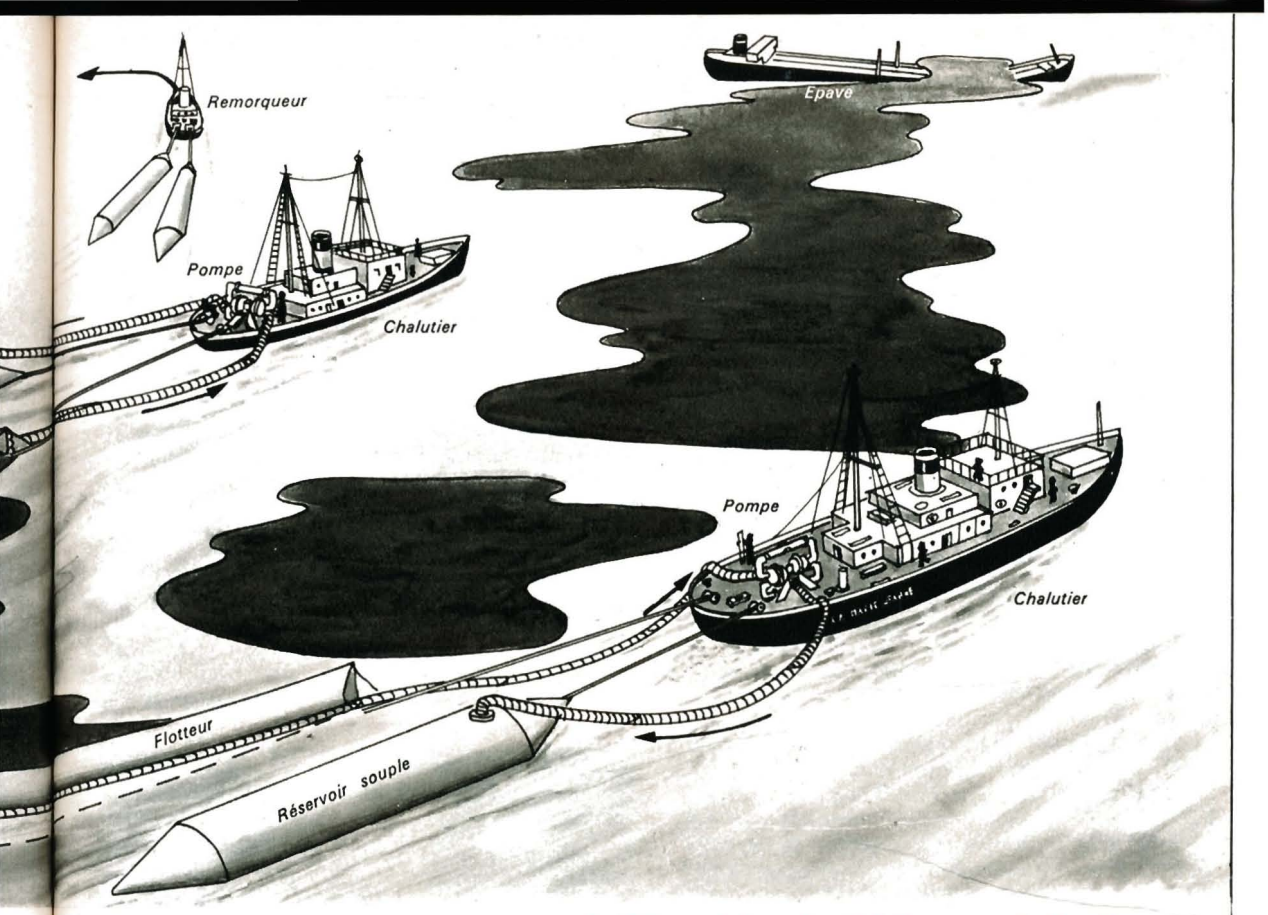
Les moyens de « lutte chimique »

En dernier ressort on peut aider la nature en dispersant les nappes pour faciliter le travail des bactéries. Nouveau dilemme : le seul moyen efficace dont on dispose sont les détergents... toxiques pour la plupart à cause des tensio-actifs qui entrent dans leur composition ! Pour limiter les dégâts près des côtes, on les utilise alors combinés à des absorbants minéraux comme le talc ou la bentonite.

Parmi les dispersants, on distingue 4 générations de produits :

- *D'une toxicité redoutable pour les organismes marins, les détergents comme les alkyl-phénols sont destinés au nettoyage des cuves de pétroliers. Leur emploi lors de l'accident du Torrey Canyon a été désastreux, puisqu'ils détruisirent 50 % des espèces.*
- *Une « seconde génération » mille fois moins toxique que la première a été mise au point : les solvants, riches en aromatiques, y sont remplacés par des solvants paraffiniques.*
- *Des produits non toxiques à base de glycol ont été mis au point. Une tonne, additionnée à 86 tonnes d'eau de mer, permet de disperser 50 tonnes de pétrole. Inconvénient : ces produits ne contenant plus de solvant, sont inefficaces avec du pétrole visqueux.*

Dessin J.-L. Gosse



avions vers les lieux où la marée noire menace. Le Sirène traîné par des chalutiers, concentre le mélange eau-pétrole au centre d'un barrage flottant. Ce mélange passe ensuite à travers une mince fente, selon un axe horizontal, dans le concentrateur, sorte d'entonnoir souple. L'eau s'évacue par l'orifice inférieur et le pétrole est pompé à partir de l'orifice supérieur jusqu'à un chalutier d'où il est transbordé par un flexible vers un réservoir souple.

Dessin J.-L. Gosse

• *Il existe une nouvelle génération de dispersants biodégradables. Hélas, ce produit coûteux (de 10 à 12 F le kg) élaboré par l'Institut Français du Pétrole (IFP) et Péchiney Ugine-Kuhlmann, n'est pas disponible. Raison : « sa rentabilité économique n'a pas été prouvée » ! Par ailleurs, l'IFP travaille à la mise au point d'un produit, à base de monomère, capable de faire prendre le pétrole en gel dans les cuves des pétroliers en difficulté, avant qu'il ne s'écoule.*

Les moyens de « lutte biologique »

L'arme ultime reste la nature. Puisque certaines bactéries digèrent les hydrocarbures, il suffirait, en principe, d'en déverser des grandes quantités sur la nappe de pétrole. Ou encore de favoriser le développement des bactéries présentes dans la mer par un apport massif de substances nutritives, azote et phosphore. Mais les conséquences à long terme d'une telle méthode, sur la faune, pourraient se révéler redoutables.

Le Sirène : un appareil « anti-marée noire » d'avenir *(dessin ci-dessus).*

En résumé pas de remède miracle ! Mais peut-on mieux faire ? Oui, répond un industriel français, Jacques Vidilles, qui a mis au point un appareil « anti-marée noire » d'un type nouveau, le Sirène. Hélas, il n'existe encore qu'à l'état de prototype, le premier appareil de série devant être livré... fin avril !

Le principe : intégrer dans un même appareil deux fonctions compatibles nécessaires à la récupération d'une nappe de pétrole ; le confinement et le prélèvement. Dans un premier temps, un barrage à profil évolutif, dont la capacité de rétention est trois fois supérieure à celle du classique boudin de caoutchouc, retient le pétrole. Puis, celui-ci s'épaississant considérablement à l'intérieur du barrage sous la force du courant, un système directement lié au barrage permet de le récupérer (voir détail dessin).

Les avantages du Sirène sont multiples. Il ne pèse que 1 300 kg (pompes comprises), son montage est fort simple son encombrement minime. Il peut être acheminé par hélicoptère et mis en œuvre rapidement. Son débit est important : 150 m³ par heure. Enfin, le profil même du barrage lui permet de rester efficace même par forte houle. Dernier détail non négligeable : le prix du Sirène serait inférieur à 500 000 F.

Sa mise en œuvre nécessite l'emploi de bateaux pouvant manœuvrer sans difficultés à des vitesses de 1 à 2 nœuds, mais suffisamment rapides pour intervenir en quelque lieu que ce soit, ou alors suffisamment dispersés le long des côtes françaises. Ces bateaux existent : ce sont... les chalutiers. Une unité d'intervention comprendrait donc, outre le Sirène lui-même, deux chalutiers, deux groupes de pompage et trois réservoirs souples de 150 m³ chacun par chalutier.

La solution de Jacques Vidilles est-elle viable ? Peut-être. Pour lui un atout qui peut se révéler décisif : il est le premier dispositif effectivement conçu pour fonctionner même par gros temps. Mais l'histoire de la lutte anti-marée noire nous apprend aussi que, malheureusement, pour être exploitable, un dispositif ne doit pas coûter trop cher !

En sera-t-il ainsi de celui-ci ? Souhaitons, en attendant, bon vent au Sirène ! □

(suite de la page 83)

● 3e phase : au bout de plusieurs années, tout ce qui était volatil, oxydable, biodégradable a disparu. Mais les résidus représentent encore 10 à 30 % du poids du pétrole initial. Ils ont la forme de nodules de 0,1 à 10 cm de diamètre ; peu denses, ils flottent à la surface puis se sédimentent.

Les hydrocarbures lourds composent donc la partie la plus persistante de la nappe, quel que soit son stade d'évolution depuis que le pétrole a été jeté à la mer. Malheureusement, s'ils fournissent aussi les principaux composants des échantillons à analyser, ils sont difficiles à fractionner et donc largement rebelles à l'analyse chimique classique.

Pour analyser ces échantillons — et recueillir aussi des données qui vont permettre progressivement par élimination et recoupement de déterminer les composants d'origine et d'identifier ainsi le pétrole — quatre techniques différentes peuvent, à l'heure actuelle, être utilisées conjointement : la spectrographie infra-rouge, la spectroscopie d'absorption atomique, la spectroscopie de fluorescence et la chromatographie en phase gazeuse.

La spectographie infra-rouge. Le procédé consiste à faire traverser l'échantillon à analyser par un faisceau de lumière infra-rouge. Parce que l'on sait que chaque liaison entre atomes (ici dans le cas d'hydrocarbures, 1 atome de carbone avec 1, 2 ou 3 atomes d'hydrogène) possède des mouvements de vibrations dont on connaît la longueur d'onde (environ 0,34 mm pour les liaisons CH), on peut déterminer la quantité de groupements de type CH présents dans l'échantillon : la quantité de lumière infra-rouge absorbée, mesurable d'une façon précise est, en effet, proportionnelle à la quantité de groupements d'atomes correspondant à la fréquence utilisée. Mais cette mesure, si elle fournit le poids d'hydrocarbures par litre pour l'échantillon considéré ne renseigne pas sur la spécificité de ces hydrocarbures.

La spectroscopie d'absorption atomique. Cette technique permet de calculer le dosage des métaux qui existent à l'état de trace dans les pétroles. Le rapport des quantités de vanadium et de nickel, notamment, est considéré souvent comme significatif d'un type de brut. Cette méthode est fondée sur la capacité des métaux à émettre et à absorber quantitativement la lumière : la fréquence de la lumière absorbée étant caractéristique du métal considéré.

La spectroscopie de fluorescence. Avec ce procédé le chercheur peut enfin déterminer un peu mieux la spécificité de l'échantillon. Cette technique a l'avantage d'indiquer dans la nappe la présence des hydrocarbures aromatiques (dérivé du benzène), tout au moins de ceux dont la structure polynucléaire est peu sujette à la dégradation biologique, à l'évaporation ou à la solubilisation. L'échantillon est excité avec un rayonnement. Il en résulte un spectre d'émission qu'on enregistre. La sensibilité de la mesure et la sélectivité sont augmentées par un refroidisse-

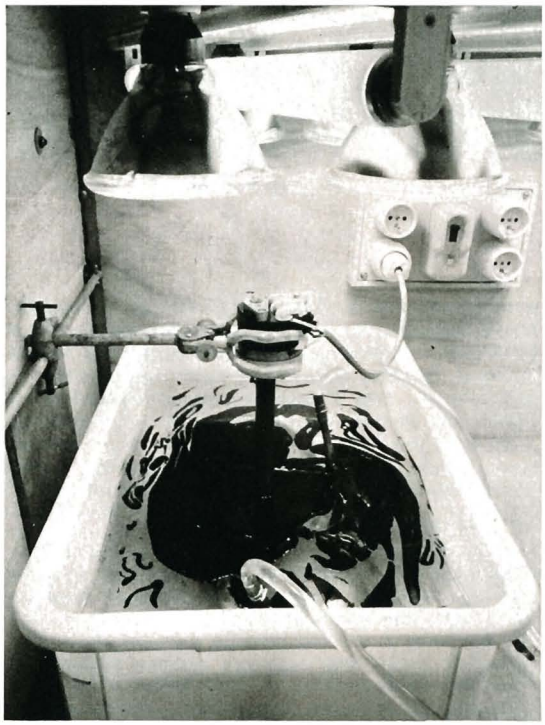
IL Y A « BRUT » ET « BRUT »

Plus d'un million de composés chimiques différents à prédominance de carbone et d'hydrogène, se retrouvent dans le pétrole brut. Mais leurs proportions varient à tel point qu'il est impossible, à l'heure actuelle, de trouver dans les 1 500 champs pétrolifères connus, deux bruts qui soient identiques. Parmi ces composants :

Les hydrocarbures *proprement dits. Ils comprennent trois grandes familles : les alcanes (ou paraffines), les naphtènes (ou cycloparaffines) et les mono- ou poly-aromatiques. Certains composés sulfurés comme les mercaptans, les sulfures et les thiophènes se classent avec les hydrocarbures, car on ne peut pas les en dissocier par des méthodes physiques simples.*

Les asphaltènes. *Ils comprennent une partie du soufre, de l'azote et de l'oxygène du pétrole et des métaux comme nickel et vanadium. Ainsi, l'« arabian light » qui constituait la cargaison de l'Amoco Cadiz, était soufré à 2,7 %.*

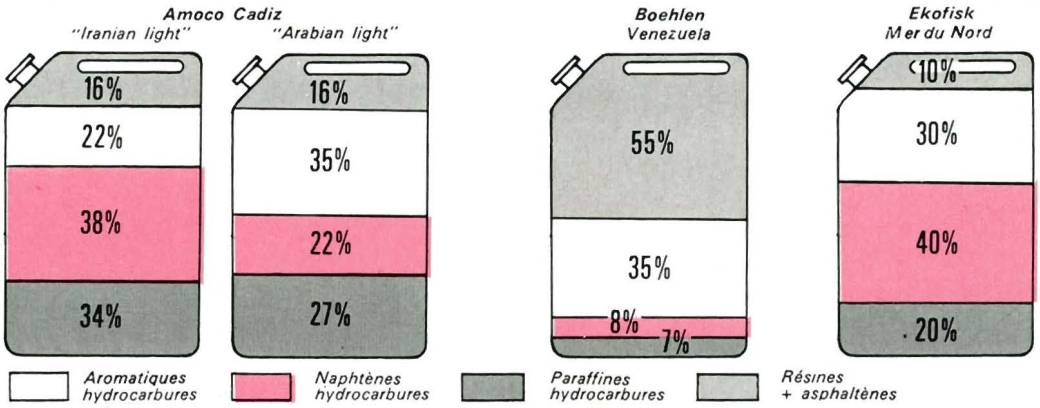
Les résines. *Ce sont des composés hétérocycliques (pyridines, quinoléines, sulfoxides, amides) souvent difficile à dissocier des hydrocarbures.*



POUR VIEILLIR LE PÉTROLE, UNE MER EN LABORATOIRE

C'est à partir d'essais, reconstituant les conditions météorologiques du vieillissement du pétrole en milieu maritime, que sont préparées les « modélisations » qui serviront à déterminer les portraits robots des bruts étudiés comme référence. Les lampes remplacent le soleil, un courant d'air simule le vent et un agitateur recrée le mouvement de la mer. L'eau peut être réchauffée et refroidie à volonté. Des échantillons pour analyse, sont constitués à des durées de vieillissement déterminées.

Dessin J.-L. Gosse



Parmi ces divers composants, les plus toxiques sont les aromatiques (hydrocarbures), car ils sont les plus solubles. Ils figurent à 22 % dans l'Iranian light, à 35 % dans l'Arabian light (deux bruts dont 220 000 tonnes se déversèrent dans la Manche lors de l'échouage de l'Amoco Cadiz), à 35 % dans le pétrole vénézuélien (5 000 tonnes jetées dans la Manche lors du naufrage du Boehlen) et à 30 % dans le pétrole de la Mer du Nord (dont plusieurs dizaines de milliers de tonnes s'échappèrent lors de la fuite dans la plate-forme de forage d'Ekofisk). Les résines et les asphaltènes sont les composants les moins biodégradables et ce sont les paraffines qui le sont le plus. Sur ces « fiches signalétiques », les fractions les plus volatiles ont été éliminées, car « par définition » elles ne subsistent pas dans les nappes polluantes. □

ment de l'échantillon dans l'azote liquide (— 196 °C) qui a pour effet de ralentir les mouvements moléculaires et d'accentuer la fluorescence. Si cette analyse à elle seule ne permet pas d'obtenir l'identité de l'échantillon, elle donne de précieuses indications sur la présence de divers dérivés aromatiques.

La chromatographie en phase gazeuse. C'est actuellement la seule méthode qui permette d'identifier individuellement chaque hydrocarbure à l'intérieur de l'échantillon. Elle donne même une mesure quantitative de chacun des composés. Dans un tube d'environ 6 mm de diamètre, garni de grains qu'imbibe un liquide appelé « phase stationnaire », on introduit l'échantillon vaporisé et un gaz vecteur. L'échantillon se distribue entre la phase stationnaire et la phase gazeuse mobile. A la suite d'une succession d'équilibre liquide/vapeur, les composants de l'échantillon sont séparés et détectés. Leur identification qualitative est fournie par le temps de séjour et leur valeur quantitative, elle, est donnée par la surface des signaux enregistrés.

L'efficacité de la chromatographie en phase gazeuse est limitée aux mélanges qui ne sont pas trop complexes et aux composés assez légers dont la température d'ébullition est inférieure à 300/350 °C et dont la polarité n'est pas considérablement élevée.

Par ailleurs, tant avec la chromatographie qu'avec les autres moyens évoqués ici, les composés les plus lourds, qui constituent l'essentiel des résidus pétroliers formant la nappe, continuent à échapper à l'analyse. Toutefois ces techniques en s'attachant à détecter les autres résidus qui subsistent à côté des hydrocarbures lourds, permettent de fournir de nombreux indices d'identification, qui suffisent dans un grand nombre de cas de pollution.

L'Institut Français du Pétrole travaille à améliorer ces procédés. La détermination d'ensembles de caractéristiques plus précises, grâce à l'utilisation de codes et de grilles de références améliorées, donne déjà d'assez bons résultats dans le cas d'échantillons issus de nappes récentes. Mais ces progrès sont encore insuffisants pour assurer une réussite totale et, dans le monde entier, les laboratoires essaient actuellement de trouver de nouveaux moyens.

Une voie prometteuse à l'heure actuelle, et qu'ont choisie divers laboratoires, porte sur la constitution à partir d'expériences fastidieuses de simulation, de véritables atlas de références qui permettront, quand les techniques analytiques, opératoires et de modélisation seront bien maîtrisées, de dresser un véritable « portrait-robot » d'un échantillon.

Ces simulations prennent en compte les principaux paramètres intervenant dans le vieillissement des nappes : temps, température, renouvellement de l'eau, éclairement, vent, agitation. Les résultats conduisent alors à l'élaboration de modèles précis et connus et les bilans de ces « modélisations », établis à partir des différents types d'atomes présents dans l'échantillon, donnent des systèmes d'équations mettant en valeur les paramètres structuraux de l'échantillon étudié.

Le chercheur peut alors fournir avec précision cette véritable empreinte digitale que le pétrole original a laissé sur la nappe. Ensuite, il appartiendra aux garde-côtes ou autres policiers de la mer connaissant l'origine géographique de ce pétrole (donc le point de chargement du bateau pollueur) et la date approximative de la pollution, de retrouver le coupable.

« Problème élémentaire, Watson... »

Mais à ce stade, la recherche scientifique doit laisser place à la Justice...

Maurice DESSMOND et Jacqueline DENIS ■

Dessin J.-L. Gosse

L'homme le plus profond du monde

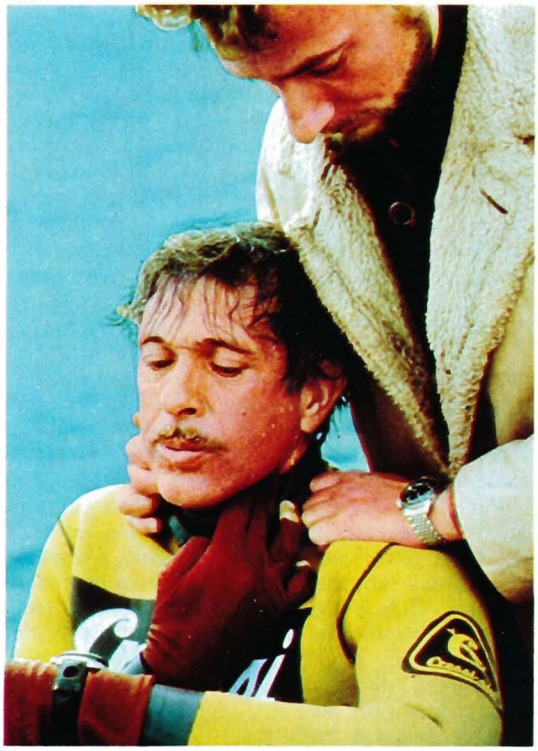
Jacques Mayol est descendu en apnée (c'est-à-dire en retenant sa respiration) avec pour seul équipement une « boîte noire », à 100 m sous l'eau le 26 novembre 1976 à 14 h 35 ; profondeur atteinte en 1 mn 45 s. Il y restait 12 secondes avant de remonter en 1 mn 43 s. Cette performance a été étudiée par des médecins italiens, américains et japonais : leurs conclusions, l'homme doit pouvoir s'adapter physiologiquement à l'immersion prolongée.

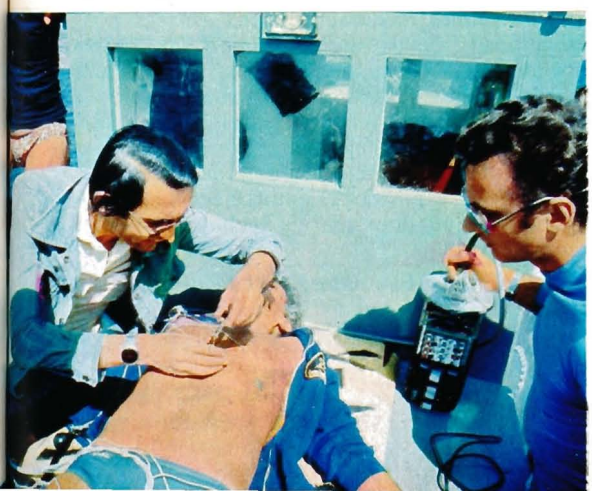
L'homme, tout comme les dauphins, s'adapte aux grandes profondeurs. Nu, sans bouteilles, sans scaphandre, il peut descendre à 100 m sous la mer. Et son appareil sanguin, comme celui des mammifères marins s'adapte : le sang délaisse l'irrigation des organes secondaires pour ne plus irriguer que les organes vitaux : le cœur, les poumons, le cerveau.

Tout plongeur, tout sportif peut mesurer ce que représente cette performance d'un homme ne disposant pour l'accomplir que de son seul souffle. Cet exploit est l'aboutissement de trente années d'incursions subaquatiques longtemps improvisées.

Car dans les années 1946-1950 l'apnée n'était guère une discipline ; c'était seulement pour les chasseurs le moyen perfectible d'aller tirer de grosses pièces à des profondeurs accrues. Par opposition à la plongée avec appareil respiratoire, on ne parle alors que de « plongée libre » ou de « plongée nue ». En 1949 est cependant homologuée la plongée de l'Italien Raimondo Bucher à 30 m de profondeur. L'existence d'un record poussera d'autres plongeurs à la battre. Pendant dix ans, ils seront tous italiens.

1951 : Ennio Falco et Alberto Novelli atteignent moins 35 m.





LES ANGES GARDIENS DU PLONGEUR : UNE GUEUSE ET DES MÉDECINS

Pour plonger « en poids variable », Jacques Mayol utilise une « gueuse de luxe » (ci-dessus). Outre son rôle de lest qui favorise la rapidité de la descente, elle contient une série d'appareils de mesure qui servent à l'information du plongeur et à sa sécurité. Mais pour préparer son immersion, Jacques Mayol effectue des exercices respiratoires yoga sous contrôle médical (ci-contre à gauche). Ces exercices lui permettent d'utiliser au mieux les muscles du diaphragme et de bloquer sa respiration plus longtemps. Pendant ce temps, les médecins contrôlent sa tension.

1952 : retour de Raimondo Bucher qui touche les 39 m.

1956 : Falco et Novelli battent ce record, avec 41 m.

Du Brésil surgit un redoutable challenger, Americo Santarelli (d'origine italienne), chaleureux compagnon que nous avons connu au Brésil, pays qui disposait alors d'une formidable équipe de chasseurs dont Rio ne comptait plus les exploits. Santarelli va se mesurer avec un nouveau champion italien, Enzo Maiorca. Chaque année le record tombe ; en 1960, Santarelli le porte à 46 m. La même année, à Syracuse, Enzo Maiorca atteint 49 m et, au cours des années suivantes, 51, 53, 54 m (1965).

En 1966, surprise ! Un Français, Jacques Mayol, établit un nouveau record mondial à Freeport : 60 m.

Un long duel Maiorca-Mayol commence car le premier plonge à 64 m en 1967, à Cayo Avalos (Cuba) au cours d'un grand rassemblement international.

Désormais perçue comme une discipline sportive particulière, l'apnée est suivie et analysée par des équipes médicales. L'équipement des spécialistes reste simple.

« Je plonge, nous déclare Maiorca à Gênes en octobre 1974, avec des palmes de série, un vêtement néoprène 5/6 mm. Seul accessoire spécial : des lunettes polynésiennes binoculaires, non étanches, c'est-à-dire à jupe percée de trous pour que l'œil soit au contact de l'eau, avec verres correcteurs destinés à compenser la différence de vision. »

Le plan « Apnée profonde »

L'usage d'un vêtement néoprène freine un peu le plongeur à la descente, aussi les recordmen, pour gagner quelques précieuses secondes, utilisent-ils un poids favorisant la rapidité de la plongée, par exemple des plombs de lest ou une gueuse qui sont largués à la profondeur maximum atteinte avant d'amorcer le retour vers la surface. C'est le système dit plongée en poids variable, le poids du plongeur étant différent pendant sa descente et pendant sa remontée.

En poids variable, Enzo Maiorca atteindra (Syracuse, 1970) la profondeur de 74 m que Mayol dépassera : 76 m (au Japon).

Mais en décembre 1970, la « Confédération mondiale des activités subaquatiques » s'inquiète d'une émulation qui peut faire prendre aux apnéistes des risques excessifs et décide de ne plus reconnaître cette catégorie de records. Enzo Maiorca et Jacques Mayol admettent le bien-fondé de cette décision sans pour autant renoncer à leurs propres tentatives, encore que leurs préoccupations divergent.

Maiorca, tout en continuant à plonger en poids variable, s'attaque aux performances en poids constant : avec slip, palmes, lunettes, nage pour descendre (au lieu d'être entraîné par la gueuse) en pure plongée sportive.

- En poids constant, il établit un record toujours valable, à 60 m.
- En poids variable, il atteindra en 1974 la profondeur de 87 m.

Les motivations de Jacques Mayol sont différentes. Peu importe pour lui poids constant ou variable, si le plongeur s'en tient à son seul souffle pour atteindre la plus grande profondeur possible.

Il poursuit avec ténacité un plan « Apnée profonde ». Dans l'équipe médicale et technique qui l'assiste, a pris place l'ingénieur Victor de Sanctis.

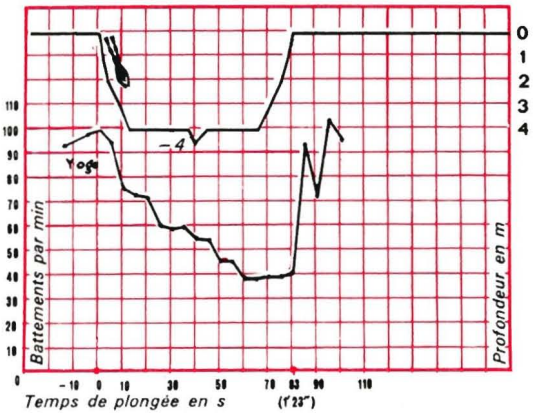
« Jacques, explique-t-il, n'utilise pas la technique bien connue d'hyperventilation (exercices respiratoires intensifs en surface avant la plongée) qui peut être dangereuse par occultation du réflexe respiratoire. C'est par la pratique du yoga qu'il a acquis une parfaite maîtrise de son apnée poussée jusqu'à 4 mn 10 s. Par ailleurs, ses expérimentations visent à réveiller en l'homme des réflexes d'immersion, complètement dégradés en nous mais qui font partie de notre bagage génétique, analogues à ceux qui permettent à d'autres mammifères comme les dauphins et les cachalots d'atteindre des profondeurs étonnantes. Jacques pense que la sensation d'aisance qu'il commence à ressentir en plongée à partir de 50 m est due au « blood shift » dont le Dr Giancarlo Ricci nous parlera tout à l'heure. Il est clair que les médecins ont besoin de savoir exactement quelles sont les réactions de l'organisme du début à la fin d'une apnée profonde. C'est à cette fin qu'a été conçu et réalisé un appareil qui est au plongeur ce que la fameuses « boîte noire » est aux avions. »

Fixée sur le dos de Mayol, cette « boîte » est un appareil qu'ont mis au point des techniciens de l'Institut de physiologie humaine de l'Université de Turin et de Chieti. Quatre variables physiologiques du plongeur sont enregistrées simultanément sur bande magnétique à 4 pistes de cassette compacte. Durée d'enregistrement : une heure. Profondeur d'utilisation : 200 m. Caractéristiques techniques : deux entrées pour dérivations d'électrocardiogramme, une entrée pour mesure de la pression sanguine différentielle (échelle étalonnée à 100 mm/Hg, une entrée pour profondimétrie-pression extérieure). Une version perfectionnée de cet appareil « d'enregistrement électronique autonome de signaux biologiques », capable de 8 acquisitions, simultanées est actuellement mise au point par le technicien Walter Olmi de Turin.

Le professeur Pier Giorgio Data de l'Université de Chieti et Victor de Sanctis nous ont communiqué les diagrammes des plongées de Mayol livrés par l'appareil.

Ces diagrammes 1, 2, 3, visualisent 3 plongées en profondeur et en temps d'apnée différents.

Figure 1 : plongée à 4 m, durée totale 1 mn 23 s.



le pouls (en ordonnée) ralentit lentement ; après 1 mn (en abscisse), il est de 38-40 battements par mn (Bpm) pour passer à 90 après la remontée. Normalement il est, chez Mayol, de 60-70 et monte à 100 seulement lors de ses exercices respiratoires de yoga.

Figure 2 : plongée à 42 m, durée totale 2 mn 28 s.

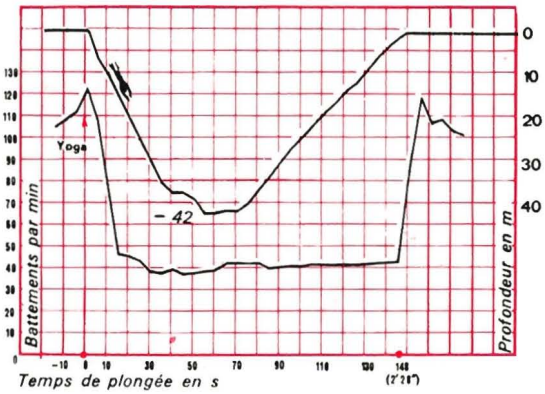
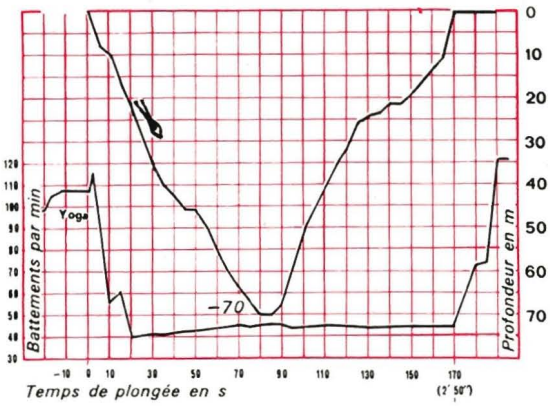


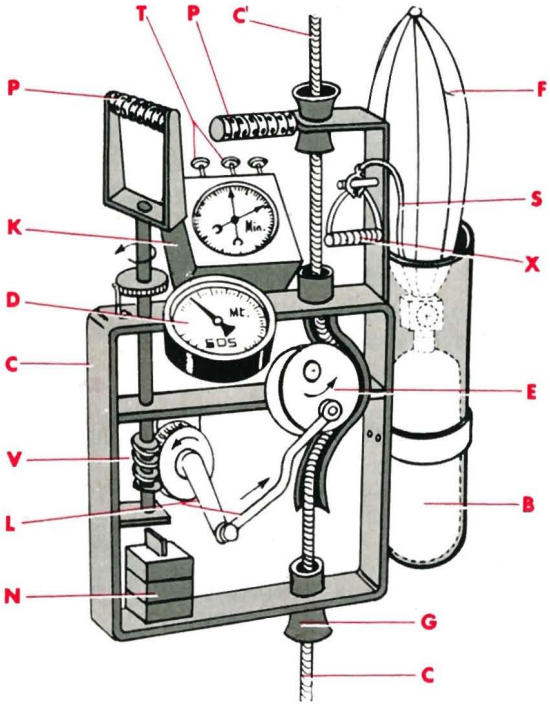
Figure 3 : plongée à 70 m, durée totale 2 mn 50 s.



On peut remarquer que le ralentissement des pulsations cardiaques n'est pas proportionnel, comme certains le pensaient à la profondeur atteinte ; dans le cas de Mayol, la courbe passe toujours par 40 pulsations cardiaques par mn (pcm).

La plongée en poids variable s'effectue le long d'un câble guide vertical, en utilisant un lest. La gueuse rudimentaire d'hier a désormais fait place à un « bloc technique » qui, par son poids, fait office de lest mais sert aussi de support à divers éléments prévus pour l'information et la sécurité du plongeur.

Jacques Mayol a déterminé les composantes d'un tel bloc qu'a fabriqué la firme SOS de Turin



La gueuse de luxe (voir ci-dessus). Il s'agit d'un châssis *C* glissant le long du câble *C'*. Le plongeur le tient par deux poignées *P* ; celle de gauche, tournante, peut commander par système à vis *V* les leviers *L* et la poulie excentrique *E* et un dispositif de freinage pour moduler la vitesse de descente.

Des poids mobiles *N* règlent une vitesse choisie plus ou moins rapide. Le plongeur a aussi sous les yeux un profondimètre de précision *D* ainsi qu'un grand chronomètre à double aiguille *K* mis en marche par déclencheurs *T* à l'instant du départ de la surface.

A la main droite, on a logé un dispositif de secours pour remontée rapide, constitué d'un ballon *F* gonflable par une bouteille *B* d'air comprimé. Par la poignée *X* le plongeur est tiré par ce dispositif ascensionnel.

Si le poids de l'ensemble atteint 33 kg, dans l'eau il faut tenir compte de la poussée positive (volume déplacé) et de la résitance passive d'une forme non-hydrodynamique. De toute façon les poids *N* sont là pour assurer un bon rapport du couple plongeur-lest.

Depuis 1952, le docteur Giancarlo Ricci étudie les plongées en apnée. Il pensait que l'apnéiste pouvait supporter des pressions largement supérieures à celles régnant au niveau des 40 m. Enzo Maiorca, Bob Croft (recordman aux USA), Jacques Mayol lui ont donné raison.

« Je rapelle, nous déclare-t-il, que, dès 1957, deux médecins américains, F.N. Craig et K.E. Schaefer, ont montré qu'en condition de déflation pulmonaire — compression des cavités aériennes thoraciques — se vérifient des modifications cardiaques et circulatoires : bradycardie (ralentissement du rythme cardiaque) et blood-shift (transfert sanguin vers les organes vitaux). C'est à-dire que l'homme, comme les mammifères marins, castor ou dauphin, par exemple, a une faculté latente d'adaptation à l'immersion.

Elle se traduit par un ralentissement du pouls et par le blood-shift qui est une translation du sang de la périphérie du corps, bras, jambes, vers le cœur, le cerveau, les tissus capillaires des poumons.

A l'homme nu, rien d'impossible

Les mesures obtenues pendant et après les apnées systématiques de Mayol : électrocardiogrammes, pression sanguine différentielle, analyses -du sang, nous ont permis de contrôler l'existence de ces phénomènes et de nous en faire une idée plus précise. Nous avons pu également étudier de près les risques d'hypoxie (ou manque d'oxygène) dans la dernière phase de la remontée qui précède la « rentrée dans l'atmosphère », délicate, comme pour les cosmonautes.

Remarquons que le plongeur ordinaire peut vérifier aisément le premier de ces phénomènes. En effet, en surface, si l'on respire avec le tuba, la simple immersion du visage provoque un ralentissement d'environ 15 % du rythme cardiaque, quel que soit l'entraînement du sujet. Dans son ouvrage « Physiologie et physiopathologie de la plongée en apnée », le professeur J.H. Corriol de la Faculté de Médecine de Marseille a largement analysé ces modifications : forte cardio-modération et intense vaso-constriction (diminution du calibre des vaisseaux sanguins) périphérique.

On comprend ainsi l'importance de la « boîte noire » enregistreuse sur un homme plongeant en apnée jusqu'à la profondeur de 100 m et la valeur des mesures recueillies au cours de ces expériences pour mieux connaître les transferts circulatoires chez l'homme, les mécanismes pourvoyant préférentiellement en oxygène les organes nobles, cœur, cerveau.

L'obstiné Jacques Mayol, indifférent aux critiques qui lui furent faites, aura eu la satisfaction de voir enfin reconnu en France l'intérêt de ses recherches. En décembre 1977, le commandant Cousteau l'invitait à les exposer au Musée océanographique de Monaco, à l'occasion de la rétrospective « L'homme sous la mer » ; dans une section de l'exposition consacrée à l'apnée, avaient pris place les appareils que nous avons décrits.

Après cette large information du public, Mayol espère que se manifestera l'intérêt de scientifiques français.

« Jusqu'à présent, me dit-il, ils sont restés à l'écart, alors qu'en Italie, aux Etats-Unis, au Japon, lors de mes plongées à Futo de septembre 1970, à 76 et 80 m, j'ai rencontré des médecins, des experts, les uns désireux d'observer, d'autres prêts à m'aider. Ils avaient compris que records et célébrité ne m'intéressaient pas, que j'ai tout simplement décidé de payer de ma personne l'exploration de certaines possibilités humaines. En 1972, vous m'avez posé la question : « Franchir le mur du fond, à 80 m, n'est-ce pas une absurdité ? ». Je vous ai alors écrit : « L'homme nu atteindra certainement les cent mètres en apnée sous la mer ; je suis porté à le croire quand je vois l'étrange lueur fraternelle qui éclaire le regard des dauphins ». Quatre ans plus tard, ces 100 m, je les ai atteints. »

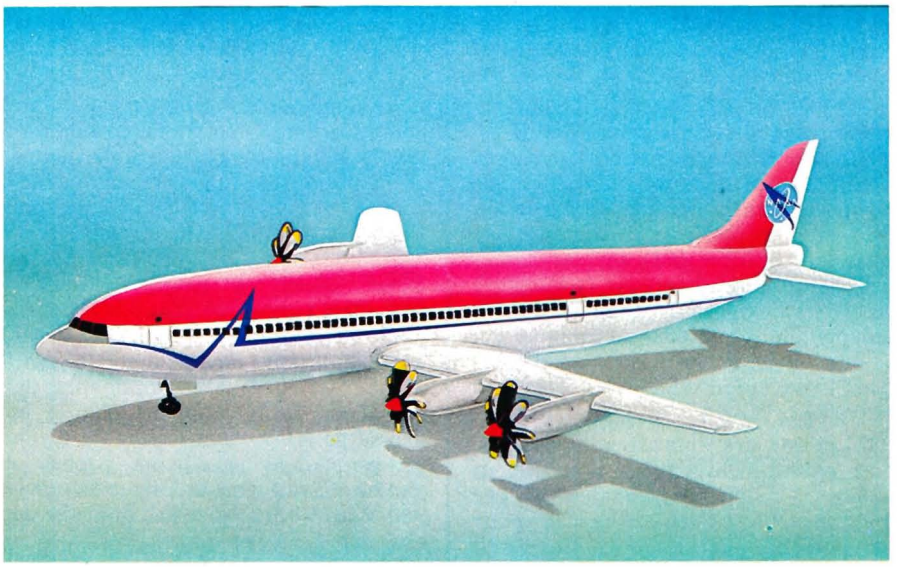
« On objecte que vous êtes un cas, un type exceptionnellement doué ? »

« Je le suis devenu, à force d'entraînement. Cette méthode peut être suivie par d'autres. Des propositions me sont faites dans ce sens ; par exemple, de créer des centres d'entraînement à l'apnée profonde où seraient formés des volontaires aux disciplines du yoga et de l'apnée calculée. C'est prématuré. Il me faut d'abord terminer certaines recherches. Ainsi, en Nouvelle-Guinée, les femmes accouchent seules, dans l'eau des rivières ; leur nouveau-né a aussitôt des réflexes ataviques d'amphibiens. Je désire étudier cela de près, savoir si ces réactions ataviques sont porteuses de possibilités quand elles sont entretenue, cultivées. Avec une équipe médicale, je vais suivre par ailleurs un entraînement particulier au Pérou, non loin du lac Titicaca, à haute altitude, là où la raréfaction de l'oxygène entraîne une augmentation du nombre des globules rouges dans le sang. Avec le professeur Giorgio Data et ses chercheurs, j'irai ensuite plonger dans le Pacifique pour vérifier dans quelle mesure de plus longues apnées sont possibles, grâce à la plus grande quantité d'oxygène fixée par les globules rouges.

Certes, l'homme n'a pas les dispositions anatomiques des mammifères marins. Cependant tel qu'il est, je le crois capable de développer des potentialités « amphibiennes », comme le castor, petit frère mammifère terrestre, qui peut évoluer quinze minutes sous les eaux. Une dernière remarque qui donne à réfléchir. Avec l'opération Janus IV les plongeurs industriels avec scaphandre et appareils respiratoires ont opéré à 500 m de profondeur, alors qu'il y a trente ans ils se limitaient à 50 m. Dans le même temps, l'apnée a progressé de 10 à 100 m. Ce décuplement égal obtenu par l'homme nu est significatif. »

Jean-Albert FOËX ■

Dessin J.-M. Troillard



Sur ce projet Lockheed, une partie du carénage des turbo-réacteurs a été enlevée, les hélices de la soufflante ont été découvertes et l'on obtient cette apparence « rétro ».

L'avion de l'an 2000

Le coût croissant du carburant finit évidemment par atteindre la technique aéronautique. Les ingénieurs sont donc soumis actuellement à deux contraintes : aller plus vite et, en même temps, consommer moins. La meilleure manière d'y parvenir est d'augmenter les taux de compression. Et, paradoxalement cela mène à ceci :

La redécouverte de l'hélice

Dessin J.-M. Troillard

La NASA, National Aeronautics and Space Administration, pourrait laisser provisoirement tomber l'S de son sigle. Ce n'est plus, en effet, du Grand Espace qu'elle s'occupe actuellement, mais de moteurs d'avion et même, de moteurs économiques.

Pour obtenir plus d'énergie avec moins de carburant, toutefois, il faut dépenser à peu près autant de matière grise qu'il en fallut pour atteindre la Lune. On ne presse pas le citron du carburant sans augmenter la pression du cycle et, du coup, la température de la turbine. De la sorte, on met encore plus à l'épreuve la structure du moteur et de ses composants. C'est un double problème de métallurgie et de mécanique qui équivaut à une révision profonde du turbo-réacteur tel qu'il vole aujourd'hui. Mais c'est bien à cela que travaille la NASA.

Ce n'est là qu'une des approches envisagées. Une autre, qui n'est d'ailleurs pas si nouvelle, en théorie, propose de récupérer la chaleur du gaz éjecté par le réacteur et de la recycler pour obtenir une poussée additionnelle. Ce serait simple, si cela n'augmentait pas le poids général du moteur et aussi, si cela ne le compliquait pas. Et si on combinait le flux froid et le flux chaud émis par les turbo-réacteurs à soufflante ?... Un mélangeur pourrait les préparer à l'éjection par la même tuyère. On obtiendrait de la sorte des vitesses et des températures de gaz à la sortie qui seraient bien plus uniformes. Cela diminuerait la consommation spécifique.

L'avenir : des idées fort anciennes

Bref, l'on gamberge ferme à la NASA. Grâce au pétrole, ou plutôt par sa faute : les... coûts en carburant représentent 20 % des dépenses des compagnies aériennes... La hausse prévisible des prix du pétrole, la tendance au toujours plus vite, ne peuvent qu'accroître ce pourcentage...

C'est donc de la seule technique — celle de la mise au point de nouveaux réacteurs — qu'il faille attendre une diminution de ces coûts. Car les constructeurs de réacteurs de l'avenir ont écarté d'emblée la solution la plus simple : une diminution de la vitesse de croisière des avions qui, pourtant entraînerait une baisse automatique de la consommation. Pour des raisons diffuses, cela ne semble pas à l'ordre du jour.

Pourtant (et nous l'avons vu lors des précédents numéros) il n'existe pas encore, quoi qu'en disent les publicités des constructeurs, d'avion spécifiquement étudié et consacré au fret aérien. Il en existera vraisemblablement au futur : le fret aérien n'exige pas de se balader à 900 km/h. Cinq ou six cents kilomètres/heure lui suffisent amplement pour remplir son contrat de vélocité. Ce qui présage peut-être — et pourquoi pas ? — que les motoristes tireront à l'avenir des « versions spéciales fret détarées » des réacteurs existants ou en gestation. Le fret aérien connaissant une expansion assez prodigieuse pour l'heure, la disponibilité de tels appareils économiques le rendrait encore plus concurrentiel vis-à-vis des transports terrestres.

Et, pour le transport des passagers lui-même, cette tendance au toujours plus vite est-elle toujours légitime ? Notamment pour les courtes étapes ? Qu'importe par exemple mettre une heure et demie au lieu d'une heure, quand le train en met de 6 à 9, si cela permet de réduire le prix du billet d'avion... On en reparlera sans doute lorsqu'il s'agira de remplacer les appareils de ligne actuels à turbopropulseurs. Mais les moindres vitesses ne sont pas encore à l'ordre du jour. Pas même au programme de la NASA qui s'est pourtant fixé comme objectif de faire tomber de 50 % la consommation de carburants au début du XXIe siècle. D'ores et déjà, une baisse de 20 % est attendue de divers projets de réacteurs que la célèbre agence de l'espace étudie. Et qui dans la longue histoire des propulseurs devrait marquer une nouvelle date...

C'est en 1911 que le premier brevet d'un réacteur thermopropulsif fut pris par l'ingénieur Louis. René Leduc s'inspira directement de ses travaux pour concevoir dès 1937 un avion à stato-réacteur, tandis que les ingénieurs allemands lançaient pendant la guerre des bombes volantes V-1 à pulso-réacteur. Les véritables turbo-réacteurs tels que nous les connaissons volèrent en 1939 sur Heinkel 178, et en 1941 sur Gloucester britannique. Le premier avion civil à réaction, le britannique De Havilland « Comet » entra en service en 1952. Puis, très vite, le réacteur allait remplacer le moteur à essence.

Son principal avantage sur les autres concurrents que les technologies nouvelles (fusées, par exemple) lui opposaient : utiliser l'air comme carburant. Pour le reste un principe simple : la troisième loi de Newton qui démontre que toute « action » engendre une « réaction ».

Un réacteur n'est rien d'autre qu'un sac qui avale un certain débit d'air et lui communique, en le chauffant, une accélération. Le kérosène, sorte de pétrole lampant (dont l'aviation civile française a consommé 2 millions de tonnes seulement en 1976) permet précisément de rendre le mélange énergétique. En effet, l'énergie chimique devient énergie thermique dans une chambre de combustion. La chaleur produite augmente alors la pression de l'air dans le réacteur. Cette pression, par détente à la sortie du propulseur, lui communique son accroissement de vitesse. Ce qui nous donne une équation simple : on dira que la poussée d'un réacteur est proportionnelle à la masse de l'air débité et à l'accélération qui lui est communiquée.

Il s'agit donc maintenant de savoir comment l'on va améliorer le vol des avions, abaisser leur consommation en carburant, en considérant la source même de la dépense énergétique. Notre guide dans cette visite au cœur d'un moteur sera M. Marc Pianko, coordonnateur moteurs à l'ONERA. Mais nous profiterons également des

Dessins J.-M. Troillard

nombreux entretiens que nous avons eu avec des motoristes français (SNECMA), britannique (Rolls-Royce) et américain.

Pour savoir quel progrès attendre dans les propulseurs, la première méthode consiste à faire un bilan du passé et prolonger la courbe d'évolution en pointillé dans l'avenir.

La consommation spécifique, autrement dit ce rapport déterminant l'économie ou la gourmandise d'un moteur : consommation en carburant divisée par la poussée, a beaucoup décrû et devrait atteindre 0,55 en l'an 2000. Mais il faut bien le reconnaître, cette méthode historique n'est pas très fiable. Notamment parce que dans le passé, on a vu des périodes de mutation et considérables (on peut prendre l'exemple du passage du moteur à piston au réacteur, ou de l'arrivée des grosses soufflantes, à la fin des années 60) et d'autres de calme à peu près plat.

Les moteurs ont beaucoup avancé, en particulier grâce à l'augmentation des températures. En effet, chauffer au maximum le débit propulsif donne un accroissement de la poussée. Mais il existe une limite : la résistance des matériaux employés à la sortie de la chambre de combustion, dans la turbine. Vint un moment où l'on ne savait plus quoi inventer pour reculer encore la température maximale. Le simple petit pas que l'on voudrait encore franchir dans ce domaine, ne vient pas vite. Disons que les ingénieurs gagnent en moyenne 12 °C de plus par an.

● Prospective. La seconde méthode pour essayer de jauger les progrès technologiques à venir consiste à regarder de près quelles sont les contraintes auxquelles on se heurte actuellement.

● Quatre paramètres. Un turboréacteur se définit par quatre paramètres essentiels qui définissent en quelque sorte les cycles du moteur :

1. La TET : température des gaz à l'entrée de la turbine : c'est la température maximale qui règne dans le moteur puisqu'elle se situe à la sortie même de la chambre de combustion où le mélange vient d'être brûlé.

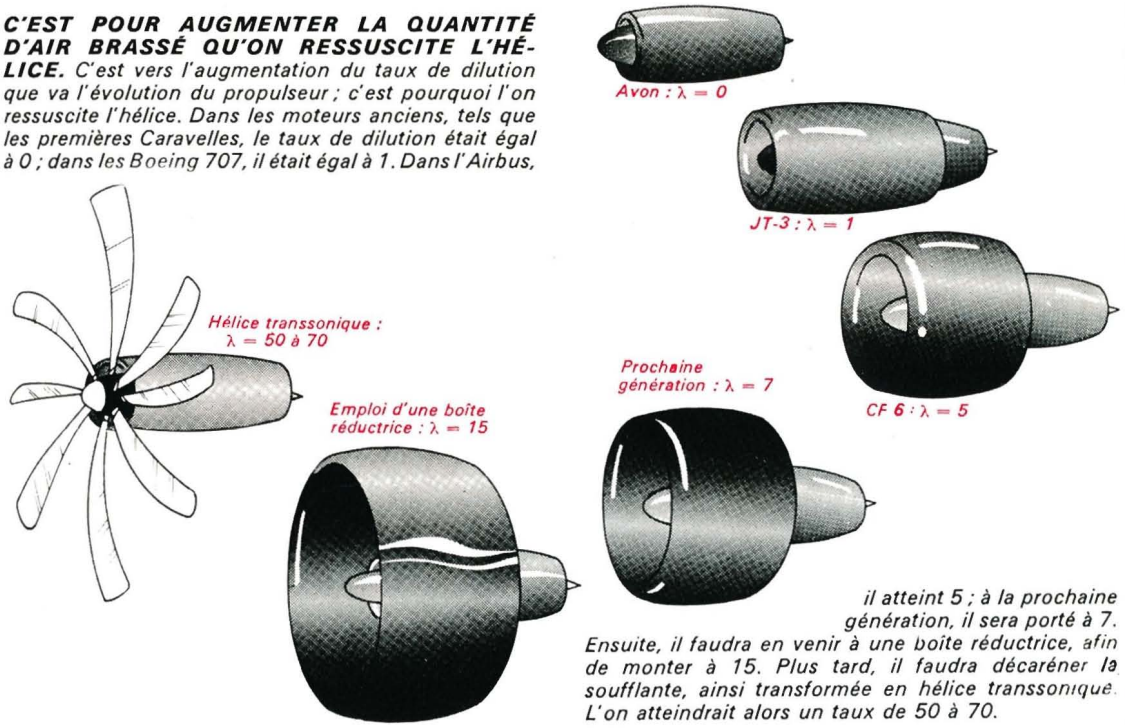
2. π : le rapport de pression : c'est le rapport entre la pression qui règne à la sortie du compresseur, et celle prise à l'entrée du moteur (soit P_3/P_2).

3. Le rapport de pression de la soufflante, c'est-à-dire le rapport des pressions à la sortie et à l'entrée.

4. Le taux de dilution λ, autrement dit le rapport débit secondaire (Ds) sur le débit primaire (Dp), le débit secondaire ou flux froid étant le débit d'air qui ne traverse que la soufflante, et le débit primaire ou flux chaud, étant celui qui, derrière la soufflante, est dirigé vers le générateur de gaz pour y être compressé puis chauffé.

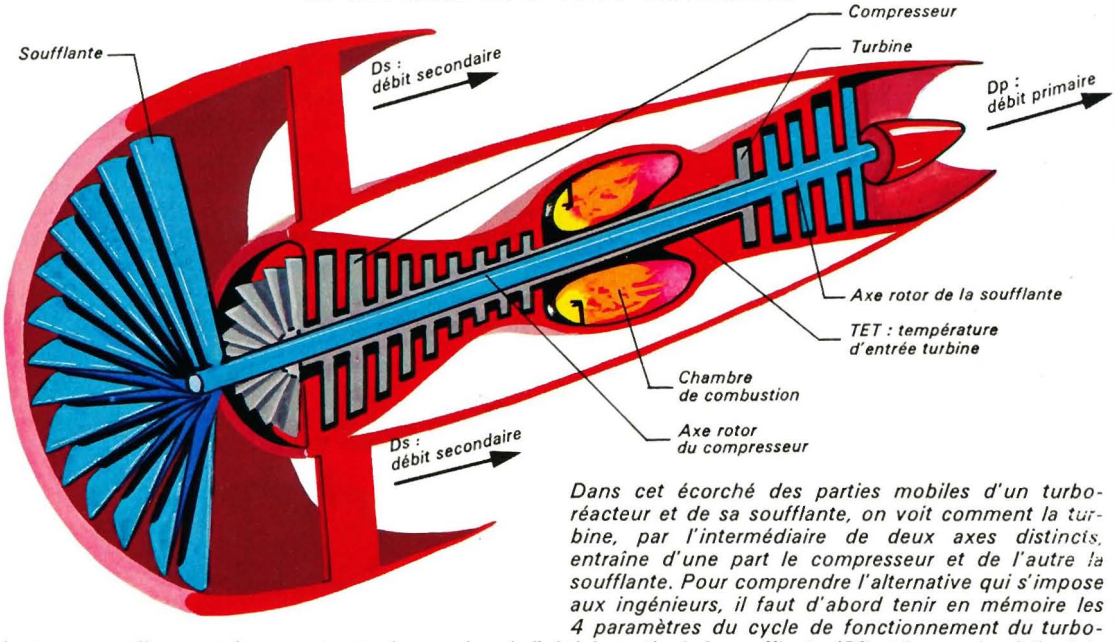
● Améliorer quoi ? La première idée consiste à améliorer ce qui existe déjà. On peut tout d'abord faire mieux travailler chacun des organes : par exemple les rendements aérodynamiques du compresseur, de la turbine, de la soufflante, des entrées d'air... Encore faut-il dire

C'EST POUR AUGMENTER LA QUANTITÉ D'AIR BRASSÉ QU'ON RESSUSCITE L'HÉLICE. *C'est vers l'augmentation du taux de dilution que va l'évolution du propulseur ; c'est pourquoi l'on ressuscite l'hélice. Dans les moteurs anciens, tels que les premières Caravelles, le taux de dilution était égal à 0 ; dans les Boeing 707, il était égal à 1. Dans l'Airbus, il atteint 5 ; à la prochaine génération, il sera porté à 7. Ensuite, il faudra en venir à une boîte réductrice, afin de monter à 15. Plus tard, il faudra décaréner la soufflante, ainsi transformée en hélice transsonique. L'on atteindrait alors un taux de 50 à 70.*



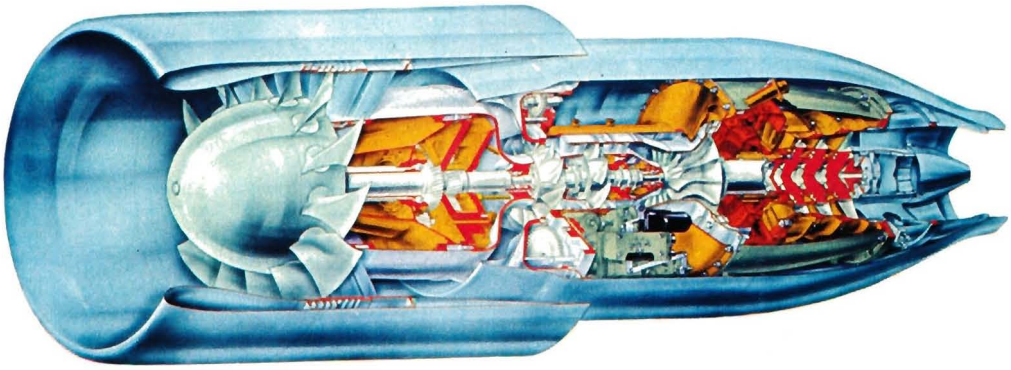
Dessins J.-M. Troillard

LE SYSTÈME QU'IL FAUT CRAVACHER



Dans cet écorché des parties mobiles d'un turboréacteur et de sa soufflante, on voit comment la turbine, par l'intermédiaire de deux axes distincts, entraîne d'une part le compresseur et de l'autre la soufflante. Pour comprendre l'alternative qui s'impose aux ingénieurs, il faut d'abord tenir en mémoire les 4 paramètres du cycle de fonctionnement du turboréacteur : premièrement, le rapport entre la pression de l'air à la sortie de la soufflante (Pf) et la pression à l'entrée de celle-ci (P2) ; il s'énonce $\pi f = Pf/P2$. Deuxièmement, le rapport entre la pression de l'air à la sortie du compresseur et la pression à l'entrée de celui-ci ; il s'énonce $\pi = P3/P2$. Troisièmement, le taux de dilution, c'est-à-dire la quantité d'air brassé par la soufflante, que l'on appelle également débit secondaire, Ds, qui est divisé par le débit primaire, Dp. Quatrièmement, la température du mélange, lorsqu'il entre dans la turbine, à la sortie de la chambre de combustion, TET. L'alternative est celle-ci : soit augmenter le taux de compression, soit augmenter le taux de dilution.

L'ASTAFAN II : UN RÉACTEUR DE POINTE



L'Astafan II de Turboméca est un petit réacteur de 710 kg de poussée dont la conception est très avancée. Il tourne à une vitesse constante (43 000 tr/mn), avec cette originalité que les pales de la soufflante sont à pas variable. On peut ainsi moduler le débit secondaire issu de la soufflante. Sa consommation spécifique est de 0,38 kg de kérosène par kilogramme de poussée à l'heure. Il reste néanmoins à transposer cette solution technique sur des moteurs d'une taille sensiblement plus importante.

que l'on ne risque guère de faire mieux que les 0,9 auxquels on est parvenu. Ensuite, on peut essayer d'agir sur le choix du cycle du moteur. En effet, les performances des turboréacteurs sont illustrées par deux grandeurs :

- la consommation spécifique, autrement dit le carburant dépensé divisé par la poussée (kg de pétrole à l'heure/poussée en décanewton) ;
- la poussée spécifique : c'est-à-dire la poussée que divise le débit d'air total qui traverse le réacteur.

L'intérêt du calcul de la poussée spécifique consiste à faire des moteurs à faible maître-couple pour une poussée donnée ; à poussée égale, on obtiendra donc des propulseurs plus

Dessins J.-M. Troillard

petits (moins de traînée aérodynamique) et plus légers.

On peut encore jouer sur l'influence des paramètres du cycle sur la consommation spécifique. Encore que le jeu ne soit pas facile, puisque les quatre paramètres agissent en commun. Par exemple, la diminution de la consommation spécifique, ce vers quoi l'on tend, s'obtient en augmentant la TET. Mais il faut aussi augmenter λ (le taux de dilution) et π (le rapport de pression).

C'est ici que commencent les difficultés. Augmenter le rapport de pression revient à améliorer le rendement du compresseur ou à obtenir, avec un nombre d'étages de compresseur aussi réduit que possible, la plus grande compression. Cette compression accrue ayant pour effet notable d'augmenter la température...

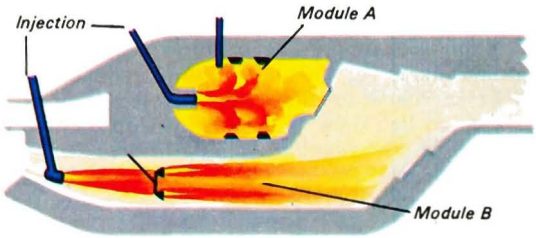
Accroître encore le taux de dilution, autrement dit augmenter le débit qui traverse la soufflante, est un vœu pieux, parce que ce faisant, l'on accroît le travail de la soufflante, et il faut aussi accroître celui de la turbine qui l'actionne. Laquelle turbine est certainement l'élément le plus maltraité de tout le réacteur. On va donc chercher comment la torturer un peu plus sans qu'elle rende l'âme trop vite...

Les moteurs civils actuels ont des taux de dilution de l'ordre de 5. La pression obtenue au compresseur voisine le rapport 25. La TET plafonne à 1 330 °C au décollage et 1 230 °C en croisière. Prenant en compte les études les plus avancées dans les laboratoires internationaux, on peut espérer, si l'on ne change pas fondamentalement le cycle actuel, aboutir à des taux de dilution de 6 à 9. Au-delà, compte tenu de l'architecture mécanique actuelle, de plus grands taux de dilution n'apporteraient que de faibles gains en consommation spécifique. On vise des rapports de pression de 35 à 40.

Malheureusement, il se trouve que ce moteur, qui a une consommation spécifique minimale, ne pousse pas beaucoup... On cherche donc moins à minimiser la consommation spécifique d'un moteur, mais à accroître sa poussée au maximum on retenant le plus possible sa consommation. Par exemple, un moteur ayant pour paramètres : $\pi = 40$, $\lambda = 7$, et une TET choisie pour une consommation minimale de 0,55, dispose d'une poussée spécifique assez faible : 130. Or, les courbes nous disent que si l'on fait supporter à la turbine une température de 200 °C de plus, certes, on perdra 3 % sur la consommation spécifique, mais en revanche, on gagnera 30 % en poussée spécifique (ce qui peut aussi donner un moteur 30 % plus petit pour une poussée identique).

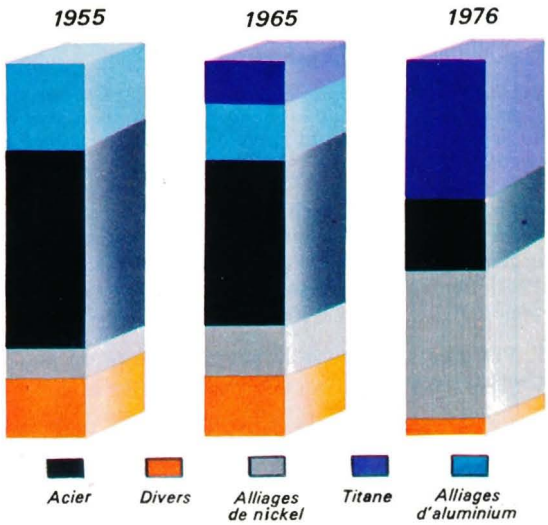
Maintenant, lorsque l'on accroît le rapport de pression et le taux de dilution, on augmente le travail du compresseur et celui de la soufflante, donc celui des étages de la turbine. Une turbine fournit d'autant plus de travail que le débit d'air qu'elle traite est plus chaud : autre raison pour essayer d'augmenter les températures devant turbine. Aujourd'hui, les TET à l'essai atteignent 1 530°. On peut donc espérer que les moteurs de série du futur admettront 1 430° de TET maximale (au décollage), ce qui constitue tout de même une belle performance si l'on tient compte du fait que les turbines connaissent sous cette

LES SOLUTIONS ÉCONOMIQUES DE LA SNECMA



La SNECMA a conçu un moteur à deux modules-chambres de combustion. L'air issu du compresseur (qui n'est pas représenté ici) alimente deux foyers auxiliaires co-axiaux. Au décollage, le moteur fonctionne sur les deux chambres à la fois (modules A et B). Le foyer extérieur (module A) est optimisé pour le régime ralenti, comme durant le roulage au sol et l'attente sur l'aire de décollage il réduit considérablement les émissions de polluants, oxyde de carbone en particulier, et la consommation. En croisière, les températures sont plus élevées et il n'y a pas non plus émission d'oxyde de carbone. Et l'on utilise dans le foyer intérieur (module B) un mélange relativement pauvre.

HIER, ALU + ACIER, AUJOURD'HUI NICKEL + TITANE



Les matériaux utilisés pour la fabrication du propulseur ont beaucoup évolué en 20 ans. En 1955, ils utilisaient beaucoup l'acier. Dès 1976, les alliages de nickel et de titane ont pris de plus en plus d'importance, au détriment de l'aluminium et de l'acier.

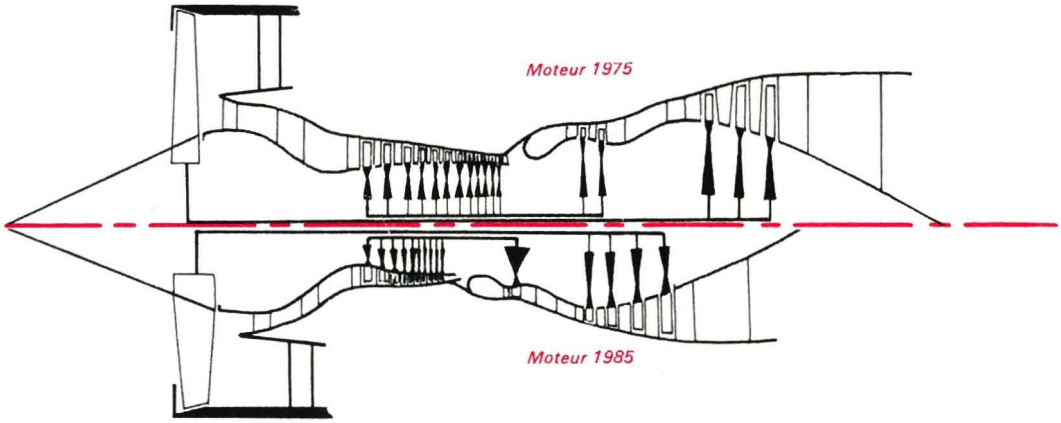
Dessins J.-M. Troillard

température des charges de plusieurs tonnes qui tendent à les déformer.

Ainsi se présentera le turbo-réacteur classique poussé au bout de ses possibilités : taux de dilution : 7 ; rapport de pression : 35-40. TET : au décollage : 1 430° et 1 330 °C en croisière. Turbine haute pression très chargée et à deux étages au lieu d'un actuellement. Consommation spécifique : 0,56 ou 0,5 (gain de 13 à 14 %) pour une perte probable de 7 à 8 % en poussée spécifique. On ne peut guère faire mieux avec ce type de moteurs.

gineux. Parce que rien ne limite plus l'augmentation si bénéfique du taux de dilution λ, qui, de 6 ou 7, va pouvoir monter à 10 ou 15 (rappelons qu'il est à 5 sur les plus performants des propulseurs actuels). Tandis que le rendement de la soufflante sera lui aussi amélioré, passant de 0,85 dans le meilleur des cas à 0,9. On peut même envisager de l'optimiser mieux encore en faisant varier l'incidence des pales de la soufflante en fonction des besoins. Il faut cependant préciser que ces solutions sur lesquelles se penchent les ingénieurs ne sont pas toutes neuves. La boîte

DE 1975 A 1985, DEUX ÉTAGES DE GAGNÉS



Voici confrontées l'architecture d'un turboréacteur actuel (1975) et celle, encore théorique, d'un moteur futur (vers 1985). Le second est beaucoup plus court, en particulier au niveau du compresseur, qui comporte 10 étages au lieu de 12. Le second moteur représente lui-même une étape vers les propulseurs de l'an 2000, sans doute encore simplifiés.

On doit donc chercher un autre type de propulseurs. Pour l'instant, le propulseur reste un organe qui capte un débit d'air, et l'accélère. Pratiquement, on ne sait pas encore faire autrement.

Par contre, en considérant ses limites, on peut chercher comment dépasser ses limites.

La première de ces limites, c'est le taux de dilution qui reste plafonné à 7 sur les turboréacteurs classiques futurs. Aller au-delà ne semble pas intéressant, non pas parce que les possibilités du cycle sont limitées, mais pour de très simples raisons mécaniques. La soufflante est entraînée par la partie basse pression de la turbine. La soufflante est grande et la turbine petite. Cette disproportion dans leur diamètre et le fait qu'elles soient liées entre-elles de façon rigide font qu'elles ne tournent pas à des vitesses optimales. On a donc besoin de faire tourner la soufflante et sa turbine à des vitesses différentes. Pour cela, on va désaccoupler la liaison mécanique soufflante-turbine basse pression, et interposer un réducteur, ce qui permettra de faire fonctionner chacun des deux organes à sa vitesse optimale.

Cette solution simple ouvre des horizons verti-

réducteur existe déjà sur les turbopropulseurs, et rendant à César ce qui lui appartient, c'est à la firme française Turboméca que l'on doit le premier turboréacteur à soufflante à pas variable : l'Astafan. Mais il reste à transposer ces technologies à des moteurs plus puissants et d'une autre taille...

Avec ces systèmes, on peut raisonnablement espérer atteindre des λ de 10 à 25. Il n'y a aucune raison pour que l'on s'arrête en si bon chemin. Mais on trouve au-delà, un nouvel obstacle : le poids des structures mises en œuvre qui pénalise fortement l'appareil, encore que l'introduction de matériaux nouveaux permettra des gains de poids étonnants. Pour sauter ce nouvel obstacle sans peur, les ingénieurs se sont dit : et si l'on enlevait le capotage autour de la soufflante. Que reste-t-il ? Une hélice...

● L'hélice. A la Snecma, on se penche sur les hélices supersoniques depuis 1946. En France, Rateau a également pris un brevet pour un tel instrument. Le premier à y avoir songé pourrait être Franck Whittle en Grande-Bretagne. Mais elles ne verront pas le jour en série avant l'an 2000 : il y a un monde entre le brevet et sa réalisation !

Dessins J.-M. Troillard

La firme la plus avancée dans ce domaine est aujourd'hui Hamilton Standard, du groupe américain United Technologies, avec son concept « prop-fan ». Il s'agit d'une hélice à huit pales bizarrement tordues, dessinée pour des vols de croisière à 855 km/h à 9 000 m d'altitude.

A l'aide de cette nouvelle hélice — appelons-la transsonique en Français — on peut viser des λ de 70, et une économie de 50 % par rapport aux turboréacteurs classiques. Les avionneurs se sont déjà lancés dans la brèche ouverte, à preuve Lockheed. Mais la dernière inconnue demeure : la clientèle, qui mettra quelques années avant d'admettre de revenir aux avions à hélices. Nous voici donc enfermés dans un curieux cycle : partis des avions à hélice, nous y retournons allègrement.

Pour pouvoir comparer entre elles les différentes étapes de ce progrès, il faut prendre un point commun : ce sera le générateur de gaz. Mais on voit que l'architecture du moteur évolue.

On aurait cependant tort de présenter l'hélice transsonique comme un problème définitivement résolu. C'est plutôt une perspective qui mérite qu'on l'étudie. D'abord, elle va faire du bruit : le carénage autour de la soufflante était un bon absorbeur. Ensuite se posent des problèmes mécaniques de tenue des pales et de sécurité : le carénage une fois de plus limitait un éclatement éventuel de la soufflante. Enfin, le rendement de cette hélice pose encore quelques questions puisqu'il dégringole brusquement au-delà de Mach 0,8.

Entre les propulseurs actuels et l'hélice transsonique d'un futur un peu lointain, on situera une étape intermédiaire : l'hélice carénée qui permettra un λ intermédiaire : de 15 à 30.

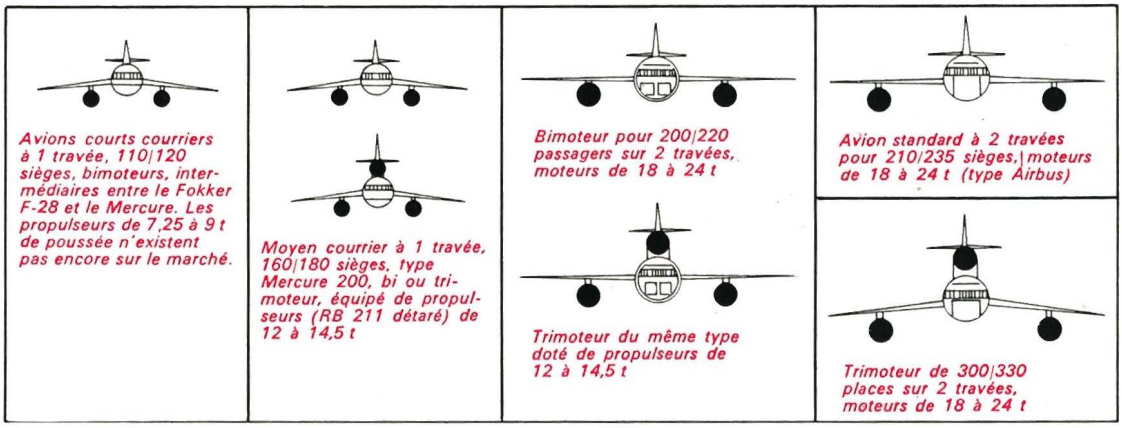
• D'autres technologies ? Des idées nouvelles se font aussi jour. On a défini plus haut les quatre paramètres du cycle. Certains ingénieurs imaginent abstraitement que l'on pourrait faire varier le cycle au cours du vol en fonction des besoins. Le « cycle variable » est à l'ordre du jour, certes, mais il pose des rébus mécaniques que l'on n'est pas près de résoudre.

Une seconde idée, ce sont les échangeurs de chaleur qui théoriquement permettent des gains de 20 % sur l'économie du propulseur. Après le compresseur, on chauffe l'air en le faisant passer, avant d'entrer dans la chambre de combustion, dans un échangeur, assemblage de tubes dans lesquels circulent les gaz qui sortent de la turbine. On voit tout de suite les problèmes : fiabilité discutable, encombrement, rendement médiocre malgré tout.

La propulsion actuelle se place sous le signe de la mécanique des fluides. Or, en mécanique, il existe une autre notion de mouvement : c'est l'électromagnétisme. Un gaz est élastique. Si on le chauffe fort, on en fait un plasma, qui connaît une agitation électronique interne énorme. Il naît alors un courant électrique. C'est la fameuse MHD (magnéto-hydrodynamique). Il y a dans ce principe la possibilité d'une ressource énergétique. Avec de nouveaux mélanges, par exemple de l'hydrogène ensemencé de césium, on saurait obtenir un fort courant électrique capable d'entraîner des compresseurs. C'est une possibilité. Qui peut dire quelles formes d'exploitation elle prendra du jour où l'on défrichera des champs non explorés de la propulsion ? Un certain Esnault Pelterie, prétendait en 1899, que l'on traverserait l'Atlantique à Mach 2. Un fou...

Jean-Jacques VALIGNAT ■

LES VISIONS DE ROLLS-ROYCE



Voici, pour la première fois, les vues de Rolls-Royce, le grand motoriste britannique, sur le transport passagers court-moyen-courrier de l'avenir. Elles représentent, en quelque sorte, une étude du marché futur des propulseurs. Ce sont en quelque sorte des thèmes pour variations encore imprécises.

Dessins J.-M. Troillard

La pêche automatique

Dans le Golfe du Mexique les Américains veulent utiliser les plates-formes de forages devenues inutiles pour extraire automatiquement le poisson de la mer.

Rabattre le poisson vers des usines automatiques où il serait directement transformé en huiles et en farines, tel est le très sérieux projet auquel s'est attelé le Service des Pêches de la Marine américaine. Principe : attirer les poissons grâce à des chaînes de lumières immergées jusqu'à des réserves où ils seraient guidés par un champ électrique. Là, une pompe les aspirerait jusqu'à la surface selon les besoins d'une usine de traitement. Pour commander et régulariser l'opération d'un bout à l'autre de la « chaîne » : un ordinateur...

Bientôt, au terme d'une évolution technique accélérée, la pêche (et les industries qui en découlent) se séparerait de ce qui semblait en constituer son paysage immuable : les pêcheurs et les bateaux ! Au profit d'un tout-électrique installé en pleine mer.

Plus précisément dans le Golfe du Mexique où le très officiel Service des Pêches de la Marine nationale américaine espère bientôt réaliser ce projet. Dans ce golfe, où prospèrent, entre des milliers de plates-formes de forage pétrolier, quelque 11 millions de tonnes de poisson, l'on pêchait, selon les méthodes traditionnelles (pêche à la senne), le menhaden, un poisson de la famille du hareng, pour en extraire de l'huile et de la farine. Mais trop pêché, le menhaden risquait de disparaître. Qu'à cela ne tienne ! D'autres espèces *pélagiques* (1) comme harengs et anchois, qui représentent une réserve potentielle neuf fois plus importante que le menhaden, peuvent prendre la relève. Seulement, ces poissons ont, au goût des pêcheurs, la mauvaise habitude d'évoluer en petits bancs, nombreux certes, mais disséminés et volages, dans des fonds peu profonds et agités où l'emploi des engins de pêche traditionnels s'avère peu rentable. Bref, ces poissons n'étaient pas au rendez-vous !

Alors, pourquoi ne pas leur en fixer un autre ? Justement, au pied des plates-formes de forage désaffectées (un millier environ). Lorsqu'ils ont moins de pétrole, les Américains ont, eux aussi, des idées géniales. Dans le Golfe du Mexique, le poisson pouvait partiellement remplacer l'or noir. Il suffisait d'y penser.

Première difficulté : comment attirer assez de poissons pour que soit rentabilisée l'installation d'une usine de traitement directement sur la plate-forme ? Réponse « machiavélique » des techniciens : leur proposer un jeu de piste où ils perdraient à tout coup.

Puisque, pour des raisons encore indéterminées, les poissons se rassemblent facilement autour des objets flottants (peut-être parce que ces objets leur servent de point de repère), on les attirerait par des sortes de petites tentes flottant entre deux eaux. Une seule de ces structures peut, en effet, concentrer jusqu'à 25 tonnes de poisson.

De ce premier « point de rassemblement » des « guirlandes » de lampes électriques, commandées par un mini-ordinateur, et s'allumant suivant un trajet précis, guideraient ensuite les poissons d'une source de lumière à l'autre comme au large d'un gigantesque arbre de Noël que l'on aurait jeté au fond des océans. Au terme du parcours, une puissante pompe aspirante. Et pour que les poissons n'y échappent pas, on les y poussera au besoin grâce à un champ électrique, exercé par une rangée d'électrodes immergées.

Les essais, d'ores et déjà effectués à partir d'un générateur de 120 kilowatts installé à bord du navire océanographique, l'« Orégon II » ont permis de régler l'intensité de ce champ. Trop bas, le voltage leur inspirait seulement une passagère frayeur ; trop élevé, il les tétanisait. Le palier « idéal », celui qui provoque une « taxie », c'est-à-dire un déplacement orienté, semble se situer autour de 3 volts pour des poissons de 10 cm de longueur...

Une fois rassemblés aux alentours de la pompe, les poissons peuvent y être aspirés jusqu'à la surface. Selon leur degré de concentration qu'évalue alors un petit sonar relié à un ordinateur qui peut, ainsi, régulariser les opérations de pompage et de traite-

UN « JEU DE PISTE » OU LE POISSON PERD A TOUT COUP

Le projet du Service des Pêches de la Marine Américaine consiste à piéger le poisson en l'obligeant à suivre une route artificielle dont l'issue est une pompe aspirante. On utilise pour cela trois traits du comportement des poissons :

- *leur attirance vers les objets flottants ;*
- *leur attrait pour la lumière ;*
- *leur réaction à un champ électrique.*

Première phase : *les poissons s'agglomèrent autour des structures artificielles en forme de petites tentes.*

Deuxième phase : *des lampes qui s'allument et s'éteignent suivant un trajet précis les conduisent ensuite sous la plate-forme.*

Troisième phase : *ils sont alors contrôlés par un champ électrique qui les empêche de s'échapper.*

Quatrième phase : *ils sont aspirés périodiquement jusqu'à la surface par une pompe et subissent ensuite le traitement industriel qu'on leur destine pour les transformer en farine ou en huile.*

Toutes ces opérations de « l'extraction » du poisson à sa transformation, sont commandées par ordinateur.

(1) *C'est-à-dire qui vivent en pleine eau par opposition aux espèces* benthiques *qui vivent près du fond.*

ment. Du raccolage des poissons à leur transformation en farine, tout serait automatique !

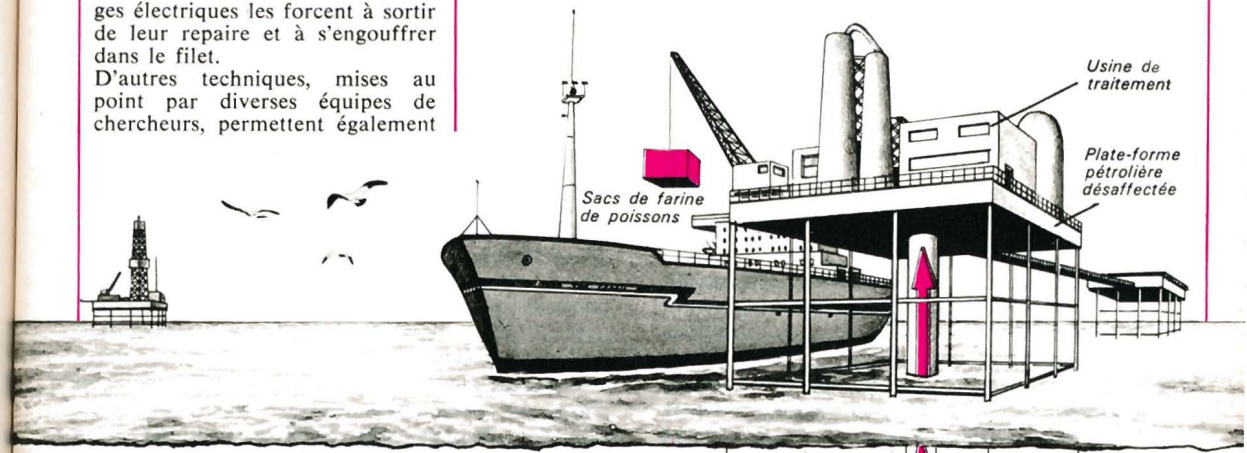
Si ce projet se réalise, il ne pourra prospérer longtemps : les ressources du Golfe du Mexique ne sont pas inépuisables. Ainsi, une autre variante du projet consiste à utiliser des bateaux-usines ou des barges automatisées, ce qui permettrait d'étendre ce type de pêche à des régions dépourvues de plates-formes pétrolières désaffectées.

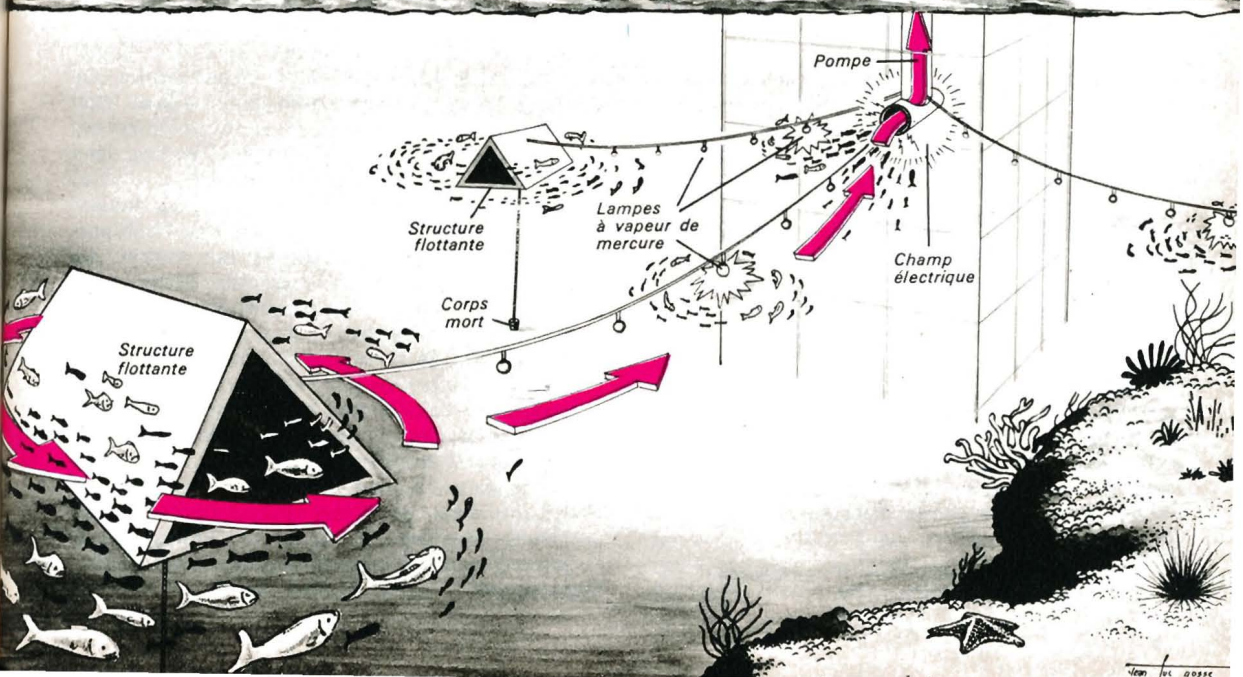
Déjà deux compagnies privées utilisent un chalut (filet en forme de poche tramé sur le fond) équipé d'une rangée d'électrodes pour pêcher la crevette. Ce système, mis au point par les chercheurs de la marine américaine, dans leurs laboratoires de Pascagoula dans le Mississippi, permet de doubler la production et de pêcher 24 heures sur 24. Il ne sert plus à rien aux crevettes de se terrer durant le jour ; les décharges électriques les forcent à sortir de leur repaire et à s'engouffrer dans le filet.

D'autres techniques, mises au point par diverses équipes de chercheurs, permettent également d'intensifier la pêche. Des satellites, désormais, détectent les bancs de poissons. La photo aérienne permet d'identifier les différentes espèces qui réfléchissent chacune la lumière dans une bande spécifique du spectre. Une autre méthode, nocturne cette fois, consiste à utiliser une caméra de télévision sensible à une faible luminosité ; la luminescence causée par le passage des poissons, parmi des organismes du phytoplancton, est détectée et amplifiée d'environ 120 000 fois. Toujours à partir d'un avion, de récentes découvertes permettent d'envisager l'utilisation du laser pour détecter et identifier les bancs de poissons. Sous l'eau également on « mitraille » grâce à des plates-formes immergées et remorquées équipées de projecteurs, de caméras et de sonars.

Pourtant, malgré des efforts de pêche accrus, on observe un déclin des prises dans le monde entier : 52 millions de tonnes aujourd'hui contre 70 en 1970 (4 en 1900). Car toutes ces techniques nouvelles ne permettent pas d'enrayer la cause essentielle de ce déclin : la diminution, voire l'extinction proche, de certaines espèces. Comme le hareng de la mer du Nord (cf. Science et Vie n° 724)... Pire, en fournissant des outils de « chasse » de plus en plus performants sur des populations de plus en plus réduites, elle le favorise... « La pêche est en pleine mutation », s'accordait-on à dire lors d'un récent colloque sur l'exploitation des océans, organisé à Paris par l'A.S.T.E.O. (Association Scientifique et Technique pour l'Exploitation des Océans). Le tout est de savoir si l'on veut pêcher plus ou pêcher mieux !

Jacqueline DENIS ■





Et si l'on construisait les usines à la campagne?

On produirait mieux en concentrant moins. Une étude publiée par le Ministère de l'Industrie l'établit. Mais les entreprises continuent à vivre sur les schémas et sur les idées du début de l'ère industrielle, aujourd'hui complètement dépassés...

On connaît la boutade d'Alphonse Allais selon laquelle il vaudrait mieux construire les villes à la campagne : l'air y est tellement plus pur.

Cette boutade sera demain une réalité industrielle. On construira, éparpillées sur tout le territoire, de petites unités de production, autonomes, à taille humaine : les plus gigantesques emploieront moins de 500 personnes. Et cette nouvelle industrie sera infiniment plus performante, plus efficace, plus rentable que les mastodontes industriels que nous connaissons aujourd'hui, que ces ateliers de plusieurs milliers de personnes, décrit par Zola au XIXe siècle et qui sont encore la règle générale. Finie la désertion des campagnes. Finies les concentrations urbaines, leurs taudis et leurs HLM. Finies les lèpres industrielles des noires banlieues dévorant sans fin, par contagion, leur environnement immédiat.

C'est du moins ce que l'on peut espérer à la lecture d'une étude de politique industrielle, effectuée pour le compte du Ministère de l'Industrie sur cette question : « Et si on produisait mieux en concentrant moins... » (1).

La première révolution industrielle, celle du XIXe siècle, a engendré deux concentrations, qui se sont associées et renforcées conjointement. La concentration géographique des industries en un nombre limité de lieux, d'abord ; la concentration des travailleurs en un petit nombre de grandes entreprises installées sur ces lieux, ensuite.

La concentration géographique découlait essentiellement des deux nécessités suivantes : être proche des sources de matières premières et être proche des sources d'énergie.

L'évolution générale de la production industrielle au cours des 20 dernières années fait que ces éléments, fondamentaux hier, ont une importance de moins en moins grande aujourd'hui, comparativement, du moins, à la valeur des produits fabriqués par l'industrie.

Sans entrer dans le détail, disons que ces produits sont plus sophistiqués, plus complexes, plus compacts — et parfois miniaturisés — plus légers. Ils sont finalement davantage chargés de matière grise que de matière première. Plus élaborés, ils ont une plus grande valeur spécifique. L'industrie électronique est, à cet égard, exemplaire : « Tels composants électroniques qui tiennent dans le creux de la main valent plus qu'une tonne d'acier ou qu'un mètre cube de bois. Ils justifient, et au-delà, un voyage par Concorde ».

Par contre, ces mêmes produits exigent davantage de qualification, de spécialisation, d'habileté du personnel, au niveau de la fabrication, au niveau de la recherche et du développement et au niveau de la vente. Une proportion de plus en plus grande d'entreprises a ainsi désormais avantage à aller à la rencontre du personnel, là où elles allaient autrefois à la rencontre des matières premières ou de l'énergie, et elles le font en s'implantant dans des régions, ou des pays, restés à l'égard de la première vague de la révolution industrielle, précisément faute de matières premières ou d'énergie. C'est ce que l'on constate, par exemple, dans l'Ouest de la France, qui a largement accueilli l'électronique et les télécommunications.

(1) Déconcentration industrielle et productivité. En vente à la Documentation Française.

La présence d'un gisement de matières premières ne constitue donc plus, dans la plupart des cas, mais pas dans tous, ainsi que nous le verrons plus loin, une nécessité fondamentale à l'établissement d'une activité industrielle. Qu'en est-il de l'énergie ?

Le pétrole, à la différence du bois, des cours d'eau, du charbon, n'a jamais attiré l'industrie à lui. C'est lui qui est allé au-devant de l'industrie. Il est facile à transporter, à manutentionner et à stocker. Pour le gaz, il suffira de rappeler que l'espoir avait été grand, dans le Sud-Ouest, au début des années cinquante, lorsqu'on découvrit le gisement de Lacq. « L'Aquitaine allait avoir l'industrie du Nord ou de la Lorraine. La déception fut grande, et cruellement ressentie, de constater qu'un feeder, construit dans un délai court, allait desservir toute la France, et que le gaz ne coûterait pas plus cher à Paris qu'à Bordeaux. L'Aquitaine attend toujours son industrie lourde. »

Quant à la vapeur, nous ne la mentionnerons que pour montrer qu'elle se trouve responsable de concentrations qui trouvent leur explication dans des servitudes, aujourd'hui dépassées, d'alimentation en énergie mécanique et thermique. Par exemple, au peignage Amédée Prouvost (1 300 personnes) et à l'ancienne Lainière de Roubaix (4 300 personnes). « La même centrale, électrique et thermique, qui date de 1914, produit à la fois l'électricité et la vapeur utilisées par les deux usines, rassemblées pour des raisons qui ne sont plus qu'historiques. Actuellement, le kW de l'EDF serait certainement plus compétitif que le kW maison. » Même chose pour la machine à vapeur qui, après avoir fait sauter la contrainte de site — le rassemblement d'industries le long des chutes successives d'un cours d'eau — a imposé un extrême rassemblement de machines à proximité d'elle, la distribution du mouvement s'effectuant par poulies et courroies. « Le train de poulies est maintenant du folklore. Il faudra qu'un ministre se décide à classer les beaux spécimens, s'il en subsiste. »

Reste quand même la théorie des effets induits, dont nombre des responsables de la politique industrielle et de l'aménagement du territoire nous ont si bien rebattu les oreilles depuis des années. Croire aux effets induits de la concentration géographique des industries, c'est croire que la présence en un lieu donné d'une entreprise importante entraînera l'afflux d'autres entreprises, pour assurer sa fourniture en amont, et absorber sa production en aval, en bénéficiant de l'avantage de la proximité. L'industrie attirerait l'industrie, par une sorte de phénomène d'aimantation.

Mais la réalité des faits dément l'espoir des rêves. Par exemple, au grand regret des autorités locales, l'implantation à Rennes de l'usine Citroën n'a pratiquement suscité aucune vocation chez les fournisseurs potentiels locaux. Pas plus que l'implantation de la Saviem près de Caen.

Autre exemple : l'implantation d'Usinor à Dunkerque. Il est brûlant, parce que cette implantation continue à susciter l'espoir que des industries s'installeront dans les immenses zones industrielles nouvelles pour profiter sur place de la production des tôles.

De fait, des tôles fortes sont utilisées à Dunkerque même, pour construire des méthaniers et des plates-formes de forage. Mais s'agit-il bien d'une effet induit ? « L'aciérie et les chantiers sont sur le même site, non pas parce que l'un fournit l'autre, mais parce que l'un et l'autre ont des raisons impératives d'être sur la côte : l'aciérie pour s'approvisionner, les chantiers pour pouvoir lancer leur produit à la mer. Si l'on espère l'implantation d'industries beaucoup plus légères, capables d'employer un grand potentiel de main-d'œuvre féminine actuellement inactive, on peut prévoir de grandes déceptions. Le fait que plusieurs industries lourdes bénéficient du même site n'entraîne pas que d'autres industries plus légères aient avantage à s'installer près d'elles. »

Quel est alors l'impératif qui guide aujourd'hui — ou devrait guider — le choix des industriels lorsqu'ils projettent de créer une activité nouvelle ?

Eh bien, c'est le troisième facteur de production, un peu oublié jusqu'ici : la main-d'œuvre. Traditionnellement, celle-ci se rendait sur les lieux de l'activité économique. Elle se transportait plus facilement que les matières premières ou l'énergie, et à un coût négligeable pour l'industriel : elle se transportait par elle-même. D'un point de vue comptable, disent les auteurs de l'étude, le personnel est approvisionné « franco porte de l'usine ».

Cela a changé. Peu à peu la contre-valeur du temps d'approche de l'usine par le personnel, quelle que soit sa distribution entre employeur et employé, est entrée dans le champ du calcul économique de l'entreprise — et de façon d'autant plus nette qu'elle est davantage entrée dans le champ de calcul de l'intéressé.

Les entreprises se sont chargées du ramassage du personnel. Puis, le cas des houillères en constitue un particulièrement bon exemple, elles ont pourvu à leur logement et même à une part importante de leurs besoins sociaux. Peu importe sous quelle rubrique comptable, elles ont forcément inclus tous ces frais d'approche du personnel dans leurs dépenses.

Aujourd'hui, un nouveau pas est franchi sous la pression des exigences du personnel : ce sont les entreprises qui commencent à se rapprocher des travailleurs. Que ce soit dans les zones rurales, pauvres en matières premières et en énergie, mais riches en main-d'œuvre. Ou que ce soit dans les régions de tradition industrielle ancienne, qui doivent se reconvertir, les gens préférant changer d'emploi qu'augmenter le temps ou le coût de leur trajet et, à plus forte raison, que de déménager ou de changer de contrée. Toutes les entreprises qui déplacent un établissement ont fait, à leurs dépens, l'expérience de cette moindre mobilité, de ces résistances catégoriques à tout changement de lieu de travail.

c'est-à-dire de lieu de vie.

Si bien que la mobilité des usines doit remplacer la mobilité de la main-d'œuvre.

Par exemple dans l'électronique et, plus spécialement, dans les télécommunications. D'abord les industries sont allées à la rencontre de la main-d'œuvre, surtout féminine, dont elles avaient besoin, dans l'Ouest de la France. Elles se sont implantées à La Rochelle ou à Nantes, à Rennes ou à Laval, à Lannion, à Guingamp ou à Cherbourg, en créant des unités de fabrication importantes (1 000 à 2 000 personnes), à l'image de leurs usines parisiennes.

Mais ces villes ne sont pas si grandes qu'il s'y trouve 2 000 femmes à portée de marche à pied ou de vélo. Les ramasser dans les campagnes environnantes est peut-être moins éprouvant pour elles, mais presque aussi coûteux qu'en région parisienne.

La seconde étape, déjà franchie par les firmes L.M.T. et C.G.C.T., a donc consisté à créer des ateliers de faible effectif (de 50 à 100 ou 150 personnes), dont certains sont situés assez loin de l'usine principale.

Transporter les produits, pas les hommes

La prochaine étape consistera effectivement à porter le travail à domicile. Ce type d'industrie le permet. La fabrication des « peignes » ou faisceaux de fils est simple : il faut du fil, une planche à clous, une pelote de ficelle, une feuille d'instructions. Le câblage d'un cadre d'autocommutateur électromagnétique « Crossbar » n'exige guère plus d'équipements : une pièce de tôlerie qui sert de support pour le cadre, des bobines de fil, un pistolet à connecter le fil en l'enroulant très serré sur la borne, qui a la forme et la puissance d'un fer à friser, une feuille d'instructions qui indique quels fils relier à quelles bornes.

Les auteurs du rapport présenté par le Ministère de l'Industrie ont fait le compte : le câblage d'un cadre représente une trentaine d'heures de travail. Un autocar qui transporte 50 ouvrières en deux aller-retour quotidiens ne transporte jamais que le potentiel de $8 \times 50 = 400$ heures de travail. « Dans le même temps d'utilisation d'un véhicule et d'un chauffeur, un camion de capacité moyenne transporterait une centaine de cadres, représentant au total 3 000 heures de travail à effectuer. Il est donc clair qu'il est plus avantageux d'approcher le cadre de la câbleuse, que la câbleuse du cadre. » Sans compter que le cadre en tôle est plus indifférent que l'ouvrière au temps perdu et à l'inconfort du trajet...

Conclusion générale : les concentrations humaines ne sont pas plus nécessaires que les concentrations géographiques. Même pas dans les quelques entreprises qui échappent à la nouvelle règle industrielle et qui doivent encore fonctionner soit sur un site donné, soit avec des équipements industriels voués au gigantisme. Ces entreprises traitent, au tout premier stade de la chaîne industrielle, une matière première brute, en vrac, non directement utilisable, de faible valeur spécifique : pour elles le transport reste l'élément principal du coût.

Ainsi le minerai de fer de Mauritanie est-il traité sur le lieu même de son arrivée, à Dunkerque, le coût du transport maritime étant plus que compensé par sa teneur élevée : 68 %, contre 25 % en Lorraine. Ou bien ces entreprises — et ce sont souvent les mêmes : sidérurgie, raffinage — bénéficient de l'« effet de chaudron », qui veut que, pour ces matières brutes, l'augmentation de la capacité abaisse le coût de la transformation : le coût de l'équipement à la tonne de capacité est d'autant plus faible et le rendement thermodynamique de la transformation d'autant plus élevé que la capacité est plus grande.

Le haut-fourneau est le type même du chaudron dont les performances économiques croissent avec la capacité : 4 hauts-fourneaux de 500 000 t/an sont loin d'être aussi rentables qu'un seul haut-fourneau d'une capacité de 2 millions de t/an. Le navire également, dont les tonnages ont décuplé depuis la dernière guerre : il est infiniment plus économique de transporter 500 000 t en un seul voyage, sur un seul navire, que de les acheminer par 10 bateaux, effectuant 10 trajets.

L'important est que même lorsqu'il y a ainsi inéluctablement concentration des installations et des capacités de production, il ne doit plus nécessairement y avoir concentration des hommes. Les minéraliers de 125 000 t que reçoit déjà le port de Dunkerque, les pétroliers de 500 000 t qu'il accueillera prochainement, sont menés par des équipages de quelques dizaines d'hommes : « le même effectif à bord que celui des navires marchands du temps de Jean Bart, qui étaient de cent à mille fois plus petits et marchaient quatre ou cinq fois moins vite ». Quant à la transformation de la matière dans la masse, elle consomme très peu de main-d'œuvre : ce sont les équipements qui travaillent.

Et c'est du reste le propre de l'industrie, ou du moins de la nouvelle industrie qui est en train de naître. Les auteurs du rapport disent : « L'industriel est un costaud qui travaille par cœur ». Costaud, parce qu'il s'agit de produire plus à la fois et plus vite donc de multiplier une quantité par une vitesse, ce qui est à peu près la définition de la puissance dans les sciences physiques. Quant à travailler par cœur, ou de mémoire, cela signifie que, contrairement à l'artiste, l'industriel n'invente qu'une seule fois.

Ensuite, pour produire, il s'efforce de reproduire, le plus fidèlement possible, avec le moindre aléa, sans rien changer à ce qui a été préalablement découvert et éprouvé. Ainsi il utilise les mêmes matières, définies par des spécifications, pour obtenir les mêmes formes, définies par des dessins, en employant les mêmes séquences de procédés, définies par des gammes.

Or pour être plus costaud et pour davantage travailler par cœur, l'industriel doit obligatoirement reporter sur la machine le maximum de

puissance et le maximum de mémoire.

La force physique demandée à l'homme pour produire est ainsi anti-industrielle. Elle ne doit être que juste celle qui est nécessaire pour actionner les relais qui déclenchent la puissance de la machine. « Il n'existe donc pas, en principe, d'industrie si lourde qu'elle ne puisse être conduite avec la force d'un petit enfant, pas de grand navire qui, s'il est conçu pour être manœuvré par quelques hommes, ne pourrait avoir été conçu pour être manœuvré par quelques femmes. »

Notons au passage que cela éclaire d'un nouveau jour le problème de l'emploi féminin dans les industries lourdes : « On ne se défait pas de l'idée, un peu naïve, que les femmes ne peuvent travailler que dans des industries légères : comme si elles ne pouvaient conduire que des 2 CV, alors qu'elles font d'excellentes conductrices d'autobus. Ce n'est pas la force physique qui manque aux femmes pour travailler dans la sidérurgie d'aujourd'hui : c'est la tradition qui s'y oppose, la législation sur le travail posté et la mentalité des sidérurgistes. »

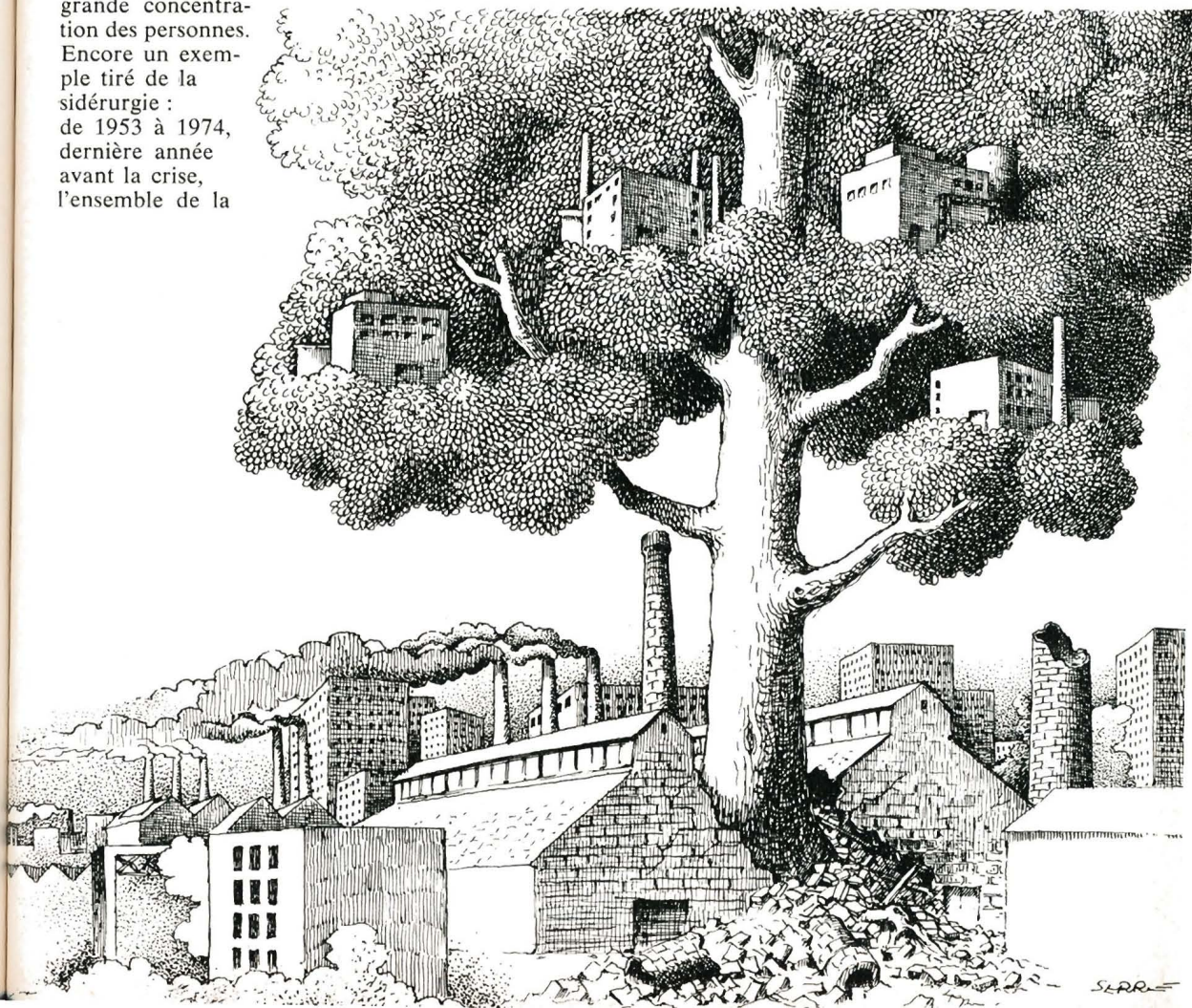
L'accroissement des capacités et des puissances de production, donc, n'entraîne pas une plus grande concentration des personnes. Encore un exemple tiré de la sidérurgie : de 1953 à 1974, dernière année avant la crise, l'ensemble de la production sidérurgique française a presque triplé (de 10 à 27 millions de t/an), tandis que les effectifs employés ont à peine bougé, passant de 150 000 à 157 000 personnes. Dans les autres industries, le phénomène est encore plus frappant : ce sont les machines — et non les hommes — qui travaillent avec un meilleur rendement.

Après la puissance et la mémoire, la troisième grande caractéristique de la nouvelle production industrielle, c'est l'organisation. Entendons par là « la science ou l'art de distribuer les tâches et les compétences, entre les hommes ou entre les machines : donc notamment d'associer ou de dissocier des opérations, de les relier et de les coordonner. »

L'organisation a longtemps paru imposer méthodes et procédures intégrées, elle a cautionné le travail à la chaîne. Les auteurs du rapport relèvent un certain nombre de paradoxes qui semblent montrer que c'était à tort.

Par exemple, le paradoxe du convoyeur. Manutention et fabrication sont des tâches difficilement dissociables. Pour assurer une manutention automatique, une solution consite à mettre en place des convoyeurs qui tournent le long

(suite du texte p. 164)



De l'électricité avec le sel de la mer

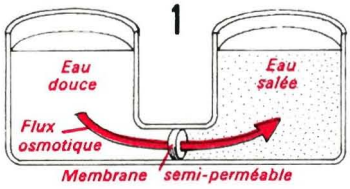
Partout où il y a de l'eau douce et de l'eau salée, la Nature se dépense pour les mélanger. C'est donc une fabuleuse énergie — celle de l'osmose — qui s'éparpille dans les océans, aux embouchures des fleuves. Déjà, aux confluents de la Mer Morte ou du Lac Salé, Israéliens et Américains en étudient la possible récupération.

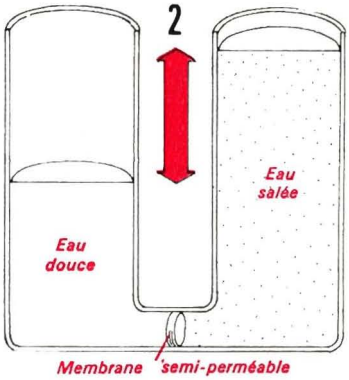
Une fabuleuse énergie se dissipe en permanence à l'embouchure des fleuves : celle que la Nature, qui a horreur du déséquilibre, met en œuvre pour mélanger eau de mer et eau douce. Plus de 470 gigawatts à l'estuaire de l'Amazone, soit un potentiel de puissance équivalent à celui de 500 grosses centrales nucléaires...

Mais il ne s'agit là que d'un cas extrême et théorique. Par suite de l'extraordinaire débit du fleuve (200 000 m³ par seconde). Et des difficultés que rencontrerait la récupération de cette énergie qui se diffuse dans d'immenses volumes d'eau de mer : l'osmose. Son principe, pourtant, en est simple. Si l'on relie, entre eux, deux récipients, l'un contenant de l'eau pure (A), l'autre de l'eau de mer (B), les deux liquides vont se mélanger. Autrement dit, le solvant (eau pure) et la solution (chlorure de sodium) vont donner dans les deux récipients, une solution de concentration deux fois moindre.

Mais que se passe-t-il lorsqu'on intercale entre les deux récipients une membrane semi-perméable, c'est-à-dire perméable au solvant (l'eau) mais imperméable au soluble (le sel) ? La loi de l'équilibre va encore jouer. Mais comme le sel ne peut passer du flacon B au flacon A pour en augmenter la concentration, c'est l'eau qui va transiter de A vers B pour en diminuer la concentration. Ce phénomène est l'osmose. D'où le nom de flux osmotique donné au courant du solvant vers la solution (dessin 1).

Le niveau du récipient A va donc baisser pendant que celui du récipient B montera. Bien sûr, cette dénivellation entre deux vases communicants s'oppose à la pression hydrostatique qui, comme chacun sait, tend à les ramener au même niveau. Il arrivera un moment où la dénivellation sera telle que la pression hydrostatique sera suffisante pour stopper le flux osmotique. Il y aura équilibre entre la pression hydrostatique qui tend à équilibrer les niveaux des deux récipients et la pression qui tend à équilibrer les concentrations, la pression osmotique (dessin 2).





Cette pression est considérable : entre de l'eau douce et de l'eau de mer de salinité normale, elle est de 25 bars, à peu près 25 fois la pression atmosphérique. C'est-à-dire qu'entre deux réservoirs, l'un d'eau douce, l'autre d'eau de mer, séparés par une membrane semi-perméable, s'établirait spontanément une dénivellation de plus de 240 m. Quelle que soit la dimension des réservoirs. A titre de comparaison, un barrage hydro-électrique comme celui de Tignes, ne dispose que d'une dénivellation de 180 m !

Comment récupérer cette énergie qui, pour l'instant, se dissipe dans l'indifférence générale à l'embouchure des fleuves ? La première méthode consisterait justement à construire des barrages dans les estuaires. Le principe, illustré sur le dessin 3, en est simple. Au lieu de laisser l'eau du fleuve se répandre naturellement dans l'eau de mer, on les sépare par une sorte de sas constitué par deux barrages. Entre les deux, un réservoir d'eau douce dont le niveau est bien inférieur à celui de la mer ou du fleuve, théoriquement jusqu'à — 240 m ! A cette dénivellation, le barrage entre le fleuve et le réservoir sera comparable avec n'importe quel grand barrage hydro-électrique classique. L'eau du fleuve se déversera dans le réservoir avec une chute considérable : voilà la source d'énergie. Ensuite, il suffit d'aménager dans le barrage entre le réservoir et la mer, des orifices munis de membranes semi-perméables pour que l'eau du réservoir s'écoule par osmose dans la mer (dont le niveau est pourtant bien plus élevé), maintenant ainsi le niveau de la dénivellation.

Bien sûr, on ne connaîtra le rendement d'une telle installation que lorsque l'on aura construit un prototype. Mais les calculs du professeur Wick, aux Etats-Unis, montrent le fabuleux potentiel énergétique théorique de la pression osmotique dans quelques estuaires.

L'énergie, ainsi récupérable à l'embouchure de l'Amazone, sera donc celle de 200 000 m³ s'écoulant par seconde d'une chute de 240 m. A l'embouchure du Congo, avec un débit de 57 000 m³ par seconde, la puissance potentielle est de 130 GW. A l'embouchure du Jourdain, il est encore de 1,8 GW (1 800 mégawatts) malgré le faible débit du fleuve, 38 m³ par seconde. Mais là, la pression osmotique est considé-

rable : car le Jourdain se jette dans la Mer Morte dont la salinité (260 g de sel par litre) est plus de 8 fois supérieure à celle de l'océan. La pression osmotique qui augmente avec la concentration de sel, atteint ici 300 bars, l'équivalent d'une dénivellation de 3 000 m !

La réalisation d'un tel système, si séduisante soit-elle, rencontrerait d'énormes difficultés. Ne serait-ce que la construction de barrages de plus de 200 m de hauteur obstruant l'estuaire des fleuves ! Sans même parler des incalculables perturbations écologiques qui en découleraient !

Autre problème situé « au cœur même du système » : celui des membranes. Les seules dont on dispose à l'heure actuelle, ont été réalisées pour des usines de dessalinisation de l'eau de mer. Or, elles sont conçues pour freiner le flux osmotique, c'est-à-dire le contraire de ce que l'on recherche ici. D'autre part, elles n'ont pas été étudiées pour résister aux différences de pression auxquelles on se propose de les soumettre dans les barrages, par exemple. La mise au point de membranes semi-perméables adaptées à l'extraction de l'énergie de la pression osmotique, risque d'être très difficile.

Enfin, du point de vue économique, il reste à prouver que le prix de deux barrages serait amorti par la production d'électricité.

Plus rentable peut-être, serait un autre procédé : l'« osmose retardée ». En effet, le flux de l'eau douce à travers la membrane ne se maintient que tant que la pression hydrostatique de la solution salée reste inférieure à la pression osmotique. Or cette pression, due à une dénivellation dans l'exemple précédent, peut également être obtenue par des pompes. Plus besoin alors de gigantesques barrages, il suffit d'une cuve sous pression. Et l'on pourra encore récupérer avec les turbines l'énergie du flot d'eau de mer sous pression augmenté du flux osmotique d'eau douce (dessin 4).

Le flux à la sortie de la cuve étant plus important qu'à l'entrée, l'énergie produite par les turbines sera supérieure à celle consommée par les pompes. La différence constituant ainsi le rendement du système.

Là encore, ce rendement ne pourra être évalué avec précision qu'une fois une installation réalisée. Un projet existe déjà : une usine à proximité de l'embouchure du Jourdain. Le gradient de salinité élevé de la Mer Morte assurerait une puissance délivrée de 100 MW. Les Américains envisagent également d'installer une usine sur les rives du grand Lac Salé. Avec ses énormes quantités de sel, il suffirait de capter un tiers de l'eau douce qui s'y jette pour produire 150 MW.

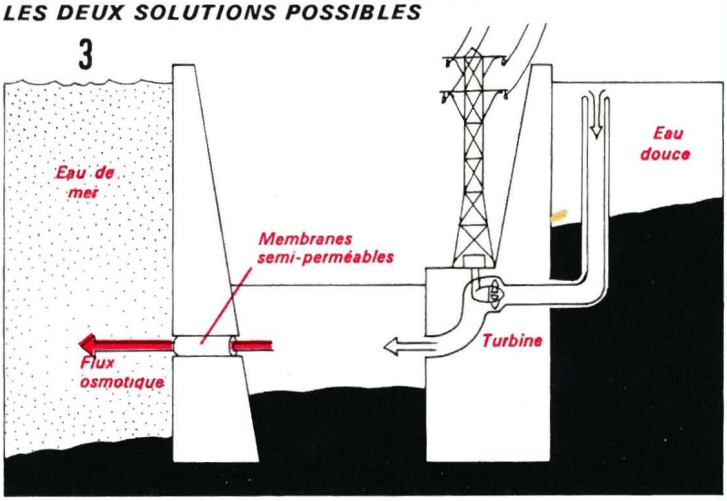
Nombre d'endroits dans le monde se prêtent théoriquement à l'exploitation de l'énergie de la pression osmotique avec des usines fonctionnant suivant le principe de l'osmose retardée par la pression. Chaque fois que sont réunies une source d'eau douce et une source d'eau salée. Ou une source d'eau salée et une source d'eau très salée.

Ainsi, dans le cas où l'on dispose d'une eau très salée, l'eau de mer elle-même peut servir de solvant et jouer le rôle d'« eau douce ». Ce qui peut se produire près d'une mine de sel, de marais salants ou de nappes géothermiques très salées. Par exemple dans la Vallée Impériale en Californie, on récupère une puissance de 500 MW en captant la chaleur de l'eau du réservoir géothermique de Nyland. Cette eau est salée à 200 g/l et, à proximité du réservoir, se trouve la mer de Salton. En ajoutant à cette centrale géothermique une usine qui fonctionnerait sur le principe de l'osmose retardée par la pression, il serait possible de récupérer 40 MW supplémentaires. Ce n'est sans doute qu'une source marginale d'énergie. Mais pouvons-nous encore nous permettre de négliger les « bouts de chandelles » ?

Alain LEDOUX ■
Enquête Odile DISCH

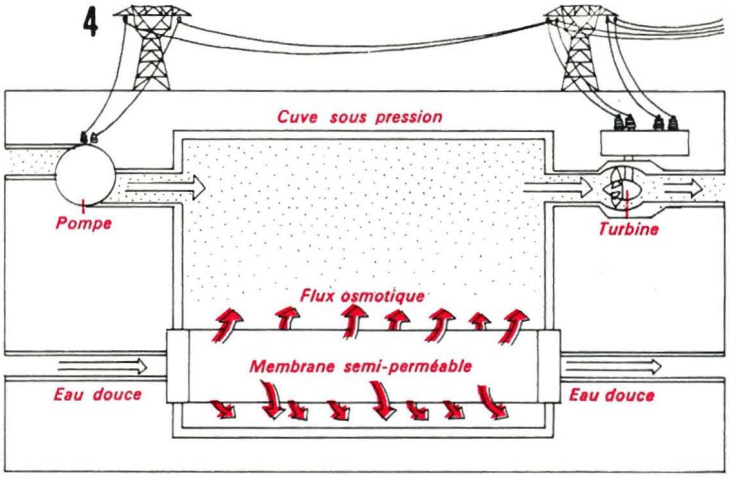
CENTRALES « ÉLECTRO-OSMOTIQUES » : LES DEUX SOLUTIONS POSSIBLES

3



Une idée folle : de gigantesques barrages à l'embouchure des fleuves.

4



plus raisonnable : des cuves sous pression.

Dessins Cl. Lacroix

L'assureur public n°1.

UAP, c'est 8.500.000 contrats dans toute la France.

Une famille sur cinq est assurée à l'UAP. Et nos assurés savent que les plus grandes entreprises françaises font confiance à l'UAP. Que l'UAP est associée aux plus grandes réalisations, supersoniques, train à grande vitesse, tunnel du Mont-Blanc. C'est une preuve sérieuse de la compétence de leur assureur. L'UAP peut résoudre n'importe quel problème: exceptionnel ou quotidien, familial ou professionnel.

Et comme l'UAP dispose de 30.000 personnes en France, pour les assurés, l'assureur n°1 est un Monsieur proche d'eux, disponible, ouvert à leurs préoccupations.
Ils se sentent le n°1 chez le n°1.

UAP

L'assureur n°1.

bélier

Une machine qui lit et qui parle

Un Américain vient de mettre au point la première machine capable de déchiffrer les textes imprimés et de les traduire en paroles grâce à un synthétiseur de parole. Les premiers bénéficiaires de cette innovation : les aveugles.

Il y a en France 50 000 aveugles, l'équivalent de la population d'une ville comme Beauvais. Et parce que les industriels français n'ont pas eu le courage d'innover, les mal-voyants français ne pourront pas, comme leurs homologues américains, bénéficier de la machine à lire. En effet il y a aux Etats-Unis 450 000 aveugles. C'est pour eux que Raymond Kurzweil, diplômé du MIT, travaille depuis quelques années à mettre au point une machine à lire automatique, une machine capable de déchiffrer les pages entières imprimées, de les transformer en impulsions électriques puis de les restituer sous forme parlée. Cette demoiselle de compagnie électronique avec sa voix venue d'ailleurs, du monde des machines, peut sans se lasser, égréner les meilleures pages de Tennesse Williams ou de Norman Mailer, ou encore déchiffrer le Wall Street Journal ou le Washington Post suivant le texte que l'on aura placé devant son œil électronique.

Aujourd'hui, la machine de Kurzweil est prête et quelques exemplaires sont déjà installés à la Fondation nationale des Aveugles à New York (qui d'ailleurs finança une partie du projet) à l'Institut Braille américain, au Bureau d'éducation des Handicapés qui dépend du Département de la Santé. On a bien du mal à imaginer les prouesses techniques qu'il a fallu réaliser pour aider ceux qui sont privés de leur vue, à effectuer une tâche si usuelle pour chacun d'entre nous : la lecture.

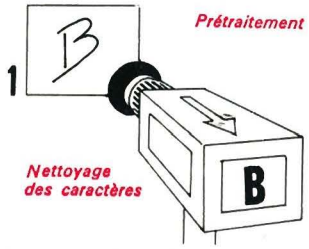
Mais qu'on en juge : il a d'abord fallu développer une machine capable de reconnaître sans ambiguïté les lettres et les chiffres imprimés, et ceci pour la plupart des caractères couramment utilisés. Puis à partir des lettres reconnues, il a fallu reconstituer les mots et mettre au point un système simulant la voix humaine avec son intonation, sa prosodie comme l'appellent les linguistes.

En gros donc, la machine de Kurzweil est constituée d'une part d'un système de reconnaissance de caractères et d'autre part d'un synthétiseur de paroles, le tout bien sûr guidé par ordinateur. Essayons de décomposer chacune des actions de la machine. Dès que la page à déchiffrer est placée contre la surface du verre — exactement comme s'il s'agissait d'un photocopieur — une caméra entre en action à la recherche de la première lettre de la première ligne et elle balaye lentement chaque ligne du texte. C'est alors qu'un système de reconnaissance des caractères entre en jeu. Il isole chaque caractère, en reconnaissant les blancs et les lettres et il identifie chaque lettre par sa forme géométrique. En effet, toute lettre peut être définie par le nombre de boucles fermées ou ouvertes, de segments de droites ou d'obliques, de concavités qui la composent, ainsi que par la position des unes par rapport aux autres.

Un petit aveugle écoutant la machine à lire

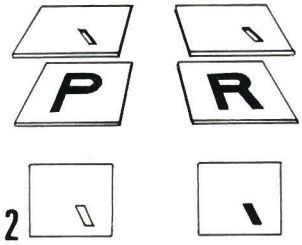
RECONNAITRE LES CARACTÈRES

La reconnaissance des formes se déroule habituellement en trois phases : prétraitement, extraction des caractéristiques, classification. Le prétraitement consiste à mettre en forme le caractère, donc à supprimer certains défauts nuisibles : on nettoie le caractère qui se présentera ensuite sous une forme plus ou moins normalisée.



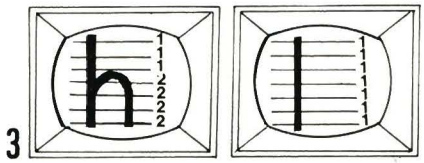
Seconde phase : la recherche des caractéristiques de chaque lettre. Pour cela on effectue un certain nombre de mesures sur chaque caractère qui sont caractéristiques de la lettre étudiée. Voici quelques exemples de mesures possibles :

Comparer le caractère avec un masque déterminé



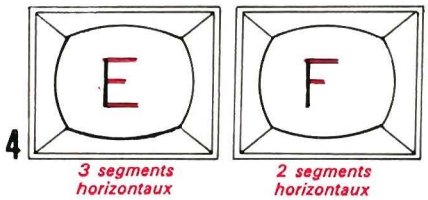
Dans ce cas, le masque placé successivement sur chaque objet permet de distinguer les R du P par la présence d'une barre oblique.

Compter le nombre d'intersections de la lettre avec des droites déterminées.

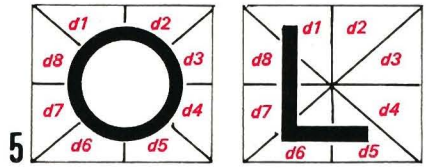


La séquence 1111111 caractérise la lettre l et la séquence 1113222 la lettre h.

Rechercher les segments horizontaux ou verticaux



Mesurer des distances



L'ensemble des longueurs d1, d2, d3... d8 est tout à fait différent pour la lettre O et pour la lettre L.

Prenons un exemple, le A majuscule peut être défini par une courbe fermée au sommet sous laquelle se trouve une concavité ouverte vers le bas. Que le A soit écrit en italique, ou en caractère droit, sa description sera toujours la même. Lorsque la machine a identifié les composants de chaque caractère, elle les compare avec la bibliothèque de composants qui sont situés en mémoire du petit ordinateur qui gère toute la machine et en déduit la lettre qu'elle vient de filmer.

Ensuite, le système regroupe les lettres en mots et en phrases ; là, la tâche n'est pas très complexe puisqu'il suffit de se baser sur les blancs entre les mots et sur la ponctuation. Une fois reconnues, les lignes du texte iront se ranger en mémoire d'ordinateurs. C'est à partir de ces données que l'on va recréer la parole humaine. La première fonction d'un système de synthèse de la parole va être de déterminer la prononciation propre de chaque mot. Pour cela, la machine « déshabille » chaque mot en lui ôtant ses préfixes et ses suffixes pour ne plus conserver que la racine.

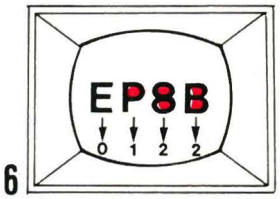
C'est cette racine qui va être traduite en écriture phonétique à l'aide de quelque mille règles de phonétique d'ores et déjà emmagasinées dans la mémoire de la machine, auxquelles il faut ajouter un dictionnaire des exceptions qui renferme tous les mots — environ 2 000 — qui ne se plient pas aux règles de la phonétique courante. Les accents toniques sur chaque mot et la mélodie globale de la phrase (ou prosodie) sont ajoutés grâce à un ensemble de règles syntaxiques dont certaines sont très simples (exemple : si un mot précède un point d'exclamation ou un point d'interrogation, il doit être accentué) et d'autres fort complexes (exemple : les pronoms relatifs sont accentués si le mot placé juste avant eux n'est pas un pronom relatif [1]).

Une fois cette opération de transcriptions phonétiques et prosodiques terminées, il va falloir convertir cette « chaîne de phonème » (ou suite d'éléments représentant le langage) en parole. Pour cela, on utilise un synthétiseur (voir Science et Vie nº 676, janvier 1974). Dès qu'un paragraphe est traduit phonétiquement et accentué convenablement, le synthétiseur génère un signal périodique ou simplement bruyant qui va passer

(1) La machine de Kurzweil est américaine, les règles de phonétique sont totalement différentes des nôtres.

Dessins J.-L. Gosse

Compter les trous

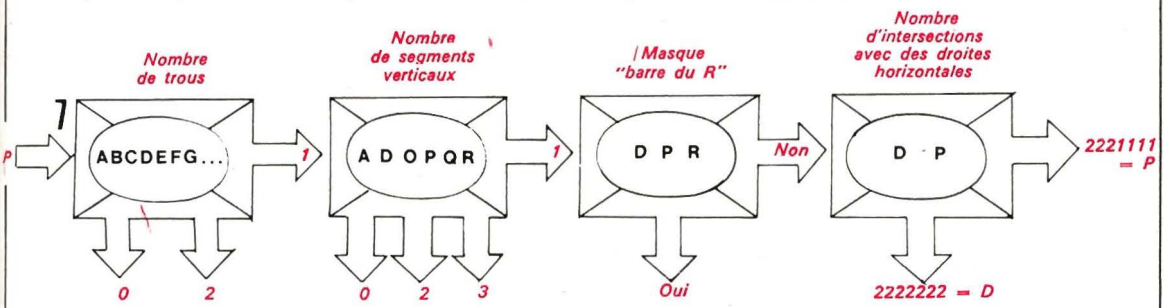


Le nombre de « trous » permet de distinguer les symboles E, P et 8. Pour distinguer les lettres 8 et B, il faudra effectuer d'autres tests.

On pourra encore décrire le caractère à l'aide d'autres éléments topologiques (boucles ouvertes, éléments de courbes, points isolés) et leurs positions les uns par rapport aux autres.
Tous ces résultats de mesures constituent ce qu'on appelle les « caractéristiques » ou « primitives » des caractères. L'ensemble des caractéristiques mesurées constituent une sorte de signature du caractère et c'est elle qui est utilisée dans la phase de « classification » pour identifier sans ambiguïté une lettre donnée. Les différentes méthodes que nous venons de décrire ne sont pas employées seules mais groupées dans « un algorithme » de reconnaissance des caractères.

Multiplier les mesures

Voici par exemple, un de ces algorithmes avec lequel on va pouvoir identifier la lettre P.



La machine commence par compter le nombre de « trous » de la lettre P et retient toutes les lettres qui comme P ne possèdent qu'une boucle fermée, ensuite elle recherche les caractères qui n'ont qu'une seule barre verticale. Il ne reste plus que 3 lettres : on va éliminer le R en lui appliquant un masque et le D enfin en comptant le nombre d'intersections avec des lignes horizontales. Le P reste seul en course, c'est donc bien la lettre lue par la machine. Il existe évidemment de nombreuses possibilités d'algorithmes.
La machine de Kurweil utilise principalement la description topologique, celle de l'ENST, le comptage d'intersections avec des lignes horizontales et verticales. □

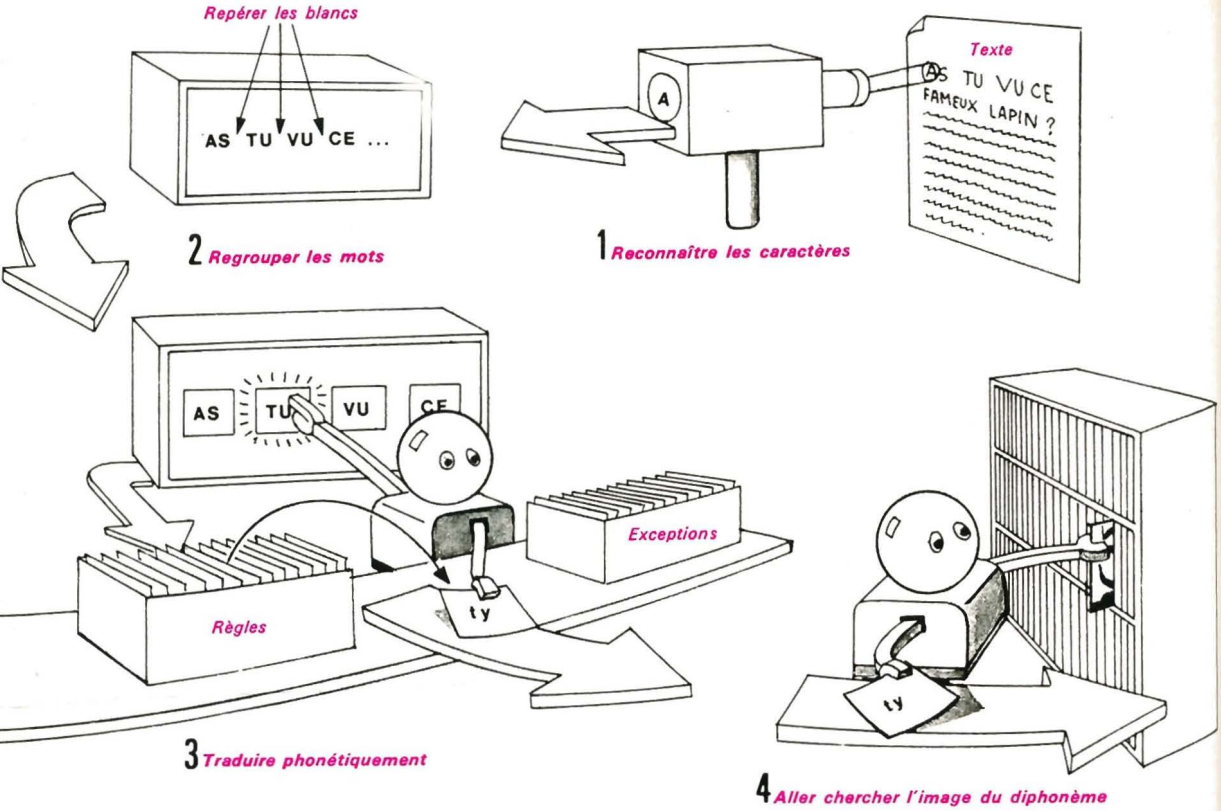
à travers un jeu de filtres dont le gain va être en fonction de chaque élément de base d'un mot (ou phonème). Le signal sonore va donc être modulé tout comme fait le conduit vocal pour la voix humaine. Et c'est ainsi que ce signal, amplifié va reproduire la parole. La voix bien sûr, n'a rien de mélodieux, elle est plutôt gutturale, un peu sourde, mais on s'y habitue très vite.

On apprend également très rapidement à manipuler les touches de commande. La machine elle-même vous explique comment faire. Il suffit de presser la touche « opérateur » puis une des touches de fonction, pour que la machine, de sa voix impersonnelle, vous annonce ce qu'elle va entreprendre. Car la machine de Kurzweil est interactive, elle ne se contente pas de lire les pages qu'on lui présente, elle peut revenir en arrière, relire dix fois le même paragraphe, épeler les mots, écrémer le texte en ne lisant que les débuts de phrases, conserver des paragraphes en mémoire pour y revenir plus tard, etc.

Aujourd'hui les prototypes de Kurzweil ont été testés auprès d'enfants de 12-14 ans. Après trois heures d'entraînement, pour s'habituer à la voix un peu particulière de la machine, la compréhension de la voix électronique était tout à fait semblable à la compréhension du discours humain. Le seul inconvénient de la machine est son prix : il est à l'heure actuelle de 50 000 dollars soit 250 000 F ; « mais précise Raymond Kurzweil, nous pensons que le prix va décroître et passer à 10 000 puis 5 000 dollars (soit 25 000 F) dans les cinq ans à venir ».

La machine de Kurzweil est malheureusement inexportable, et les petits aveugles européens ne pourront pas en bénéficier car toute la partie transcription phonétique change radicalement dès que l'on change de langue. Pourtant dans les laboratoires français qui étudient la lecture automatique et la synthèse de la parole, les différents éléments d'une machine à lire et à parler existent.

En France, plusieurs équipes travaillent sur la synthèse vocale dont le laboratoire de communication parlée de l'ENSERG (Ecole Nationale Supérieure d'Electronique de Grenoble), le CNET à Lannion, le CEA à Saclay et le LIMSI (Laboratoire d'Informatique pour la mécanique et les sciences de l'ingénieur) appartenant au CNRS et qui a mis au point le célèbre Icophone. Ce synthétiseur de parole en est à sa cinquième



version et il est tout à fait capable, tout comme la machine de Kurzweil de traduire un texte clair envoyé par le clavier d'un ordinateur en une chaîne phonétique. A chaque élément de la chaîne (il s'agit dans ce cas-là de diphonème qui en fait représente la liaison entre deux phonèmes) correspond une image fréquentielle qui, en les mettant bout à bout, va permettre de reconstituer une image des variations de fréquences de la voix en fonction du temps et que l'on appelle un sonagramme (voir Science et Vie n° 676, janvier 1974).

C'est lui qui va guider la fréquence des oscillateurs ou les filtres pour leur permettre de reconstituer les sons. D'autres équipes comme celle de l'ENSERG (qui a mis au point un lecteur de caractères dactylographiés), de la Faculté des Sciences de Toulouse, comme celles de l'ENST (Ecole Nationale Supérieure de Télécommunications), travaillent sur la reconnaissance des caractères imprimés.

Dans ce dernier laboratoire on s'intéresse aussi au problème des aveugles, mais avec une approche différente. « La machine de Kurzweil, nous dit l'un des chercheurs de l'ENST, est un luxe ; d'abord, elle est très coûteuse, ensuite la sortie vocale n'est pas indispensable pour les aveugles. » La machine de l'ENST est dotée d'un crayon-lecteur que l'on passe sur le texte imprimé. Une matrice de photodiodes permet d'identifier chaque lettre suivant le principe du comptage du nombre d'intersections avec les rangées horizontales de photodiodes (voir illustration). Chaque caractère une fois reconnu, est traduit en braille. Actuellement cette machine est mise au point à l'aide du puissant ordinateur de l'ENST, mais elle sera bâtie autour d'un microprocesseur. Un point reste en suspens : sera-t-elle commercialisée un jour ? Car en théorie il y a dans nos laboratoires tous les éléments pour fabriquer des machines semblables à celle de Raymond Kurzweil ; « le malheur explique Jean-Sylvain Liénard (2) chargé de recherches au CNRS et travaillant au LIMSI c'est que les industriels français ne sont pas décidés à développer ces prototypes qui dorment dans nos laboratoires. Et ce n'est pourtant pas faute de les avoir invités à venir « écouter » les performances des machines que nous avons mises au point.

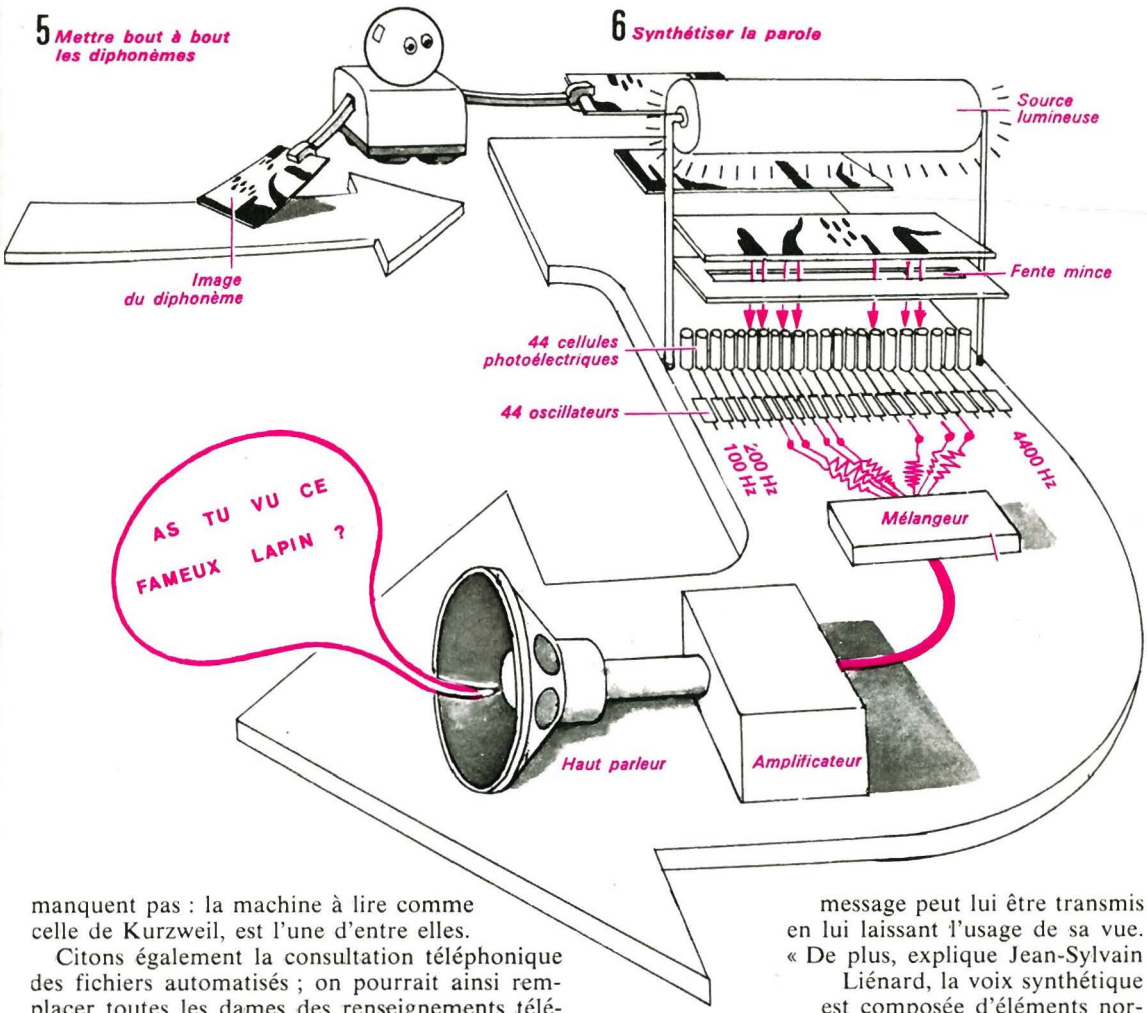
De plus les Américains, diplômés du MIT comme l'est Raymond Kurzweil, ont de très larges facilités économiques (aides, prêts bancaires, etc.). A peine leur diplôme en poche ils peuvent créer leur propre entreprise et développer eux-même les prototypes qu'ils ont inventés durant leurs études. En France, les jeunes chercheurs n'ont pas ces possibilités ». Pourtant les applications potentielles des synthétiseurs de paroles ne

(2) J.S. Liénard est également l'auteur d'un ouvrage sur la synthèse de la parole ; les processus de la communication parlée : Introduction à l'analyse et à la synthèse de la parole. Masson, 1977.

Dessins J.-L. Gosse

DU TEXTE A LA VOIX

La machine à lire et à parler travaille en six étapes que nous avons schématisées ici. Première étape ***(1)****. la reconnaissance des caractères (voir texte et dessins page 110). Seconde phase : le groupage des mots* ***(2)****. Pour cela la machine s'aide des blancs entre les mots et de la ponctuation. Une fois inscrit dans la mémoire de l'ordinateur, chaque mot, dûment reconnu, est traduit en une chaîne phonétique* ***(3)****. La traduction s'effectue à l'aide de certaines règles de phonétiques qui elles aussi résident en mémoire d'ordinateur. Ces règles sont complétées par un dictionnaire d'exceptions (2 000 dans le cas de la machine américaine) pour les associations de lettres qui ne se plient pas aux règles de phonétique traditionnelles. Dans notre schéma, la traduction phonétique fait apparaître les diphonèmes, c'est-à-dire la liaison entre deux phonèmes ou éléments de base du langage. Une fois cette traduction effectuée, la machine va chercher en mémoire l'image du diphonème* ***(4)****, c'est-à-dire la variation de fréquence du son en fonction du temps. Les représentations de ces diphonèmes sont ensuite mises bout à bout* ***(5)*** *et reconstituent une image de la voix que l'on appelle sonagramme. Dans notre schéma, la partie synthèse de la parole résume le principe de l'icophone à commande optique* ***(6)*** *mis au point par l'équipe du LIMSI, le sonagramme défile devant une source lumineuse et un signal sinusoïdal issu de l'un des 44 oscillateurs est envoyé dans le circuit de mélange lorsqu'une zone opaque du sonagramme passe devant la cellule photoélectrique correspondante. A la sortie, le signal est amplifié puis dirigé vers un haut parleur qui restitue sous forme de voix les mots qu'à l'autre bout, la machine a lus.* □



manquent pas : la machine à lire comme celle de Kurzweil, est l'une d'entre elles.

Citons également la consultation téléphonique des fichiers automatisés ; on pourrait ainsi remplacer toutes les dames des renseignements téléphoniques par des synthétiseurs. Citons aussi le contrôle auditif des tâches complexes ; dans de nombreux cas, la vérification de la bonne exécution d'une opération se fait par l'intermédiaire de la vision, on immobilise donc les yeux de l'opérateur. Avec la réponse vocale, le même message peut lui être transmis en lui laissant l'usage de sa vue. « De plus, explique Jean-Sylvain Liénard, la voix synthétique est composée d'éléments normalisés comme l'écriture imprimée alors que la voix naturelle est comparable à l'écriture cursive. » On peut donc s'attendre à ce que l'intelligibilité de la voix synthétique soit rapidement supérieure à celle de la voix naturelle, ce qui n'est pas encore le cas aujourd'hui ; on pourra

(suite du texte page 164)

M. Kajiro.
Président de la société Sun.

"J'ai créé 3 zooms Sun, le 24-40, le 38-90 et le 70-210."

Sun, c'est une gamme complète de plus de 30 modèles qui ont su s'imposer dans le monde entier. Aujourd'hui, nous vous présentons 3 zooms qui permettent de couvrir la totalité des besoins en photographie.

Le Sun grand angle zoom F/3,5 de 24 à 40 mm.
Le Sun 24-40 est livré en monture fixe. L'angle de champ est de 83° à 24 mm. Cet objectif comprend 11 lentilles indépendantes multicouches. Nous pouvons citer le test réalisé par le Nouveau Photo Cinéma : "Le zoom grand angle se révèle très homogène dans la haute qualité... le piqué obtenu est égal sinon supérieur à celui des grands angulaires de focale fixe.
Le diaphragme F/3,5 correspond exactement à l'ouverture réelle, ce qui montre à la fois l'efficacité du traitement multicouches et l'honnêteté du fabricant... cet objectif égale les performances de fort bons 28 mm en focale fixe, il nous semble difficile de faire mieux actuellement".

Le Sun zoom macro F/3,5 de 38 à 90 mm.
Le Sun 38-90 est livré en monture fixe ou avec une bague d'adaptation YS. Il comprend 12 lentilles en 11 groupes.
Cet objectif a été testé par Photo Revue avec ses 7 principaux concurrents.
Nous avons relevé les citations suivantes :
"Le vignettage ne varie que d'un demi à un diaphragme entre les focales extrêmes... F.T.M. : l'allure des courbes est belle : tracé régulier, progression homogène d'une focale à la suivante... c'est le meilleur zoom parmi les sept que nous ayons essayé à ce jour".

Le Sun zoom macro F/3,5 de 70 à 210 mm.
Le Sun 70-210 est également livré en monture fixe ou avec une bague d'adaptation YS. L'angle de champ est de 34°30' à 70 mm et de 11°50' à 210 mm.
Cet objectif comprend 14 lentilles en 12 groupes. Le zooming est assuré par un système de bague à pompe. Citons le Nouveau Photo Cinéma : "Compte tenu de son zooming important (X3) joint à la possibilité de la photographie rapprochée et de sa bonne qualité optique, le zoom Sun de F/3,8 de 70 à 210 mm testé représente assurément une bonne acquisition".

SUN **Encore merci M. Kajiro**

CENTRAL PHOTO 112-114, rue La Boétie, 75008 Paris, tél : 225.93.39

INDUSTRIE

INNOVATION

Le robot-radar-multi-services

Un économiseur d'énergie, qui est en même temps un appareil anti-rôdeurs et aussi un outil de promotion des ventes... Ça n'existait pas hier, même pas dans les recueils d'inventions impossibles ou d'objets introuvables ; même pas dans les énumérations fantastico-poétiques de Jacques Prévert.

C'est pourtant un produit aujourd'hui commercialisé, par une société française, simultanément sur la France et sur les marchés étrangers. Le robot-radar-multi-services « G » satisfait à ce bizarre cahier des charges, réunit ces performances apparemment hétéroclites et rend simultanément ou séparément ces différents services.

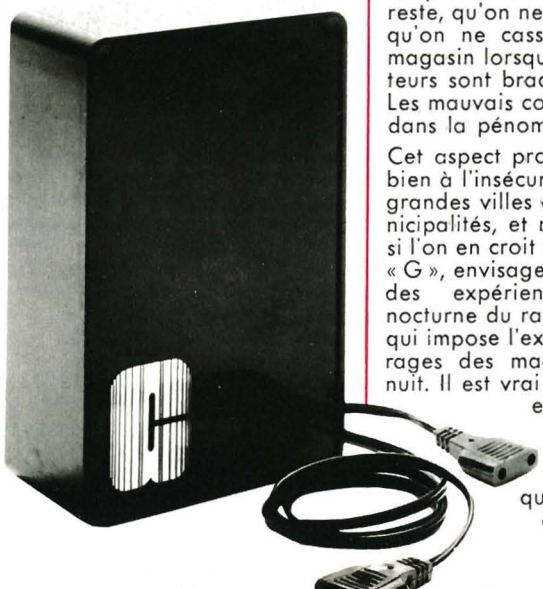
« G » apporte un 6e sens : c'est un détecteur de présence. L'appareil n'a pourtant rien de paranormal, d'occulte, ni de mystérieux.

Il s'agit d'un radar perfectionné à effet Doppler, c'est-à-dire qui détecte et analyse les mouvements. Les ondes qu'il émet, situées dans la bande S, à 2 450 MHz, traversent les cloisons, les glaces, les vitrines, les matières plastiques. Sa caractéristique principale, sa bande passante, est inférieure à 1 MHz, ce qui lui confère une excellente sélectivité : il sait ce qu'il analyse ; il ne confondra pas une personne passant dans son champ d'émission avec une voiture en stationnement située dans le même champ...

Relié par une simple prise à toutes sortes d'appareillages électriques (lampes, moteurs, etc.), sans nécessiter aucune installation, et donc instantanément mis en place, il commande leur déclenchement dès qu'il détecte un mouvement.

Par exemple, une personne rentre dans sa maison, ou dans le parc de la résidence où se trouve son appartement. Instantanément tous les éclairages s'allument. Premier service : cela aide à trouver son chemin, à monter les marches de son perron et à plus facilement insérer sa clef dans la serrure. Deuxième service : cela évite de laisser éclairé pendant des heures — toute la nuit s'il s'agit d'hôtels ou d'immeubles collectifs — l'extérieur de l'habitation. Troisième service : si un rôdeur s'introduit dans le jardin ou dans le parc, les éclairages se déclenchent à nouveau, et brutalement. Le moins que l'on puisse dire est que cela surprend : le rôdeur se trouve en pleine lumière et il pense qu'il a déjà été repéré de l'intérieur de la maison.

Autre utilisation du radar « G », que l'on commence à voir apparaître dans les villes : son emploi comme « allume-vitrine », au simple passage d'un chaland. Là, le « G » intervient d'abord comme un puissant outil de promotion des ventes. Les deux systèmes jusqu'ici connus — inonder en permanence de lumière la zone d'exposition ou faire clignoter des spots — finissent par passer inaperçus, précisément parce qu'ils sont continus et réguliers et parce que, pour retenir l'attention, une vitrine doit trancher sur ses voisines. Si toutes sont bien éclairées, comme c'est pratiquement désormais le cas, aucune ne se distingue particulièrement. Le « G », lui, crée un « événement lumineux » : une violente explosion de lumière au passage du chaland — et tant qu'il reste devant la vitrine.



Deuxième avantage : « G » réduit fortement les dépenses d'éclairage. Dès que le chaland s'en va, la vitrine s'éteint et le compteur électrique cesse de tourner.

Enfin, troisième avantage, le même que pour les pavillons : l'effet anti-rôdeurs de « G ». Les menus larcins, les petites agressions, les vols de portefeuilles ou de sacs à mains ne se font pas en pleine lumière. Pas plus, du reste, qu'on ne force la porte ou qu'on ne casse la vitrine d'un magasin lorsque tous les projecteurs sont braqués sur la scène. Les mauvais coups se font plutôt dans la pénombre.

Cet aspect protection répond si bien à l'insécurité croissante des grandes villes que certaines municipalités, et non des moindres si l'on en croit les promoteurs de « G », envisagent de participer à des expériences d'utilisation nocturne du radar, malgré la loi qui impose l'extinction des éclairages des magasins fermés la nuit. Il est vrai que cette loi fait exception pour les éclairages de sécurité. Et il est vrai, aussi, que « G » participe à l'objectif géné-

ral d'économie d'énergie mieux que ne le ferait le respect de la lettre et non de l'esprit de la loi. Celle-ci impose l'« extinction des feux » à partir de 22 h, alors que la plupart des magasins ferment entre 19 h 30 et 20 h. Pendant plus de 2 heures — pour ceux qui respectent la loi — magasins et publicités restent illuminés, en pure perte si personne ne passe devant eux...

Le radar « G », qui trouve bien d'autres applications (dans les bureaux — combien restent éclairés pour rien des heures, sinon des nuits entières — dans les ateliers et dans les usines, dans les parkings et les sous-sols, etc.) est fabriqué et commercialisé par la COFDAR, la Compagnie Française de Détection et d'Automatisme Radar. Celle-ci le propose en prix de lancement sur le territoire français (car le « G » a déjà conquis l'Autriche, la Belgique, l'Espagne, la Suède, la Suisse... et les USA pour 1 170 F.

COFDAR, 18, rue des Belles-Feuilles, 75116 Paris. Tél. 704. 27.21.

STOMATOLOGIE

Plus besoin de roulette pour les caries dentaires !

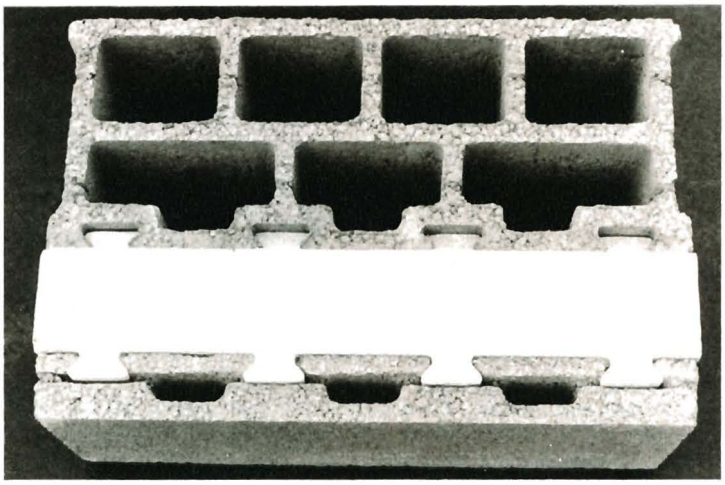
Une société japonaise annonce simultanément deux petites révolutions en matière de soins dentaires.

La première intéresse chacun : c'est la suppression de la roulette et son remplacement par un traitement indolore...

Ce traitement consiste à vaporiser sur la partie cariée de la dent un produit qui l'attaque et permet de l'enlever avec un bistouri spécial. L'opération étant absolument indolore, le dentiste n'aurait même pas à pratiquer une anesthésie locale. Espérons seulement que ce produit n'attaque que la partie cariée de la dent et elle seule...

La seconde concerne le rebouchage : la même société japonaise a mis au point un nouvel amalgame qui tiendrait beaucoup mieux que les « ciments » jusqu'ici connus. Selon cette société, cet amalgame permettrait de sauver des dents même attaquées par des caries importantes et que jusqu'ici les dentistes étaient obligés d'arracher.

BATIMENT



Bloc béton à isolation thermique intégrée

Mis au point par le CERIB (le Centre d'Etudes et de Recherches de l'Industrie du Béton qui, comme l'ensemble des centres techniques industriels, est financé par une taxe parafiscale versée par les professionnels du secteur), le bloc « Iseco » est plus qu'un nouveau produit. C'est un nouveau procédé de construction à isolation thermique intégrée.

Le bloc-béton Iseco comprend trois éléments qui sont assemblés en usine. Deux éléments en béton alvéolé, dont l'un est l'élément extérieur, qui est porteur, et l'autre l'élément intérieur, la « planelle », qui constitue la cloison intérieure, sont solidarisés, reliés mécaniquement, par un isolant, du polystyrène expansé de haute densité, dont l'épaisseur est variable en fonction de l'isolation thermique recherchée, variable selon la zone climatique, le mode de chauffage, etc.

Un bloc Iseco, long de 50 cm, haut de 20 cm et épais de 25 cm — compte non tenu de l'épaisseur, variable, de l'isolant — pèse 25 kg.

Ce bloc à isolation thermique intégrée a été mis au point pour répondre à la nouvelle réglementation thermique déterminée par la politique d'économie en matière d'énergie et, en particulier, de chauffage.

Mais sa mise en œuvre étant très simple, il présente du même coup d'autres avantages, qui le transforment en nouveau procédé de construction.

Une seule intervention (la pose du bloc avec mortier) permet en effet de monter un mur de qualité et de confort équivalents à ceux d'un mur traditionnel, quand, jusqu'ici, 3 interventions correspondant à 3 fonctions — pose du bloc porteur pour la portance et l'étanchéité, pose d'un isolant rapporté pour l'isolation thermique, pose enfin d'une contre-cloison intérieure maçonnée — étaient nécessaires.

Résultats : gain de temps sur le chantier, coordination simplifiée des différentes équipes qui se succèdent, délais de construction et de livraison raccourcis et, au total, économie notable dans le coût de la construction.

Une association pour le développement du bloc Iseco a été constituée sous l'égide de l'association professionnelle du bloc-béton. Elle regroupe déjà 80 usines et la première chaîne de fabrication automatique du bloc Iseco a récemment été inaugurée dans le Var, à Fréjus.

■■ ***« L'oreille visuelle »*** *ouvrira le monde de la communication téléphonique aux Canadiens atteints de déficiences de l'ouïe et de la parole. Il s'agit d'un clavier et d'un écran « de poche » qui s'adaptent au combiné téléphonique. Les personnes souffrant de déficiences de l'ouïe et de la parole pourront dactylographier leurs messages et converser avec ceux dont le combiné téléphonique aura été muni d'un dispositif semblable. Commercialisation : début 1979.*

PISCICULTURE

Des bassins d'élevage à côté des centres industriels

Demain on élèvera les poissons sur les sites industriels, à côté (sinon à l'abri) des usines et, en particulier des centrales de production d'énergie électrique, qu'elles soient classiques ou nucléaires.

Pourquoi ? Pour économiser l'énergie. Pour récupérer et valoriser les rejets énergétiques, jusqu'ici perdus dans l'atmosphère ambiante, de ces usines et de ces centrales.

Ainsi l'Agence pour les Economies d'Energie annonce-t-elle qu'elle vient de participer, avec le Groupement des Exportateurs d'Anguilles du Languedoc, à l'installation de 3 000 m² de bassins à côté de l'usine de séparation isotopique de Pierrelatte, dans la Drôme.

La France est le principal fournisseur européen d'anguilles. Actuellement, celles-ci sont pêchées en mer et dans les étangs du Languedoc à l'âge de 3 ou 4 ans. Mais on sait qu'il est possible d'élever en milieu artificiel des anguilles qui, en 18 mois seulement, atteignent la taille nécessaire à leur commercialisation. Cet élevage nécessite des volumes d'eau importants, qu'il est exclu de réchauffer par des moyens classiques. La température à laquelle il faut porter l'eau (20 à 22° seulement) permet, par contre, une récupération-valorisation facile des rejets thermiques. Raison pour laquelle, au lieu d'amener la chaleur dans les bassins d'élevage du Languedoc, on transporte bassins et anguilles en plein milieu des terres, à proximité de Pierrelatte...

Dans une première étape, 150 tonnes d'anguilles seront produites par an dans ces bassins industrielo-campagnards, qui permettront une économie d'énergie de l'ordre de 1 500 Tonnes-Equivalent-Pétrole. A terme, lorsque les pisciculteurs se seront familiarisés avec cette nouvelle technique et avec ce nouvel environnement, l'objectif est de produire au moins 1 000 tonnes d'anguilles par an.

L'Agence pour les Economies d'Energie annonce en même temps deux autres opérations pilotes de pisciculture utilisant les rejets énergétiques. La première à Balaruc-les-Bains, une station thermale de l'Hérault, qui est alimentée par des eaux chaudes d'origine géothermale, où le GAEC (Groupement Agricole d'Exploitation en Commun) « Les Poissons du Soleil » utilise les eaux chaudes rejetées par la station pour réchauffer une écloserie de poissons frais : loups, daurades, soles. Bénéfice énergétique prévu : 500 TEP/an.

Deuxième réalisation pilote : une installation expérimentale d'élevage de crevettes à Palavas, toujours dans l'Hérault, effectuée par l'Association « Les Compagnons de Maguelonne » avec l'appui du Centre National pour l'Exploitation des Océans. Là, une pompe à chaleur, transférant à l'eau de renouvellement les calories disponibles sur l'eau de mer de rejet, remplace les résistances électriques jusqu'ici utilisées pour chauffer les bassins d'élevage des crevettes. Bénéfice énergétique : 350 TEP/an.

AUTOMOBILE

Des gaz d'échappement aux normes californiennes

On sait que concernant la pollution — et particulièrement la pollution par les gaz d'échappement automobiles — l'Etat de Californie a édicté des normes extrêmement sévères, au point, même, d'être jugées irréalisables par certains.

Or, le groupe chimique allemand Hoechst annonce que ses laboratoires de recherche sont parvenus à mettre au point un catalyseur pour gaz d'échappement qui permet de respecter ces normes, c'est-à-dire d'atteindre les limites de pollution qui sont aujourd'hui prévues — ou espérées — pour les années 1980.

Les essais et les mesures effectués avec ce nouveau catalyseur résistant au plomb prouvent effectivement des résultats plus qu'intéressants : diminution de 60 à 80 % des gaz (oxyde de carbone) et des hydrocarbures imbrûlés avec un moteur démarré à froid ; ces taux atteignant 80 à 90 % avec un moteur chaud. Ces tests de laboratoire ont été confirmés par des essais sur route, en conditions réelles d'utilisation d'un véhicule. Point extrêmement important : l'emploi du catalyseur n'accroît aucunement la consommation de carburant.

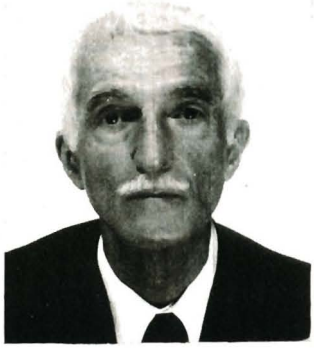
Le nouveau catalyseur utilise une matière céramique granuleuse comme support d'une matière active constituée par une combinaison de métaux non précieux. Il est monté dans la colonne d'échappement, à proximité du moteur. Il réalise la post-combustion de l'oxyde de carbone et des hydrocarbures, donnant naissance à du gaz carbonique, non toxique, et à de la vapeur d'eau.

Hoechst a entrepris ses recherches d'épuration catalytique des gaz d'échappement depuis 1972 et a reçu depuis un an un appui financier du gouvernement de la République Fédérale Allemande. La firme s'emploie maintenant à optimaliser son dispositif, à l'adapter aux différents types de moteurs, à s'assurer de sa longévité et — ce n'est pas le problème le moins important — à le produire à des coûts raisonnables. Tous travaux qui doivent être menés conjointement avec les constructeurs automobiles.

■■ ***Batterie sans entretien.*** *On la reconnaît facilement : la partie supérieure est entièrement plate ; on n'y trouve aucun des traditionnels bouchons de remplissage. La « Lifetimer », mise sur le marché par la Gulf Oil Canada, de Montréal, est en plomb antimoine. Elle est garantie à vie.*

■■ ***Horlogerie en flèche au Japon.*** *Le Japon a produit 44 millions de pièces d'horlogerie en 1977, 30 % de plus qu'en 1976. 28 millions ont été exportées (+ 31 %). Progression minimum envisagée pour 1978 : + 20 %. Les Japonais ne craignent pas les Suisses : « Seuls concurrents sérieux dans ce domaine, les Suisses ont bien 2 à 3 ans de retard sur les Japonais en ce qui concerne les montres électroniques ». Certains produits horlogers sont « plus ou moins devenus des spécialités japonaises à tel point que, même à l'exportation, la concurrence joue entre marques japonaises et non entre Japonais et concurrents étrangers ». Dernière nouveauté horlogère japonaise : la montre multi-alarmes, dotée de 2 signaux acoustiques et d'un carillon, elle peut aussi servir de minuteur et de chronomètre.*

En direct avec...



Jean-Pierre Fourneau

Membre de l'Académie de Pharmacie
Animateur pour la France de la Banque Européenne de Données sur les produits chimiques susceptibles de nuire à l'environnement

La Banque Européenne de Données chimie-environnement en quête d'utilisateurs

En 1973, le Conseil des Ministres des Communautés Européennes décidait d'inclure dans son Programme de recherches sur l'environnement le projet de banque de données ECDIN : Environmental Chemical Data and Information Network, conçu comme l'un des éléments essentiels du Réseau d'Information pour la Gestion de l'environnement, dont la création était décidée en même temps.

L'objectif d'ECDIN : fournir à toute personne concernée par la diffusion des produits chimiques dans l'environnement et par les risques qu'elle représente — gestionnaires de l'environnement, industriels, chercheurs, mais aussi associations écologiques (près de 15 000 en France) et informateurs du public — des informations rapides et sûres sur les produits chimiques que l'action de l'homme peut faire apparaître en quantités suffisantes pour nuire à l'homme, aux autres êtres vivants ou à l'environnement.

Pendant 5 ans, une équipe du Centre Commun de Recherche des Communautés Européennes a travaillé à Ispra, en Italie, à la réalisation de ce projet. Aujourd'hui, on a mis au point un « pilote », c'est-à-dire un prototype, qui fonctionne en phase expérimentale. Il doit être encore affiné, nourri de nouvelles données et surtout susciter l'intérêt des utilisateurs.

D'abord pour savoir quels types de questions intéressent ces derniers, comment ils posent ces questions (« mots clefs »), ainsi que pour préciser ce qu'ils attendent exactement d'ECDIN, qui pourrait alors, par quelques modifications, être parfaitement adapté à leurs desiderata. Ensuite parce qu'une banque de données que personne n'interroge est destinée à disparaître. Comme pour le téléphone, il faut qu'il y ait au moins deux partenaires : celui qui répond ne peut le faire que si on l'appelle... Or, ECDIN semble être l'objet d'une sorte de « conspiration du silence ». Ceux dont la responsabilité exigerait qu'ils se renseignent avant une quelconque initiative — ainsi que l'ont prouvé de trop nombreux « accidents » dramatiques — font pour l'instant la sourde oreille. Mais peut-être s'estiment-ils suffisamment informés ? Peut-être sont-ils déjà parfaitement documentés ? Peut-être la banque de données ECDIN ne constitue-t-elle pas réellement une nécessité ? Jean-Pierre Fourneau, Membre de l'Académie de Pharmacie et animateur pour la France du projet ECDIN répond.

J.-P. F. — On estime à 100 millions de tonnes dans le monde la diffusion de produits chimiques les plus variés. Ces quantités fantastiques, entraînées par le développement industriel, constituent un phénomène nouveau, apparu au cours du troisième quart de notre siècle. Et l'on sait que ce phénomène ne régressera pas : il se développera, au contraire, de façon exponentielle.

Quelques accidents spectaculaires ont fait prendre conscience par chacun des multiples dangers que cet état de fait entraîne pour la santé publique, la qualité de la vie, la protection de la nature et de ses ressources. Il est donc bien clair qu'une documentation exhaustive et fiable est indispensable, sous peine de commettre des erreurs dont les conséquences peuvent être catastrophiques.

Or, actuellement, personne ne dispose d'une telle documentation, personne ne peut regrouper l'ensemble des informations liées à tel ou tel produit chimique. Cela pour deux raisons :

- D'abord les données disponibles sont non seulement encore relativement rares, elles sont surtout dispersées. Ne serait-ce que parce qu'une étude approfondie et sérieuse d'un produit chimique relève de disciplines extrêmement diverses, dont aucune ne doit être oubliée. Ne tenir compte que de l'une de ces disciplines en ignorant les autres, serait une attitude d'irresponsabilité.
- Ensuite des systèmes documentaires automatisés, nourris de la très abondante littérature scientifique et technique apparue au cours des dernières années, facilitent certes la recherche bibliographique qui, sans eux, exigerait beaucoup de temps et d'efforts pour des résultats souvent incomplets. En interrogeant un ordinateur, on obtient effectivement la liste des documents où doivent figurer les données que l'on recherche.

Mais, malgré 20 ans d'efforts intensifs et de dépenses considérables pour la mise sur pied de ces systèmes, les listes de références fournies par ordinateurs contiennent beaucoup de « bruit » — de références non pertinentes par rapport à la question posée ou au produit sur lequel on veut se renseigner précisément — et de « manques » — des références pertinentes qui sont absentes.

Et, une fois qu'on a obtenu ces renseignements, souvent à la fois incomplets et trop abondants par rapport à l'information désirée, il reste encore à se procurer les documents eux-mêmes — s'ils sont disponibles — à les consulter pour en extraire les données cherchées et à exploiter ces dernières.

G.M. — Que contient actuellement ECDIN?

J.-P. F. — Les produits chimiques que l'action de l'homme

Dessin Cl. Serre

peut faire apparaître dans l'environnement en quantités suffisantes pour nuire à l'homme, aux autres êtres vivants ou à l'environnement, qui sont ceux qui nous intéressent, relèvent de trois catégories principales :

- Les produits fabriqués en grandes quantités (plus de 500 kg par an dans le monde) quelle que soit leur nocivité.
- Les produits très toxiques quelles qu'en soient les quantités fabriquées.
- Les métabolites et produits de dégradation, ainsi que certaines substances d'origine naturelle (poisons végétaux ou animaux, mycotoxines, etc.).

L'ensemble de ces produits, que ECDIN devra stocker lorsqu'elle sera opérationnelle, représente 20 à 30 000 substances.

Actuellement, en phase pilote, on s'est limité à 4 000 substances pures, qui ont été sélectionnées parce qu'elles étaient représentatives des grandes familles chimiques et des principaux domaines d'utilisation... et aussi parce que l'on disposait sur elles d'un nombre suffisant de données sûres.

Les données que l'on peut obtenir sur chacun de ces produits sont celles qui jusqu'ici faisaient défaut, ou que l'on ne pouvait se procurer que de façon fragmentaire : identification de la substance (assez poussée puisque l'on a enregistré les dénominations chimiques en anglais, français, allemand, italien et même les noms systématiques préférés donnés aux substances, ou noms commerciaux) ; informations sur sa structure chimique et ses propriétés physiques et chimiques ; données et méthodes analytiques ; fourniture, production, commerce et consommation dans chaque région (bien que les procédés de fabrication et les quantités produites soient souvent tenus secrets par les industriels et que l'exactitude des renseignements fournis varie selon les pays, les années et les producteurs...) ; transport, emballage, manutention, stockage et risques (réglementations, classification des risques, consignes de sécurité, contre-mesures en cas d'accident, etc.) ; emploi et rejet (emploi direct mais aussi indirect pour la fabrication d'autres composés, quantités consommées dans chaque région pour chaque usage) ; diffusion et transformation dans l'environnement (bio-dégradation, taux de contamination des milieux naturels, des chaînes alimentaires, des animaux et de l'homme, synthèse dans l'environnement et dégradation abiotique) ; effets nocifs sur l'environnement et toxicité (les données concernant les effets sur l'homme et sur les animaux de quelque 2 000 produits qui ont déjà provoqué des accidents du travail, des maladies professionnelles, des contaminations de l'environnement sont abondantes et fiables : ECDIN les communique sous la forme de résumés rédigés par des experts) ; enfin données réglementaires (concentrations maximales admissibles sur les lieux de travail, par exemple, ou pourcentages admissibles des résidus des pesticides dans les aliments).

G.M. — Comment faire passer ECDIN du stade pilote à la phase opérationnelle?

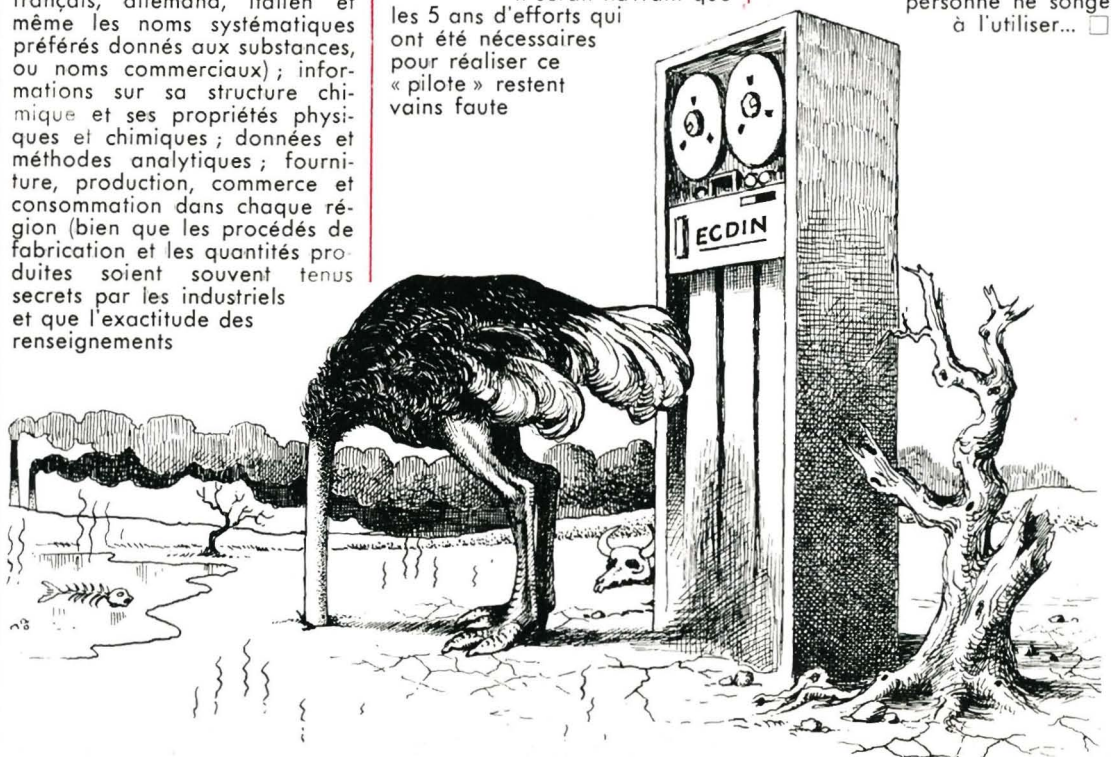
J.-P. F. — Il serait navrant que les 5 ans d'efforts qui ont été nécessaires pour réaliser ce « pilote » restent vains faute d'un consensus suffisant dans la Communauté Européenne pour mener le projet jusqu'à son achèvement.

Ce consensus ne sera obtenu que si le nombre des utilisateurs potentiels d'ECDIN est important. Et il l'est. Le tout est de savoir si ces utilisateurs sont prêts à prendre leurs responsabilités ou s'ils vont continuer à pratiquer la « politique de l'autruche » : ignorer délibérément les problèmes au lieu de s'employer à les résoudre.

Au stade actuel, les utilisateurs potentiels d'ECDIN doivent nous aider en expérimentant le système, pour nous permettre de le mettre parfaitement au point. Par exemple, il nous faut préciser les besoins de ces utilisateurs, les produits à incorporer dans le fichier, les critères d'interrogation (« mots-clefs ») et les questions types, les modes d'accès, le temps de réponse, le coût de l'interrogation, etc.

Tout cela est maintenant possible : il suffit de nous interroger. C'est la condition pour que ECDIN devienne cet outil indispensable pour toutes les personnes qui sont concernées à un titre quelconque par le problème de la nocivité des produits chimiques pour l'homme et l'environnement.

Il faut le redire : l'outil le plus merveilleux, le plus efficace, qui présente les plus grandes possibilités, ne sert à rien si personne ne songe à l'utiliser... □



Dessin Cl. Serre

« 2001 » divise le « CX » par 2

Ce curieux engin — baptisé « projet 2001 » par les uns, surnommé l'« œuf » par les autres — n'est ni le rêve d'un illuminé, ni une maquette pour film de science-fiction. C'est bien une cabine de camion, longuement pensée et soigneusement étudiée par un designer allemand d'origine italienne, Luigi Colani.

Elle fait appel à de multiples techniques d'avant-garde ce qui permet, entre autres, une nette réduction de la consommation de carburant par son adaptation à la résistance de l'air.

Ainsi le « CX », le coefficient de pénétration dans l'air, du « 2001 » est-il d'à peine 0,40, quand, à titre de comparaison, celui d'un camion Fiat-Unic varie de 0,80 à 0,83 et celui d'un Berliet TR de 0,75 à 0,80. Ce qui, selon Luigi Colani, signifie une diminution de consommation de carburant de quelque 25 % par rapport aux véhicules traditionnels.

Parmi les idées et les techniques permettant cette réduction de moitié de la résistance de l'air : le profil de la cabine, étudié pour se marier au mieux avec la partie arrière du camion ; la suppression du rétroviseur, des caméras de télévision incorporées dans les « ouïes » supérieures de la cabine permettant au conducteur de voir ce qui se passe derrière lui sur un écran incorporé à l'intérieur de la cabine ; le remplacement des fenêtres par un climatiseur.

D'autres solutions, d'autres techniques méritent l'intérêt. Par exemple dans la têtière du siège du conducteur a été incorporé un indicateur sonore de tous les témoins fondamentaux du véhicule. Si un incident survient, la radio se trouve automatiquement coupée et l'alarme est donnée.

Un radar évite dans le brouillard, de percuter le véhicule que l'on suit. En cas de choc frontal, un système hydraulique repousse instantanément la cabine vers le haut et met le conducteur à l'abri des chocs. Pas d'avertisseur sur le « 2001 », mais un haut-parleur dont la fréquence a été spécialement étudiée pour une bonne réception.

Enfin, visibles en bas, parmi les projecteurs, des micros émetteurs et récepteurs déterminent la qualité du revêtement routier et son coefficient de glissement, ainsi que la température ambiante : analysées par calculateurs, ces informations servent à proposer au conducteur la vitesse optimum, en fonction du temps et de l'état de la route.

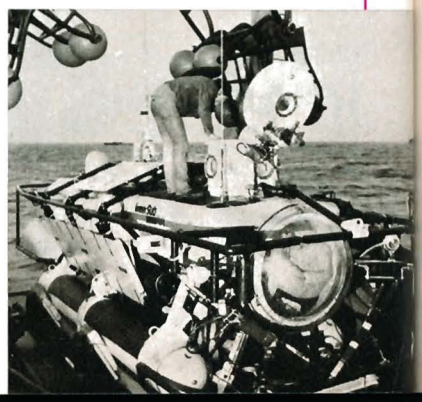
■■ ***Les États-Unis craignent*** *de perdre leur place de premier exportateur mondial de techniques de pointe. En 10 ans, leur part dans la recherche mondiale est tombée de 50 % à 20 %. Selon la National Science Foundation, le budget consacré à la recherche n'atteint plus que 2 % du Produit National Brut, contre 3 % en 1965. Enfin, selon les derniers chiffres connus, 35 % des brevets délivrés aux USA vont à des inventions étrangères, contre 17 % en 1961. En France, pour mémoire et à titre de comparaison, les brevets étrangers sont 2 fois plus nombreux : environ 70 % du nombre total des dépôts effectués...*

Sous-marin en péril

Une vingtaine de sous-marins opèrent actuellement sous les eaux de la mer du Nord pour le compte de l'industrie pétrolière. Entre autres tâches, ils récupèrent les matériels et débris accumulés au fond dans les nombreuses zones de forage abandonnées. Ces installations provoquent en effet de sérieux dégâts aux engins de pêche : 800 filets endommagés chaque année dans la zone norvégienne.

C'est à un travail de nettoyage de ce genre qu'était employé par 120 mètres de profondeur, un sous-marin appartenant à une compagnie anglaise, lorsque l'équipe à bord s'aperçut que de vieux cordages étaient enroulés dans l'hélice et maintenaient l'engin au fond. Ce n'est que 20 heures plus tard que le sous-marin put faire surface, grâce à l'aide efficace d'un autre sous-marin, le P.C. 1202, appartenant à la société marseillaise InterSub.

Ce sous-marin, qui comptait cinq hommes à bord, tenta d'abord de couper les cordages à l'aide d'une meule fixée à un bras manipulateur. Cette opération ne s'avérant pas suffisante, deux plongeurs furent mis sous pression dans une atmosphère composée d'hélium et d'oxygène et purent, en une vingtaine de minutes, dégager le sous-marin. La société InterSub, qui est en passe de devenir le premier opérateur de sous-marin du monde, dispose actuellement de neuf sous-marins construits par la firme américaine Perry. Les immersions limites de ces sous-marins de poche qui peuvent accueillir de deux à cinq hommes, varient de 300 à 900 m. Leur autonomie maximale atteint douze heures opérationnelles et sept jours de réserves.



Des marchés à saisir

Les innovations (produits menés au dernier stade de leur développement industriel) et les techniques et procédés nouveaux présentés dans cette rubrique ne sont pas encore exploités sur le marché français. Il s'agit d'opportunités d'affaires, qui semblent « bonnes à saisir » pour les entreprises industrielles et commerciales françaises. Comme l'ensemble de la rédaction de Science et Vie, les informations que nous sélectionnons sont bien évidemment libres de toute publicité. Les sociétés intéressées sont priées d'écrire à « Des marchés à saisir » c/o Science et 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.

GRILLAGE « PARE-CHIEN » ESCAMOTABLE

Quoi ?

Il s'agit d'un grillage qui sépare dans une automobile, pour des raisons de confort et de propreté, mais aussi de sécurité évidentes, le chien, ou tout autre animal domestique, du conducteur et des passagers.

Originalités du système par rapport aux filets déjà commercialisés (pas toujours solides et parfois difficiles à monter et pas assez rigides pour certains animaux particulièrement nerveux et agités) : sa robustesse de fixation et sa rigidité, sa facilité de pose, que ce soit derrière les places avant ou derrière la banquette arrière et, surtout, son caractère escamotable au plafond de l'automobile, ce qui présente un double intérêt : pratique et esthétique.

Comment ?

Le « pare-chien », en aluminium anodisé, s'adapte instantanément, sans trou ni vis, sans nouer non plus de cordages, à tous les modèles de voitures. Cela grâce à 4 poignées de serrage que l'on tourne à la main et qui commandent 4 vérins à compression qui viennent adhérer aux parois de l'automobile.

Marché

On estime que près d'un Français sur deux possède un chien. Et il faut bien l'emmener en voiture pour aller en promenade, à la chasse ou chez le vétérinaire. Or le chien, gênant le conducteur, peut provoquer un accident et incommoder certains passagers. Il peut aussi salir les sièges et ronger les accessoires... Le dispositif breveté peut intéresser soit un fabricant distributeur d'accessoires pour chiens, soit un fabricant distributeur d'accessoires automobiles.

ARRÊT « SONO-ÉLECTRONIQUE » POUR TABLES DE LECTURE HI-FI

Quoi?

L'utilité d'un arrêt automatique est clair : il contribue à maintenir les performances d'une chaîne en limitant l'usure de la pointe de lecture. Mais les systèmes existant actuellement ne sont pas toujours satisfaisants : soit parce qu'ils nuisent à la qualité sonore, soit parce qu'ils compliquent la réalisation mécanique. En outre, il n'existe encore aucun dispositif facilement adaptable par les possesseurs de platine manuelle.

Le nouveau dispositif cumule différents avantages : il est entièrement électronique, modulaire et peu encombrant ; il ne suppose aucune liaison mécanique avec le bras ; il est facilement insérable. Pour l'utilisateur, la platine reste essentiellement manuelle : l'arrêt peut être mis hors service par un simple interrupteur.

Comment?

La tension émise par la cellule de lecture au cours de la reproduction est détectée et mise en forme par le module qui maintient le moteur d'entraînement sous tension. Une commande de départ temporisée effectue la mise en marche initiale du moteur pendant que l'auditeur positionne le bras de lecture. En fin de disque, la cessation du signal émis par la cellule entraîne l'arrêt de la platine avec un décalage de 15 à 20 secondes. Cette temporisation évite un déclenchement intempestif du dispositif au moment des zones de silence que l'on peut rencontrer en cours d'audition.

Les signaux parasites (souffle, craquement, rayure...) sont éliminés par un comparateur à seuil, d'où une grande fiabilité. L'arrêt sono-électronique est sans incidence sur la qualité de la reproduction (forte impédance d'entrée, consommation négligeable) et est compatible avec tous les types de cellules.

Marché

Le dispositif, qui vient d'être breveté, doit intéresser en premier lieu les fabricants de tables de lecture ou d'amplificateurs.

Mais il peut également être commercialisé sous forme de Kit ou de modules câblés, le nombre de platines manuelles déjà acquises constituant un marché potentiel intéressant.

RASOIR A TÊTE ÉCLAIRANTE

Il s'agit d'un perfectionnement au rasoir électrique qui consiste à incorporer, soit dans son corps, soit dans sa tête, des sources lumineuses. Ceci afin de bien éclairer les parties du visage en cours de rasage et de se raser à la fois mieux et plus rapidement.

L'incorporation de cette tête éclairante sur tel ou tel rasoir pourrait inciter l'acheteur, souvent hésitant entre les différentes marques, à se décider pour celle qui apporte ce service supplémentaire par rapport à la concurrence.

Le dispositif est breveté. ■

COMMENT RECONNAITRE UN BON «AMPLI»

Peut-on, à la seule lecture d'une notice, savoir si tel ou tel amplificateur sera suffisamment puissant pour reproduire correctement les fréquences les plus graves et qu'il ne provoquera pas de phénomènes parasites ? Voici, précisément énoncées, les caractéristiques que doit présenter un matériel Hi-Fi et qui, chez les bons constructeurs, figurent honnêtement sur les catalogues.

▶ L'amplificateur est le maillon qui se trouve au milieu de la chaîne. On a beau dire qu'il est moins important que la cellule phonocaptrice du tourne-disque (placé au début) et que les enceintes acoustiques (placées à la fin), il ne faut toutefois pas le négliger. Car il doit, dans les meilleures conditions, transformer les quelques millivolts qu'il va recevoir à son entrée, en quelques volts qui vont permettre d'actionner correctement les haut-parleurs.

Tout d'abord, un amplificateur doit délivrer une certaine puissance de sortie qui s'exprime en watts. Il s'agit de la puissance continue, qu'un amplificateur peut donner à tout instant (pendant un minimum de 10 minutes), sans aucune détérioration de l'ensemble de ses caractéristiques maximales, sur une impédance de sortie bien déterminée et pour un niveau d'entrée bien déterminé.

Après bien des abus dans les années passées, il faut bien reconnaître que tous les constructeurs sérieux, à l'heure actuelle, expriment la puissance de leurs appareils en PUISSANCE NOMINALE EFFICACE pour les Français, en R.M.S. POWER (Root Mean Square) pour les Anglais, et en PUISSANCE EFFICACE SINUSOIDALE (ou puissance SINUS) pour les Allemands.

Tous ces termes de puissance représentent les mêmes systèmes de calcul. Ils se pratiquent ainsi : on injecte, sur l'entrée d'un amplificateur de puissance, une fréquence de 1 000 Hz après avoir chargé sa sortie, soit à l'aide d'une résistance de 4 ohms, soit à l'aide d'une résistance de 8 ohms. Cette résistance doit rigoureusement correspondre à l'impédance de sortie de l'amplificateur. Un voltmètre électronique, placé aux bornes de la résistance, mesure la tension alternative efficace de sortie.

Un distorsiomètre (qui peut être remplacé par un bon oscilloscope double trace), placé également, sur la résistance, mesure le taux de distorsion. On augmente alors le signal d'entrée (la fréquence de 1 000 Hz), le potentiomètre de volume étant poussé à fond, jusqu'à obtenir, en sortie, le taux de distorsion maximum admissible par le constructeur. Ce taux est inscrit obligatoirement sur la notice technique qui doit accompagner tout matériel Hi Fi. On relève au bout de 10 minutes de fonctionnement la tension efficace de sortie : c'est la puissance nominale efficace de sortie.

Certaines notices techniques préfèrent donner, à juste titre, le nombre de watts maximum que peut débiter l'amplificateur, à 1 000 Hz, pour un taux de distorsion donné. Par exemple, on doit lire alors : puissance maximale sur 8 ohms, à 1 000 Hz pour 0,05 % de distorsion = 40 watts.

Maintenant que l'on est sûr de la puissance, quel lien présente-t-elle avec un bon niveau

sonore dans notre salle d'écoute ? Tout dépend du rendement des enceintes acoustiques qui seront branchées à la sortie de l'amplificateur. Ce rendement est le rapport entre la puissance absorbée par la bobine mobile du haut-parleur (entrée électrique) et la puissance délivrée par sa membrane (sortie acoustique). Il est exprimé en décibels (dB). Selon les dernières « normes », on doit savoir combien il faut appliquer de watts électriques sur la bobine mobile pour avoir, à un mètre de distance de l'enceinte, un niveau acoustique de 94 dB. Et cela à condition, bien sûr, que l'impédance de sortie de l'amplificateur soit bien adaptée à l'impédance de l'enceinte acoustique. Soit 4 ohms sur 4 ohms, soit le plus souvent maintenant 8 ohms sur 8 ohms. Toutefois, il faut préciser que la plupart des récents amplificateurs (par suite du renforcement de leur sécurité) donnent à 20 ou 30 % près, la même puissance de sortie en 4 ohms et en 8 ohms. D'autre part, il faut bien dire que la courbe d'impédance de la plupart des « bonnes » enceintes acoustiques varie entre 4 et 8 ohms (parfois plus !) selon les fréquences.

Mais revenons au « niveau acoustique » des enceintes. Les nouvelles normes indiquent 94 dB comme référence, alors que jusqu'à présent le niveau 90 dB était adopté par la plupart des constructeurs (94 dB par rapport à 90 dB correspond environ à une différence 2 fois et demie plus importante). L'objectif reste le même : avec un minimum de watts à la sortie de l'ampli, produire un maximum de décibels à l'écoute de l'enceinte, donc obtenir le meilleur rendement.

Comment cela se traduit-il en pratique ? Etant donné que l'on ne trouve pas, aujourd'hui, dans le commerce, de bons amplificateurs stéréo ayant une puissance nominale efficace inférieure à 2 × 15 watts, nous allons nous en servir comme base de départ « puissance ». Comme d'autre part, une enceinte acoustique qui sort 90 dB, à un mètre, à partir d'un demi-watt, a un excellent rendement, elle pourra évidemment fort bien s'adapter sur un ampli de 15 W.

Ce dernier ayant même une petite réserve de puissance, toujours indispensable en Haute-Fidélité, comme nous le préciserons plus loin. Un rendement de 1 watt (toujours pour 90 dB et à un mètre) reste bon pour une enceinte, mais il vaudra mieux brancher cette dernière sur un amplificateur de 25 watts. 20 watts pourraient suffire mais nous n'aurions plus notre petite réserve... à partir de 2 watts le rendement est faible et il faut utiliser un amplificateur 40 W. Or, beaucoup de petites, ou moyennes (en taille), enceintes acoustiques Hi Fi, ont des rendements de cet ordre : 2 W/90 dB ; et il en existe bien d'autres ayant un très faible rendement et qui doivent alors recevoir jusqu'à 4 watts pour diffuser 90 dB. Dans ce dernier cas, il faut utiliser un amplificateur d'environ 100 watts.

Voilà pour le rendement ; mais il faut également penser à la dynamique. Si l'on n'écoute que de la musique douce, on peut limiter la puissance de son amplificateur. La dynamique étant faible, l'ampli, même poussé aux 3/4 de sa puissance, ne saturera pas et ne fatiguera pas. Mais si vous écoutez (même de temps en temps) de la musique « pop », voire même certaines œuvres classiques à forte dynamique, il faut que l'amplificateur puisse encaisser sans souffrir et surtout sans perdre bien sûr, ses caractéristiques.

Troisième critère, après le rendement et la dynamique, la reproduction correcte des fréquences graves : pour « rendre » une fréquence de, par exemple, 32 Hz, il faut environ trente fois plus de watts que pour une fréquence de 1 000 Hz. Si le 32 Hz n'est pas courant sur un disque, le 50 Hz, lui, passe très bien. Et un amplificateur ne sera jamais trop puissant pour bien « le » reproduire.

Mais il existe également des cas où l'on rajoute des basses à l'aide du bouton de correction du pré-amplificateur. Par exemple : un manque de graves qui est particulier aux enceintes, une mauvaise acoustique de salle (dite trop « claire ») ou simplement parce qu'il manque du grave sur le disque à votre goût. Il n'y a pas si longtemps, bien des mélomanes rajoutaient des aigus sur le canal gauche (les violons) et des graves sur le canal droit (les contrebasses).

Pour l'ampli, un mot clef : la distorsion

En résumé, dans tous les cas où l'on augmente le niveau des fréquences basses, l'amplificateur doit tenir le choc, car il devra fournir beaucoup plus de watts. Un autre point souvent oublié : si l'amplificateur est trop faible, il aura tendance à toujours travailler près de son maximum de puissance. Il risque alors de tronquer les signaux forts et de là, leurs harmoniques : à la longue, cela peut détériorer les tweeters des enceintes acoustiques.

Par contre, le volume de la pièce d'écoute n'a pas une importance majeure dans le bon choix de la puissance d'un amplificateur. Une salle de séjour de 40 m² ayant une bonne acoustique (ni trop claire, ni trop absorbante : c'est à dire sans trop de tapis ni de moquettes, avec un mobilier aéré, et relativement peu de surfaces vitrées, etc.) aura besoin du même nombre de watts (environ 2 × 30 selon les enceintes...) qu'une salle de séjour de 20 m² seulement, mais rendue très absorbante par une surcharge de meubles, de canapés et fauteuils en velour, de lourds rideaux, de moquette ou plancher et de murs matelassés sur lesquels s'appuierait, par exemple, une bibliothèque bourrée de livres.

Ceci étant dit, un ampli de 2 × 15 W suffira amplement dans une chambre de bonne (10 m²). Mais si la salle d'écoute dépasse 60 m², il est préférable de faire appel à un spécialiste... En effet, dans un local de 100 m² on peut penser à des puissances entre 2 × 100 W et 2 × 200 W. Ce qui n'est rien. Il ne faut pas oublier que si l'on s'exprime en watts efficaces, 200 W est seulement le double de 20 W ! Mais c'est ce qu'il

faut pour qu'une oreille ait la sensation du double de la puissance.

Il faut donc une certaine réserve de puissance. En fonction du rendement des enceintes, nous conseillons, dans la plupart des cas, un amplificateur de minimum : 2 × 25 W et de maximum 2 × 50 W. Ce passage du simple au double ne représente en réalité pas « grand bruit » de différence. Bien évidemment, si nous préférons un bon ampli de 50 W à un autre bon ampli de 35 W, il en est tout autrement d'un bon ampli de 25 W par rapport à un 50 W mais de performances moindres. Nous choisirions bien sûr, le 25 W. L'idéal pour nous est d'avoir

CARACTÉRISTIQUES D'UN AMPLIFICATEUR

	Très bon	***Bien***
Puissance nominale *efficace sur 8 Ω à 1 000 Hz ou puissance maximale pour une distorsion de 0,05 à 0,08 %*	*2 × 50 W*	*2 × 25 W*
Distorsion harmonique *à la puissance maximale à :*		
— 40 Hz	*0,07 %*	*0,1 %*
— 1 000 Hz	*0,05 %*	*0,08 %*
— 20 000 Hz	*0,09 %*	*0,1 %*
Distorsion par intermodulation *à la puissance maximale de 50 à 6 000 Hz*	*0,2 %*	*0,6 %*
Bande passante *à la puissance maximale :*		
— avec une variation de + 0,5 dB	*16/40 000 Hz*	*20/20 000 Hz*
— avec une variation de + 1,5 dB	*10/80 000 Hz*	*10/40 000 Hz*
Rapport signal/bruit *(entrée en court circuit) sur PU (10 mV)*		
— pondéré	*78 dB*	*60 dB*
— non pondéré	*83 dB*	*70 dB*
Temps de montée *en signaux rectangulaires à 10 000 Hz*	*3 µs*	*5 µs*
Facteur d'amortissement *pour 8 Ω*	*40*	*20*
Séparation des canaux *(diaphonie) à 1 000 Hz*	*60 dB*	*50 dB*
Sensibilité :		
— PU	*2 mV*	*4 mV*
— AUX	*100 mV*	*300 mV*
Saturation :		
— PU	*300 mV*	*100 mV*
— AUX	*5 V*	*2 V*

un amplificateur de 50 W (2 × 50 en stéréo) sur lequel sera branchée une enceinte acoustique qui doit supporter des crêtes de 80 W (on dit aussi que l'enceinte aura une puissance admissible de 80 watts).

Cinq derniers petits conseils pour en terminer avec la puissance :

1) Ne tenez aucun compte de la puissance musicale.

2) La puissance nominale efficace de sortie (ou RMS ou Sinus) doit être donnée, les deux canaux de l'ampli étant alimentés et modulés.

3) La puissance nominale efficace doit être donnée pour une impédance de sortie bien déterminée de l'ampli. On dit aussi « pour une charge » : la charge, c'est l'impédance de l'enceinte acoustique. De plus en plus : 8 ohms.

4) Avant de choisir définitivement un amplificateur, écoutez-le sur les enceintes acoustiques que vous préférez.

5) Une bonne notice (obligatoire) doit mentionner la puissance exacte de son amplificateur sur toute la gamme de fréquences comprise entre 20 et 20 000 hertz. Un exemple : un ampli peut délivrer 30 W à 1 000 Hz et seulement 20 W à 20 Hz pour la même distorsion.

En parlant de puissance, nous avons cité plusieurs fois la distorsion. Dans les caractéristiques d'un amplificateur, c'est en effet, le mot clef définissant l'essentiel de sa qualité. Une modulation injectée sur l'entrée de n'importe quel circuit électronique, en sortira toujours plus ou moins légèrement distordue. Il existe plusieurs causes de distorsion :

1) La distorsion harmonique : un circuit amplificateur altère toujours le signal qui le traverse en y ajoutant des signaux harmoniques. C'est-à-dire des fréquences multiples de la fréquence du signal original. Ces phénomènes parasites doivent être le plus faible possible. On les traduit en taux de distorsion harmonique exprimée en pourcentage. Dans les notices, on ne l'indique trop souvent que pour la fréquence de 1 000 Hz injectée à l'entrée de l'amplificateur ce qui va donner sa puissance nominale efficace. C'est dans cette plage de fréquence, (autour de 1 000 Hz), que la distorsion doit être, en effet, la plus faible. Mais il est utile d'avoir ce pourcentage pour d'autres fréquences pour lesquelles il est moins bon. Par exemple, à 40 Hz et à 20 000 Hz. Un taux de distorsion harmonique mesuré, l'amplificateur débitant au 1/3 de sa puissance par exemple, n'indiquera pas grand chose de valable. Plus il travaillera à grande puissance, plus le taux de distorsion risquera d'être élevé (une des raisons pour avoir une réserve de puissance...). Sur leurs derniers modèles, la plupart des constructeurs donnent (avec raison) des taux de distorsion harmonique souvent inférieurs à 0,1 %. Certains descendent à 0,03 %. Mais jusqu'à 0,2 % nous pensons que rien de grave ne peut se passer « musicalement » parlant, quand on sait que l'oreille humaine ne peut percevoir cette distorsion en dessous de 1 %.

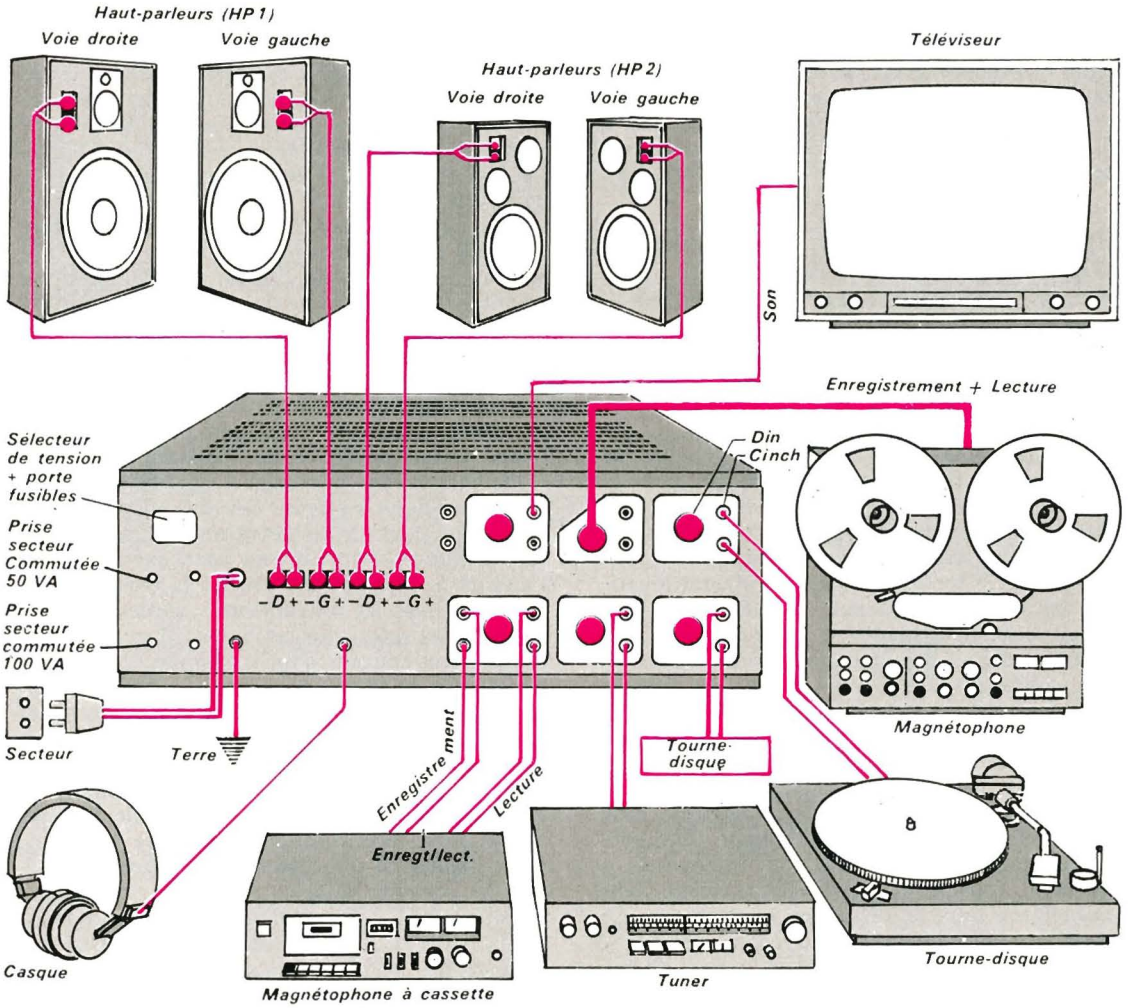
2) La distorsion par intermodulation : disons tout de suite que dans ce cas, l'oreille ne la perçoit qu'au dessous de 3 %. Ce qui n'empêche que selon la qualité de l'amplificateur, une fréquence de 60 Hz qui lui sera appliquée en même temps qu'une fréquence de 5 000 Hz, par exemple, aura tendance à moduler plus ou moins cette dernière. En effet, le 60 Hz est 4 fois plus intense que le 5 000 Hz. Plus l'amplificateur travaillera à forte puissance plus cette « interréaction » (ou intermodulation) sera possible. Pour une même puissance, la distorsion par intermodulation peut aller jusqu'au triple de la distorsion harmonique.

3) La distorsion de phase : à notre connaissance, elle apparaît rarement sur les notices techniques. Et pourtant la réponse en phase permet d'évaluer l'instabilité d'un amplificateur. Liée à la bande passante (détaillée plus loin), elle peut, à certaines fréquences, montrer qu'un ampli a tendance à « accrocher ». C'est-à-dire qu'il va lui-même se transformer en générateur de

Dessin L. Delplanque

bruits parasites. Une sinusoïde, qui rentre dans un amplificateur, doit en ressortir en ayant la même forme et en phase : le signal d'entrée et le signal de sortie doivent passer par un maximum et par un minimum au même instant. C'est ce qui va se passer si l'on injecte une fréquence de 1 000 Hz. Mais avec les fréquences plus élevées, il peut exister un décalage entre l'entrée et la sortie. On parle alors de déphasage qui peut varier de 2° à 10° pour la gamme de fréquences audibles. Et c'est là que l'oreille humaine dépasse l'instrument de mesure : tout signal se décompose en une fondamentale suivie de plusieurs harmoniques. La répartition en phase et en amplitude de ces harmoniques par rapport à la fondamentale donne le « timbre » de l'instrument. Si le déphasage est trop important, on risque de dénaturer le timbre d'un instrument. Seule une bonne oreille peut s'en rendre compte...

Rassurez-vous, ces distorsions, dans leur ensemble, peuvent être corrigées automatiquement à l'aide de la contre-réaction qui est incorporée d'office à tout amplificateur. Chaque déformation du signal de sortie, par rapport au signal d'entrée, sera aussitôt détectée par comparaison. Cette déformation sera alors ré-injectée sur l'entrée mais de façon inverse à l'original. Ce qui automatiquement corrigera le défaut de base par



Toutes les entrées d'un amplificateur. *Les amplificateurs modernes sont dotés de multiples possibilités tant du point de vue des commandes que des raccordements. La principale entrée est évidemment la prise pick-up magnétique. La prise pick-up céramique (pick-up 2) est assez peu utilisée mais elle peut intéresser les collectionneurs d'anciens disques 78 tours qui s'accommodent fort bien des cellules céramiques. L'amateur peut alors s'équiper à peu de frais d'une platine d'électrophone 78 tours dotée d'une cellule céramique. Les autres entrées concernent le tuner, le récepteur TV (pour le son), les magnétophones (avec commutation de monitoring pour appareils possédant des têtes séparées d'enregistrement et de lecture, auquel cas on peut lire le signal que l'on vient d'enregistrer, la position monitoring dissociant le signal appliqué au magnétophone du signal en provenance de la tête de lecture et destiné à être écouté). Quelle que soit l'entrée utilisée, elle fera toujours intervenir des correcteurs de tonalité permettant la restitution de toutes les fréquences du spectre avec le même niveau.*
Très souvent les prises DIN (européennes) sont doublées par des prises CINCH (américaines ou japonaises). La prise casque est généralement placée sur la face avant.

Dessin L. Delplanque

compensation. Si la contre-réaction améliore les taux de distorsions et la linéarité de la courbe de réponse, elle réduit, par contre, la tension d'entrée et par voie de conséquence, la tension de sortie. De plus, une contre-réaction n'a pas le temps d'être suffisamment efficace sur des signaux très brefs. Ce qui veut dire que les transitoires si nombreuses en musique ne peuvent pas toujours être corrigées.

Après la puissance et la distorsion, nous pouvons maintenant parler de la bande passante, le tout étant, bien sûr, intimement lié. Tout d'abord, faisons la différence entre une courbe de réponse et une bande passante, quoi qu'il s'agisse de la même chose mais vue dans des dimensions différentes :

- La courbe de réponse traduit, à l'aide d'une « ligne » (réalisée grâce à des mesures successives), la quantité de fréquences que peut passer un amplificateur. Par exemple de 20 Hz à 20 000 Hz. Mais tout ampli favorise ou défavorise certaines fréquences par rapport à d'autres.

Dans nos numéros de juillet et août, Alain Belz traitera :
1° La « physique » des enceintes sonores.
2° La « psychoacoustique » des enceintes sonores.

Toutes les mesures, selon les fréquences, ne seront pas identiques et ces différences vont se traduire par des creux ou des bosses sur la « ligne ». La hauteur de la bosse ou la profondeur du creux sont traduites en décibels positifs ou négatifs. Si toutes les mesures étaient identiques (si chaque fréquence injectée à l'entrée, donnait le même niveau à la sortie de l'ampli) la « ligne » resterait droite, donc parfaite. On la dit alors « linéaire ». De là, une courbe de réponse ayant des variations de plus ou moins 2 dB, de 20 Hz à 20 000 Hz est moins bonne qu'une courbe de réponse de 20/20 000 Hz ± 1 dB.

- La bande passante représente la relation entre la courbe de réponse, la puissance de sortie, et le taux de distorsion d'un amplificateur. Elle correspond donc à la gamme de fréquences à laquelle il fournit sa puissance de sortie sans dépasser son taux de distorsion harmonique. Ce qui permet un premier contrôle rapide des qualités d'un ampli. Par exemple, pour un taux de distorsion de 1 %, il peut passer 18/25 000 Hz ± 1 dB, pour une puissance de sortie de 20 watts efficaces. Un bon ampli Hi Fi doit être capable de sortir sa puissance nominale efficace (les deux canaux en fonction) avec un peu moins de 0,1 % de distorsion harmonique, pour une courbe de réponse de 20/20 000 Hz ± 0,5 dB ou avec des variations de ± 1,5 dB la gamme de fréquences passe alors de 10 à 40 000 Hz. On peut trouver, bien sûr, d'excellents amplificateurs dont la puissance nominale est calculée à partir de 0,05 % de distorsion et pour une courbe de réponse de 16 Hz à 40 000 Hz ± 0,5 dB et dans ± 1,5 dB : de 10 Hz à 80 000 Hz et plus...

Evidemment, plus on pousse un amplificateur au maximum de sa puissance, plus la bande passante se détériore. Mais avec elle, tout n'est pas encore dit. Reste encore :

- Le rapport signal sur bruit est le rapport entre la modulation désirée et le bruit de fond. C'est-à-dire les bruits parasites comme le souffle ou le ronronnement. Les mesures doivent se faire normalement, l'amplificateur ayant son bouton de volume poussé à fond et l'entrée étant court-circuitée. Comme tout « rapport », il s'exprime, soit en décibels pondérés, c'est-à-dire en tenant compte des caractéristiques physiologiques de l'oreille, soit en décibels non pondérés, auquel cas, la mesure est directe et n'en tient pas compte. Plus le chiffre est élevé, meilleur est le rapport. Sur une bonne notice technique, le rapport signal/bruit se donne à partir de l'entrée tourne-disque (ou PU) pour un niveau de 10 mV. Un bon amplificateur aura un rapport de l'ordre de 60 dB non pondéré et de 70 dB pondéré (environ). Un ampli excellent : 78 dB non pondéré et 83 dB pondéré. En pratique et en poussant le bouton de volume de l'ampli sur une position normale d'écoute, on ne doit entendre ni souffle, ni bruit de fond, en se plaçant à 3 m des haut-parleurs.
- Le temps de montée représente le temps que met un amplificateur de puissance pour atteindre la valeur maximale d'un très bref signal. Ce temps définit l'aptitude de l'appareil à restituer facilement et sans « trainage », les brèves et brutales variations sonores. On dit aussi réponse transitoire pour la bonne raison qu'en musique les transitoires représentent, par exemple, une « attaque » d'instrument comme la trompette ou les archets sur les instruments à cordes, les percussions, les sons ayant un impact. Les musiciens se plaignent souvent d'un « manque d'attaque ». La mesure du temps de montée se fait en injectant sur l'entrée des signaux dits « rectangulaires » et de fréquences hautes. Il s'exprime en micro-seconde généralement pour 10 000 Hz. Nous le considérons comme excellent entre 3 et 5 µs. Par définition, plus la courbe de réponse monte haut, plus le temps de montée est court.
- Le facteur d'amortissement est une caractéristique souvent délaissée. Il s'agit du rapport entre la charge d'impédance qui sera branchée sur la sortie de l'amplificateur (c'est-à-dire l'impédance de l'enceinte acoustique) et la résistance interne de la sortie de ce même amplificateur. Un haut-parleur, et à plus forte raison une enceinte, ne peut avoir une impédance constante selon les fréquences, nous l'avons déjà dit plus haut.

En fonction de ces variations d'impédance de l'enceinte (parfois entre 4 et 16 ohms pour une enceinte que le constructeur vend pour 8 ohms mais à 1 000 Hz), la tension de sortie de l'ampli doit rester constante. Le facteur d'amortissement dénote donc l'aptitude d'un amplificateur à amortir au mieux les variations d'impédance de

l'enceinte acoustique. Le facteur d'amortissement s'exprime par un chiffre qui peut varier de 10 à 100. Pour une impédance de sortie de 8 ohms, le chiffre de 40 est excellent.

On peut toutefois descendre à 10, à condition d'être bien adapté et d'utiliser des sections de câbles de liaisons haut-parleurs de bonne section (section qui se calcule en fonction de la puissance désirée, de la longueur et de l'impédance de la ligne).

● La diaphonie d'un amplificateur stéréo est de nos jours négligeables. Sur les notices techniques, elle équivaut à la séparation des canaux et s'exprime en dB : 65 dB est un bon chiffre, courant en stéréophonie ; mais 50 dB reste encore très suffisant. Plus de 100 dB représente un chiffre excellent, rarement atteint...

● La sensibilité définit la tension (mV) par rapport à une résistance de charge (ohms) qu'il faut appliquer à l'entrée d'un amplificateur pour obtenir à sa sortie le niveau maximal pour lequel il a été prévu. Pour chaque type d'entrée, cette tension est toujours indiquée sur les notices d'emploi. Par exemple : 5 mV pour une entrée PU (47 kΩ) ; 2 mV pour une entrée micro (200 Ω) ; 300 mV (100 kΩ) pour une entrée auxiliaire. Il faut bien tenir compte de cette sensibilité car il n'est pas conseillé de choisir, par exemple, une cellule phonocaptrice qui sort 2 mV et de la relier à une entrée PU prévue pour 5 mV. Pour compenser ce manque de sensibilité il faudra pousser l'ampli à fond... Ce qu'il ne faut jamais faire. A l'inverse, en branchant une cellule phonocaptrice qui sort 10 mV sur une entrée PU prévue pour 3 mV, on risque la saturation.

● La saturation, qui va se produire sur l'étage d'entrée, va provoquer une distorsion qui sera alors amplifiée et retransmise sur les haut-parleurs. Il faut donc qu'une entrée puisse encaisser un niveau plus élevé que celui pour lequel il est prévu, afin d'éviter la saturation. Une entrée PU doit pouvoir recevoir un niveau de ± 100 mV sans saturer. Le minimum conseillé est de 40 mV, surtout si la cellule phonocaptrice adaptée sort un niveau de 6, ou 10, ou 13 mV. Nous conseillons donc 100 mV et plus. On peut trouver 300 mV et c'est alors excellent. Pour une entrée auxiliaire la saturation doit être de 2 volts minimum. 5 V est très bien, mais on peut trouver des amplificateurs qui peuvent encaisser plus de 10 volts sans saturer.

● La qualité musicale, bien que la plus importante, ne se mesure pas et n'a pas de caractéristiques... Et pourtant, il existe, d'une marque d'ampli à l'autre, des « couleurs » musicales difficiles à préciser mais qui existent bel et bien. Nous ne rentrerons pas dans la polémique qui oppose les mélomanes préférant le « son » des amplificateurs de puissance à lampes, à ceux préférant la « couleur transistor ». D'autant plus qu'à ce niveau de qualité une chaîne Hi Fi complète dépassera facilement les 10 000 F.

Cela ne rentre plus dans le cadre de notre sujet. Notre propos, et nous l'avons prouvé (Science et Vie du mois de juillet et août) est de parler avant toute chose de matériel ayant un bon rapport qualité-prix et une bonne fiabilité. Mais nous ne désespérons pas, grâce à la vulgarisation actuelle de la haute-fidélité de pouvoir conseiller bientôt une chaîne constituée de 3 amplificateurs séparés par des filtres actifs. C'est-à-dire un ampli mono de 50 watts pour les graves et un ampli stéréo de 2 × 20 W pour les médium + aigus.

Mais de toute manière et dans tous les cas, la qualité musicale d'un amplificateur doit être liée intimement à la qualité des enceintes acoustiques. Nous le répétons, à tous points de vue, l'ampli dépend du choix des enceintes.

Alain BELZ ■

NOTRE SÉLECTION D'AMPLIFICATEURS AYANT UN BON RAPPORT QUALITÉ/PRIX

	Prix FFr.	Watts	Avantages	Inconvénients
AKAI AM 2 400	1 450	2 × 40	Excellent rapport qualité/prix	RAS
AKAI AM 2 800	2 500	2 × 80	Puissant — 3 corrections crantées	Corrections communes droite+gauche
HARMAN KARDON A 402	3 000	2 × 50	Grandes performances — vu mètre par diode — plus que complet	Le prix mais négligeable en fonction de sa clarté musicale
KENWOOD KA 3 300	1 500	2 × 40	Excellent rapport qualité/prix	RAS pour le prix
KENWOOD KA 7 300	2 900	2 × 80	Puissant — complet — excellent	A ne pas mettre dans toutes les mains
LUXMAN L 30	1 800	2 × 35	Corrections séparées — complet	RAS
MARANTZ 1 040	1 500	2 × 33	Qualité et musicalité Marantz	RAS
NIKKO TRM 650	1 500	2 × 35	Présentation simple	Filtre qui manque
PIONEER SA 606	1 900	2 × 40	Nombreuses possibilités — simplicité	RAS
PIONEER SA 706	2 400	2 × 60	Puissant — Nombreuses possibilités	RAS
SANSUI AU 317	2 700	2 × 50	3 corrections	RAS
SCOTT 416	1 500	2 × 35	Clavier d'entrées — correcteurs à glissière	La mode est aux boutons ronds!
SHARP SM 1515 H	2 100	2 × 40	Vu mètre de contrôle	RAS
SONY TA 3 650	2 200	2 × 60	Puissant — temps de montée excellent	Grandes dimensions
TECHNICS SU 7 300	1 600	2 × 45	Vu mètre de contrôle — compétitif	RAS
TELETON GA 203	1 039	2 × 23	Excellent rapport qualité/prix	Prises DIN
TOSHIBA SB 420	2 000	2 × 50	Extrême grave excellent — complet — fréquences charnières sur les correcteurs	Grandes dimensions — temps de montée un peu long

BULLETIN D'ABONNEMENT

à retourner à :

L'ACTION AUTOMOBILE ET TOURISTIQUE — **5, rue de la Baume 75008 PARIS**

Je désire souscrire un ABONNEMENT D'ESSAI DE 6 MOIS 18 F SEULEMENT.

NOM .....

ADRESSE .....

CODE POSTAL .....

VILLE .....

Je joins 18 F par :

☐ C.C.P. 3 volets (sans indiquer de N° de compte)

☐ C. Bancaire ☐ Mandat poste

à l'ordre de l'ACTION AUTOMOBILE

TARIF SPÉCIAL D'ESSAI

6 MOIS

18 F

SEULEMENT

LE PLUS FORT TIRAGE DE LA PRESSE AUTOMOBILE ET TOURISTIQUE

l'ACTION automobile & touristique

L'AUTOMOBILE :

- **Les essais** des nouveaux modèles de voitures, les matches comparatifs, les tests d'accessoires, réalisés par des journalistes essayeurs de renom, font autorité dans les milieux les plus avertis.
- **La compétition automobile,** comme si vous y participiez, avec l'équipe des anciens journalistes de la revue « Moteurs Courses » animés par Alain Bertaux, vainqueur des 24 h du Mans.
- **Les rubriques de conseil et de défense de l'automobiliste** occupent une place capitale dans l'Action Automobile :

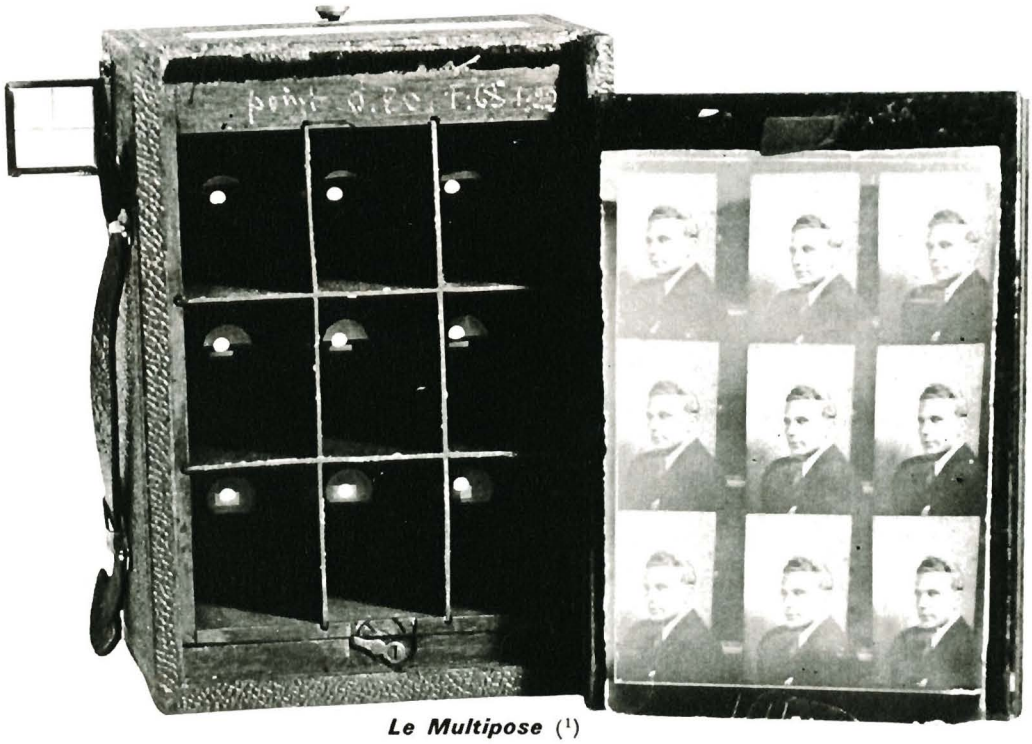
Nous avons été les premiers à faire campagne contre les retraits abusifs de permis de conduire, à proposer de nouveaux contrats de vente de voitures neuves, à réclamer la modulation de vitesse sur les routes, etc.

Les conseils juridiques et techniques de l'Action Automobile permettent au lecteur d'être un automobiliste parfaitement averti.

LE VOYAGE ET LES LOISIRS :

Parce que l'automobile est symbole d'évasion et de loisir,

- **Le voyage** est présenté sous la forme de conseils et d'itinéraires pratiques pour vos vacances en France et à l'étranger. Les grands reportages touristiques vous permettent de vous évader vers les merveilles des pays lointains.
- **Tous les matériels de loisir :** caravanes, bateaux, autoradios, appareils photos, etc., sont essayés et comparés dans une stricte impartialité.



Le Multipose (1)

CES MERVEILLEUSES BOITES A IMAGES

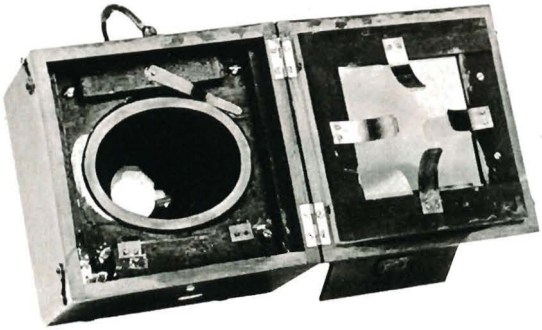
Personne — ou presque — ne se fait une idée de la précision mécanique à laquelle prétendaient les appareils photos il y a plus d'un siècle. La collection Bomet, unique en son genre, nous la fait découvrir.

▶ Boutique ou musée ? Les deux à la fois, sans doute, pour les initiés qui se pressent aux « Fontaines de Niepce et de Daguerre » où Guy Bomet a réuni, au pied de la Butte Montmartre, rue André del Sarte, l'une des plus extraordinaires collections d'appareils photo qui soit. Derrière des vitrines, qui sont autant de chapitres de l'Histoire de la photo, le visiteur ou l'acheteur peut admirer de nombreuses pièces uniques dont beaucoup ont été acquises, au début du siècle, par le père du même maître des lieux : le docteur Raymond Bomet.

Parmi elles des appareils pour lesquels Guy Bomet se refuse à donner une cotation. Comme la « caméra obscura », chambre du XVIIIe siècle sur le dépoli de laquelle on dessinait l'image qui s'y projetait. Ou le prisme ménisque du docteur Arthur Chevalier (1823) dont il n'existe que trois exemplaires — l'un d'eux étant au musée des Arts et Métiers à Paris où il est estimé à 100 000 F. Et bien d'autres encore : l'objectif d'A. Ross (Londres 1840), un ensemble comprenant deux appareils de la marque « Photographe » avec deux trousses de verres combinés (également de 1840) de Charles Chevalier, fils d'Arthur Chevalier et opticien chez qui se rencontrèrent Niepce et Daguerre en 1832.

A côté de ces glorieux ancêtres de la période héroïque, les vitrines de Guy Bomet contiennent bien d'autres trésors. Notamment divers appareils dont la réalisation à la fin du siècle

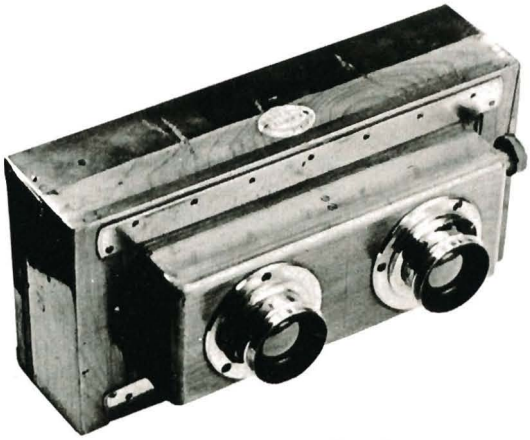
(1) Le Multipose d'Enjalbert (1898), est équipé de 9 objectifs qui procurent 9 photos format timbre poste. C'est l'un des précurseurs de l'appareil à photos d'identité du type Photomaton ou Polaroïd à 4 objectifs.



***Le Dubroni**, imaginé par l'ingénieur Bourdin en 1864, est le premier appareil à développement instantané, ancêtre du Polaroïd. A l'intérieur, une chambre noire en verre recevait les produits de traitement des plaques au collodion humide. Les différentes solutions chimiques y étaient introduites puis retirées au moyen d'une poire en caoutchouc. Les plaques pouvaient ainsi être sensibilisées et développées dans l'appareil. Le Dubroni est moins rare que le stéréoscope de Jonte (il en existe un, par exemple, au musée de la Photo de Bièvres).*

dernier, a marqué un grand progrès de la photographie.

Toute l'histoire de ces fabuleux appareils photographiques montre que les caractéristiques des appareils modernes étaient déjà dans l'esprit des précurseurs du siècle dernier. En 1858, Thomas Skaife à Londres proposait le Pistolgraph, premier miniformat donnant sur plaque des images de 26 mm de diamètre ; en 1862, Johnson and Harrison à Londres, fabriquaient le Pentascopic, première chambre panoramique avec mouvement d'horlogerie assurant une rotation de l'appareil sur son axe pour enregistrer 360° de champ (l'angle de l'objectif était de 110°) ; vers 1888, Ottomar Anschütz à Berlin proposait une chambre de reportage de presse pour format 9 × 12 cm, ancêtre de la Linhofpress ; la chambre de studio à soufflet avec décentrement (genre Linhof ou Sinar) fut proposée dès 1895 par le constructeur H. Mattschek à Vienne ; enfin, Sigriste à Paris, dès 1898, équipait ses jumelles-photo d'obturateurs centraux donnant le 1/1 000 s et, un an plus tard, il réalisait un obturateur à rideaux à haut rendement assurant 120 vitesses étalonnées de 1/40 à 1/5 000 s. Ce sont même là des performances qu'aucun appareil actuel ne permet.

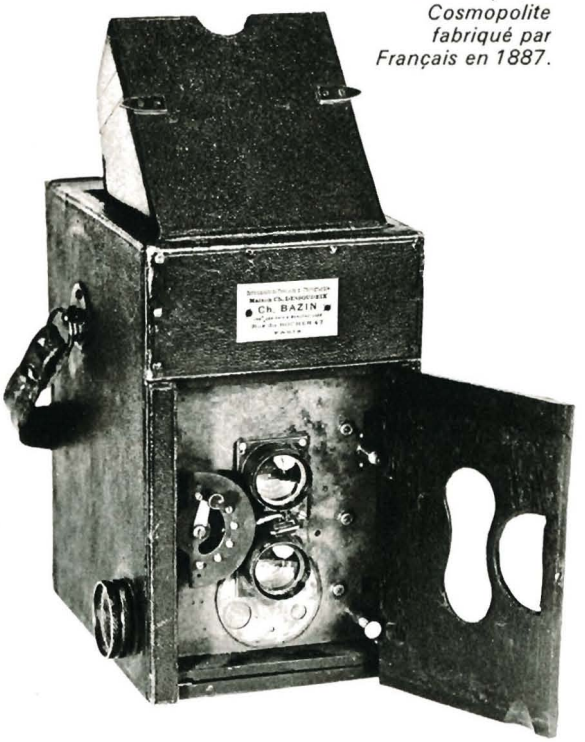


***L'appareil stéréoscopique de Jonte**, exemplaire unique datant de 1860, est le premier modèle stéréoscopique compact. Très plat, il mesure 9 × 18 cm. C'est, selon l'expression de l'époque, un appareil automatique, c'est-à-dire sans aucun réglage, en particulier parce que l'objectif est à foyer fixe.*

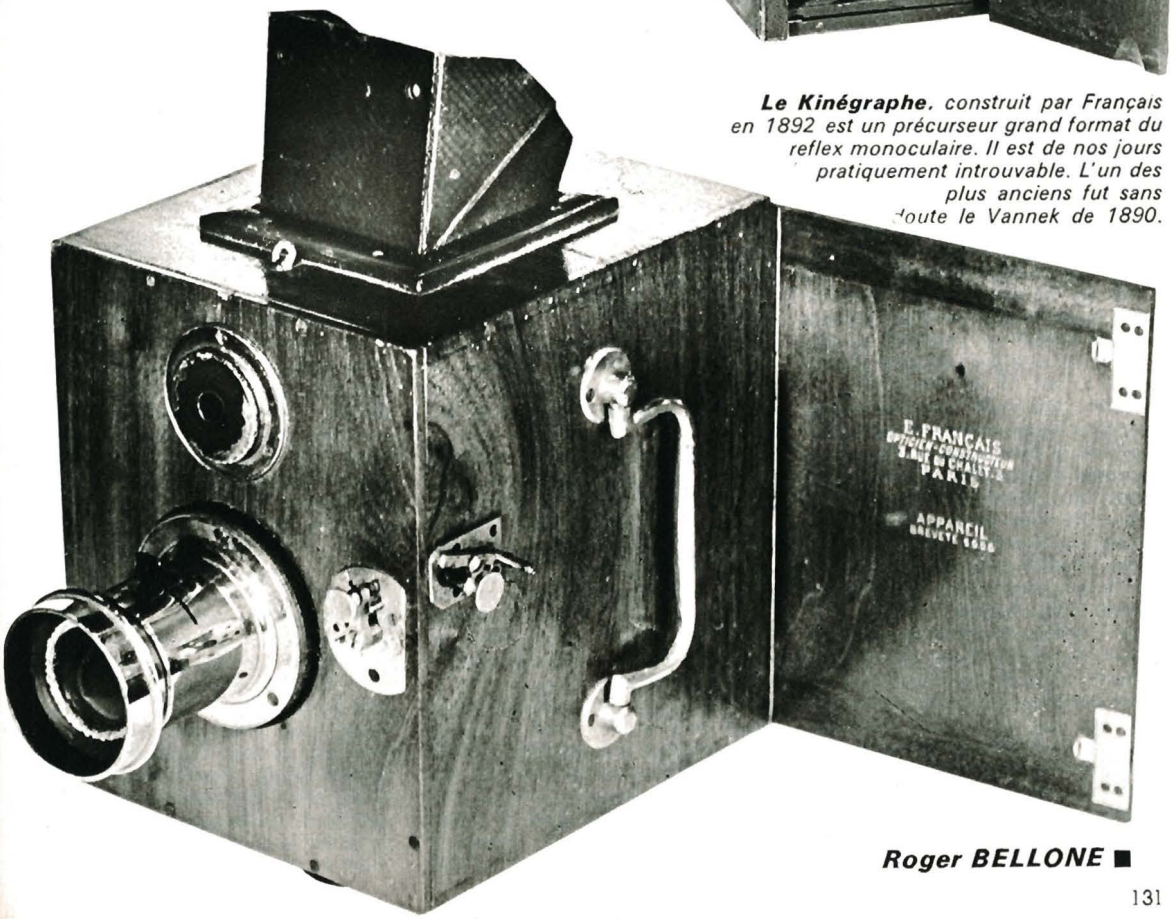
Ph. Jean-Pierre Dujols

Ci-dessus : un ***objectif conique de Ross*** *de 1840.*
Ci-dessous : le ***« Daguerréotype »*** *de 1840 également.*

L'appareil à vision simultanée. *produit en 1895 par A. Honde, est l'un des premiers reflex binoculaires du type Rolleiflex (1929). Cet appareil, aujourd'hui introuvable sur le marché des collectionneurs, fut précédé par d'autres utilisant le même principe. Par exemple, le Cosmopolite fabriqué par Français en 1887.*



Le Kinégraphe. *construit par Français en 1892 est un précurseur grand format du reflex monoculaire. Il est de nos jours pratiquement introuvable. L'un des plus anciens fut sans doute le Vannek de 1890.*



Roger BELLONE ■

DES FERS DE CHASSE POUR TIRER LE CANARD

Deux à trois millions d'oiseaux aquatiques meurent chaque année aux Etats-Unis, victimes des plombs de chasse... qu'ils avalent au fond des mares. Mais remplacer le plomb par de la grenaille de fer pose aux armuriers et fabricants de munitions de délicats problèmes de balistique.

C'est d'Amérique que vient la première et difficile innovation écologique en matière de chasse : l'interdiction d'utiliser le plomb pour tirer le gibier d'eau. La plupart des plombs, n'atteignant pas leur but, tombent dans l'eau et restent sur le fond. Les canards et les oies sauvages, qui passent leur temps à piocher la vase pour trouver leur pitance, avalent les plombs en même temps que les graviers de taille comparable et l'ensemble passe dans le gésier de l'animal.

Les plombs de chasse étant moins durs que les graviers se trouvent émiettés et écrasés comme les autres aliments et passent dans le système digestif où ils sont soumis aux acides organiques. Les sels qui en résultent, et le plomb lui-même, constituent des poisons mortels pour les canards, les oies cendrées et autres oiseaux aquatiques.

Aux Etats-Unis, où les organismes gouvernementaux chargés de la protection de la nature ont les moyens financiers de faire des recherches poussées, les études faites sur la mortalité du gibier par ingestion de plomb ont montré que deux à trois millions d'oiseaux aquatiques étaient tués ainsi chaque année.

Les régions les plus dangereuses pour le gibier sont celles où il vient par immenses bandes s'alimenter dans des mares peu profondes sur lesquelles les chasseurs ont coutume de tirer depuis des années. Pour peu que le fond soit assez ferme, c'est un véritable tapis de plomb mêlé de vase que viennent alors picorer les oiseaux.

Le problème est connu depuis un certain temps, et les fabricants américains de munitions, en particulier Winchester, avaient déjà fourni quelques solutions. Dès 1940, on avait essayé une grenaille de plomb capable de se désintégrer dans l'eau. Plus tard, les ingénieurs métallurgistes proposèrent de recouvrir la grenaille pour isoler le plomb.

Divers revêtements, métalliques ou plastiques, furent essayés à tour de rôle, mais sans grand succès. Les placages à base d'étain, de cuivre ou de magnésium ne résistaient pas à l'action abrasive du gésier. Certaines résines époxy auraient pu convenir comme revêtement, mais elles présentaient l'inconvénient de favoriser la diffusion du plomb dans l'organisme.

Deux voies s'ouvraient alors : trouver des alliages à base de plomb qui ne soient pas toxiques, ou faire la grenaille avec un autre métal.

Commençons par la première voie, celle des alliages, qui a surtout été étudiée par un service officiel canadien analogue à notre ministère de l'environnement. Deux formules ont été essayées avec des résultats intéressants ; tout d'abord un alliage de plomb et de sélénium, un métalloïde surtout connu pour ses propriétés photo-électriques.

Il suffit d'un pourcentage minuscule de sélénium dans le plomb pour réduire énormément la toxicité de la grenaille. Qui plus est, ce faible pourcentage fait que l'alliage a pratiquement la même densité que le plomb, d'où une efficacité balistique tout à fait comparable à celle des plombs de chasse habituels.

Le second alliage est à base de fer ; le plomb étant gazeux quand le fer est liquide (vers 1 600°), il ne s'agit pas d'un alliage au sens habituel du terme, qui désigne un mélange de deux liquides. Pour mêler fer et plomb, deux méthodes sont utilisées ; la première est le frittage, procédé qui consiste à agglomérer des poudres par pression et chauffage dans un moule. Le second procédé consiste à immerger des grains de fer poreux dans du plomb fondu. Ces alliages ont l'intérêt d'avoir une toxicité très faible comparée à celle du plomb pur. C'est ainsi qu'à la proportion 63 % de fer et 37 % de plomb, il n'y a plus d'empoisonnement des canards.

A mesure qu'on réduit la proportion de fer, on retrouve peu à peu les inconvénients du plomb, mais tout de même très réduits : à 35 % de fer et 65 % de plomb, la nocivité est encore cinq fois moindre que celle du plomb de chasse ordinaire. Il semble que le fer se comporte comme un contre-poison par rapport au plomb. Dans le cadre des essais menés jusqu'ici, il a été estimé que le meilleur compromis est moitié plomb, moitié fer : la toxicité est faible, l'efficacité balistique reste bonne et la grenaille ainsi constituée reste assez molle pour ne pas endommager les canons des fusils.

L'idéal serait évidemment de trouver un métal autre que le plomb, sans danger pour les animaux, bon marché et suffisamment dense pour présenter une bonne efficacité balistique.

Si le plomb, avec une densité de 11,35 constitue un bon choix, on peut trouver beaucoup mieux dans la nature, par exemple avec ces métaux très massifs dont la densité s'étage de 22,5 à 20,5 : osmium, iridium, platine et rhénium. On aurait là une grenaille d'une efficacité balistique formidable dont le seul inconvénient reste le prix : le platine est le moins cher des quatre métaux cités.

Une densité de 15 à 20 fournirait une grenaille encore largement supérieure au plomb ; mais là encore on ne trouve que des métaux chers, ou peu courants : l'or, le tungstène, l'uranium et le tantale. En descendant d'un cran, soit une densité de 10 à 15, on trouve bien le plomb, en concurrence avec des métaux précieux comme le palladium, l'argent, le rhodium, ou très rares comme le thalium, ou de métallurgie très

coûteuse comme le molybdène. Il ne reste plus qu'à se rabattre sur des métaux moins denses que le plomb, mais en sachant que l'efficacité balistique va descendre en même temps, à moins d'abandonner la forme sphérique des grains ou d'augmenter le diamètre.

Les métaux de grande diffusion ne sont pas très nombreux : fer, aluminium, cuivre, nickel, étain. L'aluminium est vraiment trop léger (2,7), le cuivre est correct (8,9) mais plus toxique encore que le plomb. Le nickel (8,9) irait bien, mais il est déjà relativement cher ; l'étain est à la foi cher et léger (6,4). Ne reste plus que le fer, pas très lourd (7,86) mais pas cher.

De ce fait, les seules cartouches de chasse sans plomb qu'on puisse trouver sur le marché sont chargées avec de la grenaille de fer, ou plus exactement d'acier. Ce sont les seules qui soient maintenant autorisées dans 9 Etats de l'Est américain, depuis la Floride jusqu'au Maine. Trois firmes distribuent de telles cartouches en calibre 12 exclusivement : Federal, Remington et Winchester.

Trois tailles de grains seulement sont disponibles : 1,2 et 4, soit des billes d'acier de 4 mm, 3,75 mm et 3,25 mm respectivement. Federal et Remington mettent 32 g de grenaille dans les douilles de 70 mm, tandis que Winchester en met 36 g en utilisant un sertissage en étoile habituel.

Les cartouches chargées à 32 g ont une vitesse initiale de 410 m/s, celles chargées à 36 g une vitesse de 385 m/s. La munition standard à plombs envoie les 36 g à 405 m/s. La différence de puissance est donc sensible et elle s'explique par la différence de densité. L'acier étant plus léger que le plomb, il faut que les grains aient au moins une certaine taille pour que la densité transversale soit correcte.

Pour avoir les mêmes caractéristiques balistiques, le grain d'acier doit avoir un diamètre 44 % plus grand que celui du grain de plomb ; le rapport des diamètres, 1,44, n'est autre que le rapport des densités. On en conclut que le grain d'acier équivalent du grain de plomb a sensiblement un volume triple, le poids et l'énergie étant à peu près doubles. En pratique, cela veut dire que pour garder la même efficacité que la grenaille de plomb n° 6 (grain de 2,75 mm de diamètre) il faut de la grenaille d'acier n° 1 (grain de 4 mm).

Le seul ennui, c'est qu'il tient beaucoup moins de billes de 4 mm dans un volume donné que de billes de 2,75 mm. Il en résulte que pour obtenir la même efficacité totale, la cartouche chargée d'acier devrait renfermer un volume triple de grenaille, pesant deux fois plus, par rapport à la cartouche à plombs. Les douilles actuelles, même les plus longues (76 mm) ne peuvent convenir et les fusils actuels ne le supporteraient pas ; ajoutons que le chasseur supporterait encore moins le tir d'une munition aussi puissante.

Cela étant, les cartouches actuelles du marché chargées en billes d'acier ont une efficacité pratique qui n'est pas si mauvaise que cela. Les essais menés ont montré que, jusqu'à 30 m, il n'y avait guère de différences sensibles dans le rendement des deux types de charges, acier et plomb. A 40 m, l'acier perd 7 % par rapport au plomb ; à 50 m, il perd 23 % et l'écart s'accroît encore à 60 m, le plomb gardant une efficacité de 64 % quand l'acier n'est plus qu'à 30 %, soit une perte de 34 %.

En fait, il ne faut pas trop se laisser impressionner par ces chiffres, car il est rare que le gibier soit tiré à plus de 40 m. Aux grandes distances certes, la grenaille d'acier est inférieure à celle de plomb, certains considérant qu'une cartouche de calibre 12 chargée à 32 g d'acier est équivalente à une cartouche de calibre 20 chargée à 28 g de plomb. Quand on sait que le calibre 20 est tout à fait efficace entre les mains d'un bon tireur, on peut en conclure que les chasseurs ne perdront pas grand chose à passer du plomb à l'acier : il leur faudra seulement viser mieux, surtout avec les canards qui sont assez solides.

Remplacer les grains de plomb par des grains d'acier, ne modifiera donc pas énormément les tableaux de chasse. Par contre, l'utilisation de l'acier dans des fusils conçus pour tirer du plomb pose d'emblée de difficiles problèmes, du fait que les canons ne sont pas totalement cylindriques d'un bout à l'autre.

Pour assurer une meilleure concentration de la gerbe de plomb, ils sont pratiquement tous rétrécis vers la sortie. Le tube standard des fusils actuels est donc intérieurement cylindrique sur les neuf dixièmes de sa longueur et son diamètre là est constant. Puis ce diamètre se rétrécit le long d'un cône, la dernière portion étant de nouveau pratiquement cylindrique, mais plus étroite de 1 % à 7 % que le reste du tube. C'est le choke qui a pour effet de donner une gerbe plus serrée et une portée un peu supérieure. La grappe de grains arrive sur ce cône avec une vitesse à peine inférieure à la vitesse de sortie, soit de l'ordre de 350 à 400 m/s. Elle vient frapper ce rétreint avec une énergie considérable, mais avec le plomb très malléable le choses se passent bien et la grappe est simplement concentrée. Avec l'acier, tout à fait dur, le tir peut entraîner la rupture du canon.

Le problème du choke ne peut pratiquement être résolu que par l'emploi de canons totalement cylindrique ; comme sur les fusils à un seul canon, plus répandus aux Etats-Unis qu'en France. Il faudra donc avoir recours à des artifices du genre concentrateur pour conserver les mêmes groupements qu'avec des canons chokés. Quant au problème de la densité du chargement, lié au fait que le fer est plus léger que le plomb, il ne peut être résolu qu'en changeant la forme des grains.

La grenaille quitterait alors la forme ronde du boulet, vieille comme les armes à feu, pour la forme allongée du missile, tout de même plus moderne.

Renaud de la TAILLE ■

Ces cartouches marqées « steel shot », grenaille d'acier, sont maintenant les seules autorisées aux USA pour la chasse au gibier d'eau.

Quand Canon filme aussi les sons...

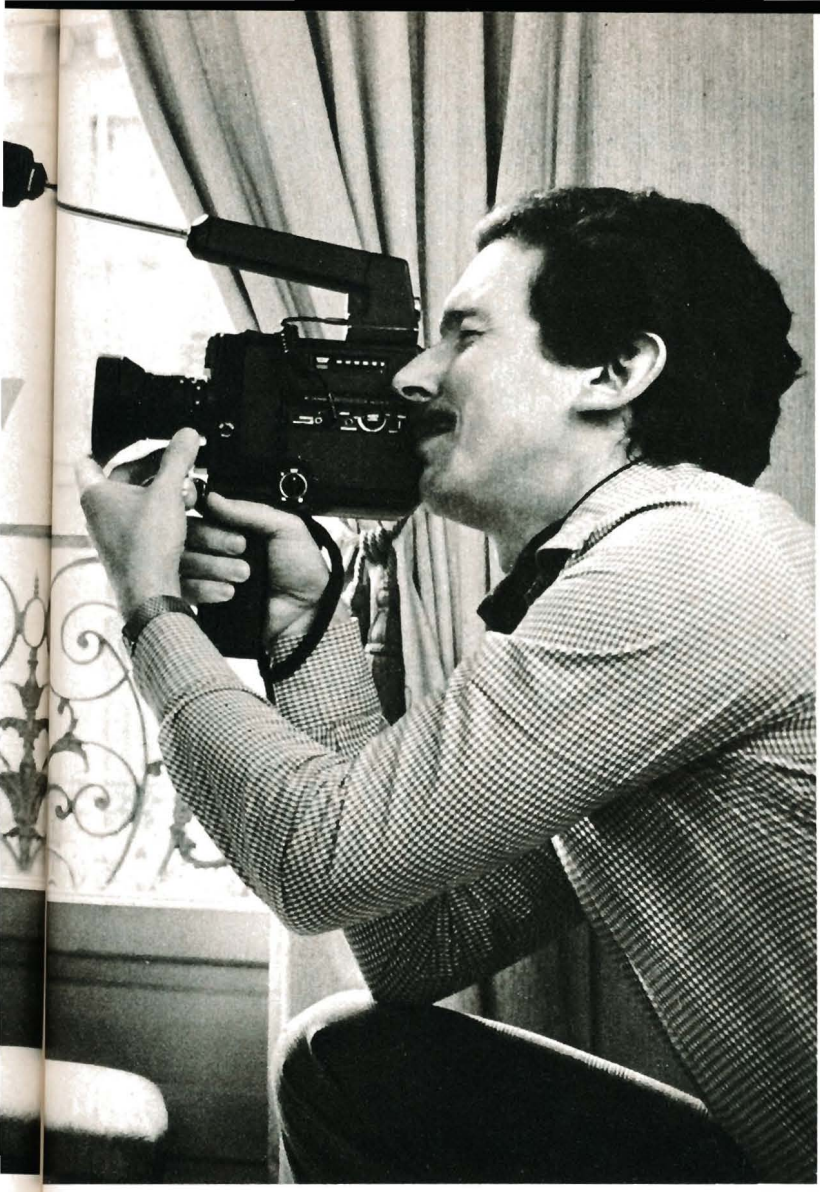
Avec une caméra aussi simple et à peine plus chère qu'une caméra muette : la 514 XLS.

Le cinéma muet nous a donné des chefs-d'œuvre, et qui le resteront jusqu'à la fin des temps.

Mais il y a quand même, cette année, un demi-siècle tout rond que nos parents ou grands-parents ont découvert le cinéma sonore parlant et chantant.

Ce qui fait qu'un film muet (fût-il d'amateur) appartient aujourd'hui à une autre époque. Et qu'on peut difficilement se satisfaire aujourd'hui de voir sans entendre - imaginons les images d'une télévision dont on aurait coupé le son.

Mais c'est là, me direz-vous, le lot de tous les cinéastes amateurs. La portion congrue de ceux qui ne maî-



... Et à la projection, des amis reconnurent même une sonatine de Bach.

trisent pas la technique et veulent simplement filmer les premiers pas des enfants, la réunion de famille, ou le coucher de soleil sur un soir de vacances.

Eh bien, non. Car le son et l'image, désormais, c'est tout un. Et il est aussi facile de prendre les deux que de réaliser un film désespérément muet.

Plate, légère, automatique

C'est en tout cas ce que permet cette merveilleuse caméra imaginée par Canon (et dont le nom seul est quelque peu barbare) : la 514 XLS.

D'abord, c'est une caméra très plate et très légère. Et très sensible aussi, puisqu'elle assure des images impeccables en simple lumière ambiante.

Mais le son ?... Eh bien, vous avez un micro. Et quand vous filmez, il enregistre. Et le son qu'il a enregistré (sur la pellicule, à côté de l'image), vous le retrouvez tout entier à la projection.

Rien de plus compliqué ?...

Simplement, vous pouvez vérifier la qualité du son avant de filmer, en pressant à mi-course la gâchette de la caméra.

Et si vous souhaitez entendre parler très près des personnages que vous filmez très loin, vous pouvez éloigner le micro de la caméra jusqu'à une bonne quinzaine de mètres.

Mais la prise de son de la caméra 514 XLS sait gommer automatiquement tous les bruits de fond ou parasites (techniquement, on croyait cela impossible). Et elle contrôle tout aussi automatiquement le juste « niveau » de bruits successifs d'intensité très différente.

La musique, les bruits et les mots

Vous souhaitez commencer ou terminer une scène par un fondu sonore?... Rien n'est plus facile.

Et, ensuite, vous pouvez aussi, sur le projecteur, effacer tout ou partie des sons. Ou leur ajouter un complément musical ou parlé.

Tout est donc possible. Mais surtout, rien n'est plus compliqué qu'avec une caméra muette.

Simplement (et pratiquement pour la même dépense : moins de 3000 francs, ou à peine un peu plus si l'on ajoute le micro-perche en option)... on filme les premiers mots d'un enfant aussi bien que ses premiers pas. On entend les parents ou amis parler là où ils agitaient les lèvres. Ou on a le bruit lancinant de ce tam-tam sans lequel la danse indigène qu'on avait filmée sous les tropiques n'est plus, dans votre salon, qu'une gesticulation sans âme.

Nous avons eu le mouvement. Nous avons eu la couleur. Voici maintenant, avec la Canon 514 XLS, les bruits et les mots.

Tous ces sons qui manquaient à un film pour conserver le souvenir intact de ce que nous avions vu.

Bon pour une plaquette couleurs sur les caméras Canon

A adresser à Canon-France : B.P. 40, 93151 Le Blanc-Mesnil

Nom.....

Adresse.....

.....

..... SV 1

JEUX ET PARADOXES

Blocage et aération de l'échiquier

L'échiquier est enfin complètement bloqué, avec ses 32 pièces. Franck Franchin est parvenu à ce résultat dans le diagramme de la **figure 1.** Dans les 2 camps,

Figure 1

aucune pièce ne peut bouger sans se mettre en prise. Cette solution est-elle unique ?

A la suite des « Comptes de l'Echiquier », Jean-Marc Wurth a battu un record différent : celui des manières de parer un échec. Il s'agissait de construire une situation d'échec au Roi, comportant le plus grand nombre de façons possible de parer l'échec. Or le Roi blanc de la **figure 2**

Figure 2

peut être soustrait à l'attaque de la Tour Noire par 25 déplacements différents. Ce nombre peut-il être dépassé dans une autre situation ? Il semble difficile de mettre une pièce blanche supplémentaire en jeu, ou d'ajouter le moindre déplacement.

Le même lecteur propose un autre record : celui du nombre de coups permettant de réaliser le pat. Dans le diagramme de la **figure 3,** les Blancs peuvent jouer de 90 manières, résultant chacune en un pat. On pourrait cependant objecter que le record pêche par le fait que le pat est déjà en position et qu'il ne s'agit plus que de le conserver. Peut-on faire mieux sur les mêmes bases, ou chercher à véritablement réaliser le pat par des coups différents ? (Un camp est Pat s'il n'est pas en échec, mais dans l'impossibilité de bouger sans mettre son Roi en échec.)

Figure 3

Jean-Marc Wurth apporte une autre notion nouvelle : une manière d'évaluer la qualité d'un parcours de cavalier. (Un « parcours de cavalier » consiste à faire le tour des 64 cases de l'échiquier en sauts successifs ; il est fermé si le soixante-quatrième saut revient à la case de départ.) La méthode consiste, lorsqu'un parcours est réalisé, à dessiner d'abord le trajet comme si le cavalier ne devait pas croiser des pas déjà faits. (Ces « parcours de cavaliers mous » ont été décrits ici en 1971 et 1972.) On s'interdit de traverser des intersections ou de rebrousser chemin On compte ensuite les traversées de cases. Sur la **figure 4,** le par-

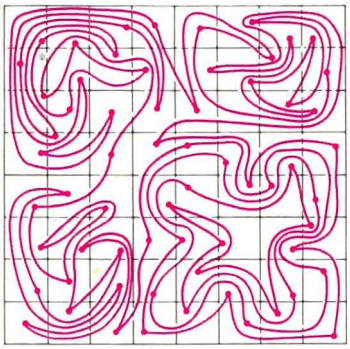


Figure 4

cours totalise 259 traversées. Peut-on descendre en dessous ?
Il resterait, bien sûr, à être certain qu'il n'y a qu'une façon d'associer un « parcours mou » à un parcours donné, et donc un seul nombre de traversées, ou bien à rechercher chaque fois le parcours mou minimum. Le résultat pourrait s'appeler le « degré d'occupation » d'un parcours. On sentait bien que certains parcours étaient meilleurs que d'autres. Voici une première méthode pour chiffrer cette appréciation. Jean-Marc Wurth construit enfin deux demi-parcours fermés, indépendants et même symétriques, sur la **figure 5.**

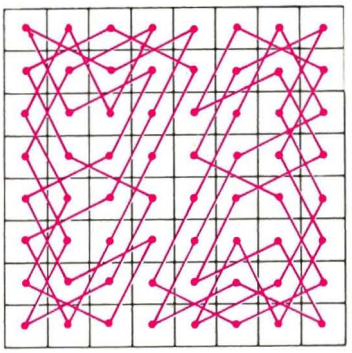


Figure 5

S. Brasse construit deux demi-parcours ouverts symétriques, mais pouvant être liés l'un à l'autre en un seul parcours fermé **(figure 6).**

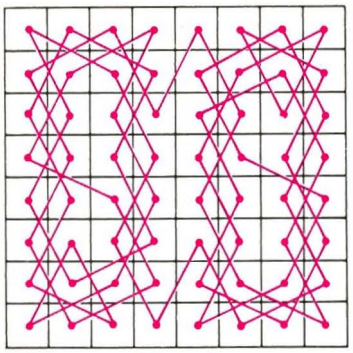


Figure 6

De son côté, Christian Cessot poursuit ses efforts pour l'aération maximum de l'échiquier. En parcourant l'échiquier d'un circuit ouvert, il laissait déjà libres 16 carrés unitaires (avril 77). En le parcourant de 4 circuits fermés indépendants (ce qui est en soi une belle réalisation), il laisse maintenant 17 cases libres. Voici une de ses trois solutions, sur la **figure 7.**

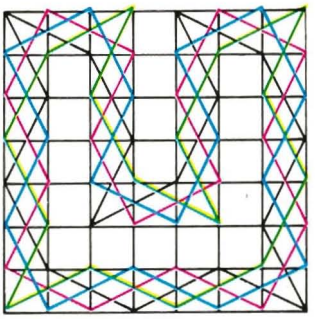


Figure 7

Enfin, R. Dægelen a réussi à dénombrer les manières de poser 7 cavaliers sur un échiquier 5 × 5 pour en contrôler toutes les cases. La **figure 8** montre une des dispositions. Combien trouverez-vous des 65 autres ? R. Dægelen annonce également qu'il a dénombré 168 façons d'assurer le

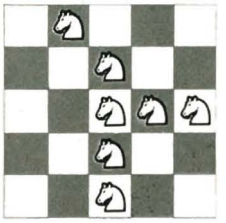


Figure 8

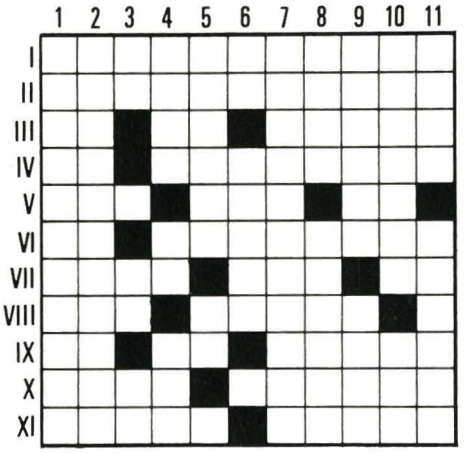
contrôle avec 8 cavaliers.
Quels autres records peut-on obtenir, ou quels autres problèmes peut-on se poser sur l'échiquier ?

Pierre BERLOQUIN □

MOTS CROISÉS

Horizontalement

I. Ce que faisait de rats un chat nommé Rodilardus. — II. Contacts extra-terrestres condamnés par l'Académie des Sciences et l'Académie française. — III. Chemin de halage - Devise d'outre-Rhin - Ne firent aucun mal à Daniel. — IV. Sur la touche ou dans le tronc - Mise en mouvement. — V. Retire - Un Allemand - Tête de transalpin. — VI. Treizième grecque - Retenaient les fourreaux d'épée. — VII. Attisa la jalousie d'Othello - Quatre places en Angleterre, quarante en France - Conjonction. — VIII. Voyelles - Un département qui a éclaté en quatre le 10 juillet 1964. — IX. En tout genre - Bradype - S'évaluent en millièmes. — X. Dixième pour Mendeleiev - Une vieille loco devenue vélo. — XI. Chevilles - Qui font rougir les dames ou verdir les messieurs.



Verticalement

1. Elle voit rouge quand c'est au vert. — 2. Des poudres et du sirop. — 3. 63, 54 de poids atomique - Jeu - Refusés à sa patrie par Scipion l'Africain. — 4. Vibration - Né au Mont Viso - Sa tête est un chabot. — 5. Ceinte pour une tête de sainte - Septième de la gamme d'ut. — 6. Chez les forts comme chez les faibles - Passe à l'eau ou à tabac. — 7. Les filles de Reykjavik. — 8. Permet à une glace de se reposer sur ses lauriers - Sternutatoire. — 9. Son supplice inspira Dante - Eventaire. — 10. Outil à pointe - Elément désignant les hydrocarbures. — 11. Crochet - Arrêts du sang.

(Solution page suivante)

Solution

Horizontalement : 1. Déconfiture. — II. Alunissages. — III. Lé - DM - Lions. — IV. Tc - Ebranlée. — V. Oie - Ein - II. — VI. Nu - Pendants. — VII. Iago - Car - Ei - VIII. Eio - Seine. — IX. Nr - Ai - Sites. — X. Néon - Béeane. — XI. Esses - Salées.

Verticalement : 1. Dallonienne. — 2. Electuaires. — 3. Cu - Go - Os. — 4. Onde - Po - Ane. — 5. Nimbée - Si. — 6. Fs - Rince. — 7. Islandaises. — 8. Tain - Arnica. — 9. Ugolin - Eial. — 10. Rénette - Ene. — 11. Esse - Siases.

Luc FELLOT □

JEUX ET INFORMATIQUE

Sommes-nous en «bruapunhi, cidapundag, cidap», ou en «oddy-dye-teeter-pahtah» ?

Les ordinateurs utilisent le système binaire : tout le monde le sait, peu en donnent une bonne explication. La raison profonde est liée, au delà des questions technologiques, à la simplicité du système.

Des 1 et des 0. Quoi de plus simple ? Prenons 2 : une fois 2, une fois 0, donc 10 ; comme nous écrivons une fois 10, une fois 0 : 10.

Tout se complique lorsque le nombre grandit ; à partir de 1978, par exemple, le calcul des puissances de 2 nécessaires nous livre :

1 fois 1024 : 1
1 fois 512 : 2
1 fois 256 : 1
1 fois 128 : 1
0 fois 64 : 0
1 fois 32 : 1
1 fois 16 : 1
1 fois 8 : 1
0 fois 4 : 0
1 fois 2 : 1
0 fois 1 : 0

Soit, au total, 11110111010. Comment lisez-vous cela : « mil neuf cent soixante dix huit », ou « un un un un zéro un un un zéro un zéro » ?

Avouez que la deuxième version est difficile à prononcer : or, plusieurs emplois du système binaire réclament une bonne méthode de prononciation : exemple le plus marquant, le système dit « Morse » ; on prononcera « tit tit tit tit dah tit tit tit dah tit dah », mais tout cela n'est pas très explicite.

L'ingénieur américain Joshua Stern proposa au XIXe siècle une méthode où les nombres binaires, décomposés en groupes de 4 chiffres binaires, recevaient des prononciations par groupe de 4 « bits » (1 « bit » est un chiffre binaire : 1 ou 0 ; c'est la contraction de « binary digit », « chiffre binaire »).

Ainsi, 10 se prononçait « ap », 100 « bru », 1 000 « cid », 10 000 « eki », 1 000 000 « fel », 10 000 000 « gam » et 100 000 000 « hi » ; le lecteur notera que « ap », contenant a possède 1 zéro ; « bru » contenant b possède 2 zéros ; « cid » contenant c possède 3 zéros, ainsi de suite. Dans ce système, 1978, qui contient, par groupe de 4 bits : 0111, 1011 et 1010, se prononcera donc « bruapunhi, cidapundag, cidap »[1].

il se prononce différemment, de même que nous disons « trente » ou « trois » selon la place du chiffre 3.

Frederick Pohl dresse ainsi le tableau ci-dessus (auquel nous joignons une prononciation française de notre crû).

Ce qui donne pour 1978 (= 011, 110, 111, 010), la prononciation « oddy, dye, teeter, pahtah » ! Vous avouerez que c'est plus court que « mil neuf cent soixante dix huit », bien que peut-être moins compréhensible ; encore que le « soixante dix huit) n'est pas si évident (« septante huit » est plus logique...) !

Au-delà de deux groupes de trois bits, Frederick Pohl recommande d'annoncer le nombre de groupes de 6 bits en disant par exemple « un groupe », « deux groupes », etc.

Ainsi, « un million » en décimal, qui s'écrit 11 110 100 001 001 000 000 en binaire, se prononcerait dans le système Pohl : « pod, trois ooty, poot, ohly pohl ». Le lecteur notera que tous les multiples de huit (terminés par 000 en binaire) finissent par la syllabe « pohl » qui rend ainsi hommage à l'écrivain une fois sur huit !

Valeur décimale	Groupe de 3 bits	Prononciation dans le 1er groupe	Prononciation dans le 2e groupe
0	000	ohly (ôli)	pohl (pôle)
1	001	ooty (outi)	poot (poute)
2	010	ahtah (âtâ)	pahtah (pâtâ)
3	011	oddy (oddi)	pod (podde)
4	100	too (tou)	too (tou)
5	101	totter (totteur)	tot (totte)
6	110	dye (daille)	dye (daille)
7	111	teeter (tietteur)	tee (tie)

Le curieux lexique de F. Pohl

L'écrivain, toujours américain, de science fiction, Frederick Pohl (auteur, avec C. Kornbluth, du célèbre « Planète à Gogos ») eut une autre idée : décomposer le nombre binaire en groupes de trois chiffres binaires au lieu de quatre (les informaticiens reconnaîtront le passage de l'hexadécimal à l'octal) et les regrouper deux par deux pour obtenir des ensembles successifs de 6 bits. Selon que chaque groupe de 3 bits est le premier dans le super-groupe de 6 bits ou non, groupes, dye too, deux groupes,

Maintenant, annonçons aux fanatiques de Boby Lapointe, le regretté chanteur, qu'ils auront une surprise le mois prochain avec le « Bibibinaire ».

Jean TRICOT □

(1) Pour « 1 » Stern utilisait évidemment « one » (« un » en anglais) que je traduis par « un ».

ÉCHECS

Les pions faibles

Un pion faible est un pion qui ne peut être défendu par un autre pion. Cette faiblesse est d'autant plus grave qu'il est bloqué. L'exemple parfait est celui de pions doublés isolés. Souvent, la présence d'un pion faible dans le jeu suffit à la défaite. Généralement pas par la perte du pion lui-même, mais plutôt par la détérioration de la position exigée par sa défense.

BAGUIROV - KOUZMINE (Championnat d'URSS 1977)

Défense Nimzovitch

1. d4 Cf6
2. ç4 e6
3. Cc3 Fb4(**a**)
4. Fg5(**b**) ç5(**c**)
5. d5 h6
6. Fh4 F×ç3+
7. b×ç3(**d**) d6
8. e3 e5(**e**)
9. Fd3 e4!(**f**)
10. Fç2 Cbd7
11. Ce2 De7
12. Fa4 0-0
13. F×d7(**g**) F×d7
14. a4(**h**) b6
15. Dç2 Fç8!(**i**)
16. 0-0 g5
17. Fg3 Fa6
18. Da2(**j**) Ch5
19. Cç1(**k**) f5
20. De2 Df7
21. f4(**l**) e×f e.p.
22. T×f3 Dg6
23. a5 f4
24. e×f4 g×f4
25. Ff2 Tae8(**m**)
26. Df1 Te4
27. a×b6 F×ç4(**n**)
28. Dd1 a×b6
29. Ta4 b5
30. Ta6 Te5
31. F×ç5 Tfe8(**o**)
32. Rf2 Te1
33. T×d6 Dç2+(**p**)

Les blancs abandonnent.

a) Ce coup, constitutif de la défense Nimzovitch, interdit pour l'instant la poussée e4 en clouant le Cavalier ç3. L'une des idées principales des noirs est d'éventuellement échanger le Fou b4 contre le Cavalier ç3, abandonnant ainsi la paire de Fous mais créant des pions doublés faibles en ç3 et ç4.

b) Les blancs disposent de nombreuses réponses. Celle-ci a reçu le nom de variante de Leningrad parce qu'elle a été de nombreuses fois expérimentée par les maîtres de cette ville, notamment B. Spassky.

c) Ou tout de suite 4. ... h6 et après 5. F×f6, F×ç3!+, 6. b×ç3, D×f6 les blancs n'ont plus d'avantage.

d) Une position caractéristique. Les noirs n'ont plus la paire de Fous, mais les blancs souffrent de 3 pions faibles : le pion a isolé et les pions ç3 et ç4 doublés.

e) Puisque les noirs n'ont plus de Fou noir, ils ont intérêt à bloquer leurs pions sur cases noires pour rester avec un bon Fou blanc. En revanche, le Fou f1 des blancs est paralysé par le pion ç4.

f) Coince encore davantage le Fou blanc. A noter que 10. F×f6 ne va pas à cause de 10. ... D×f6 et 11. F×e4 est interdit à cause de D×ç3+ etc.

g) Les blancs se débarrassent de leur mauvais Fou.

h) Pour se débarrasser du pion isolé a, il faut le pousser à la rencontre des pions noirs.

i) Paradoxal ! Le Fou revient à son point de départ. Mais il vise ainsi la case a6 d'où il exercera une pression durable sur le pion faible ç4.

j) Triste sort pour une Dame : condamnée à l'exil pour défendre un malheureux pion.

k) Pour libérer la case e2 pour la Dame où elle défendra encore le pion ç4 tout en étant beaucoup plus active qu'en a2. Mais un Cavalier embourbé en ç1, ce n'est pas brillant !

l) Tente d'enrayer la marée noire sur l'aile Roi. A noter que 21. F×d6 est suivi de 21. ... Tfd8, 22. Fe5, T×d5 et le pion ç4, cloué, ne peut prendre la Tour.

m) L'avantage des noirs est évident. Leurs pièces sont actives alors que celles des blancs sont complètement paralysées.

n) Enfin, le pion tombe... et la position des blancs s'écroule.

o) Le doublement des Tours sur la colonne e est décisif.

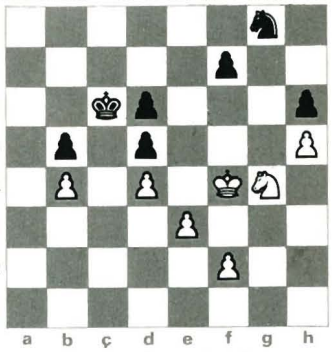
p) Le moyen le plus rapide de conclure. Les blancs n'ont que le choix entre 34. D×ç2, Tf1 mat et 34. Ce2, T8×e2+ ; 35. D×e2, D×e2 mat. Ils préfèrent abandonner.

Solution de l'exercice n° 46 :

1. Dg8+, Tf8 forcé
2. Dg6+!!, D×g6 (sinon 3. D×d6)
3. Te×e7+, Rd8
4. Tb d7 mat. Un magnifique sacrifice de déviation.

Exercice n° 47 :

Le matériel est identique. Mais les



noirs ont des pions si faibles que leur position est perdue. Les blancs disposent d'une manière élégante de le prouver. Attention, l'analyse est assez longue.

Alain LEDOUX □

JEUX DE RÉFLEXION

Barbacan et perplexus

Ce mois-ci, notre jury parisien (1) a testé plusieurs casse-tête rapportés du Salon du Jouet de New York. Voici les essais complets de deux d'entre eux. Le premier, Barbacan, est en fait en vente en France depuis plusieurs années, mais en l'absence de publicité, il est resté peu connu. Le second, Perplexus, est inédit en France mais les règles sont déjà rédigées en français, car il est en vente au Canada.

1er jeu testé : BARBACAN

Editeur : ASS (RFA), Fleurus (France).
Nombre de joueurs : de 2 à 6.
Age : adultes et adolescents.
Durée d'une partie : 20 minutes.

Matériel

Le plan de jeu représente une place forte avec ses diverses voies d'accès. Lorsqu'on examine attentivement le plan de jeu, on constate que les positions des combattants, représentées par des petits points ronds, sont réparties en quatre cercles concentriques. Entre le deuxième et le troisième rang, un cercle marque la limite de la forteresse. Le cercle le plus exentrique est constitué de 25 points de départ sur lesquels seront posés les pions. Le nombre de pions dépend du nombre de joueurs. Par exemple, deux joueurs jouent avec 12 pions chacun. A 5 joueurs, chacun dispose de 5 pions seulement.

But du jeu

Le joueur qui le premier amène tous ses pions dans la forteresse est le vainqueur. Si les joueurs le désirent, la partie peut continuer pour désigner le deuxième, le troisième...

Comment jouer

Le jeu se déroule en deux phases. Dans la première, chaque joueur, à tour de rôle, place un de ses pions sur le cercle extérieur. Ensuite, les combattants progressent uniquement d'une position à l'autre en suivant les lignes qui les relient entre elles. De plus il n'est pas permis de prendre ou de sauter un autre pion. Il suffit d'arriver le premier dans la place forte. Etant donné que le second cercle ne comprend plus que treize positions, une série de combattants devra nécessairement rester en attente. Celle-ci prend fin dès qu'un point a franchi la muraille et a libéré le passage.

Ici commence le véritable combat. Les positions du second cercle sont toutes reliées aux voies d'accès de la forteresse, représentées par des petits carrés. Occuper l'un de ceux-ci permet souvent de bloquer la progression d'un adversaire. Toutefois, la règle suivante est toujours d'application : lorsqu'un pion quitte un carré, il ne peut reprendre possession d'un carré quelconque dans la suite du jeu.

(1) La prochaine réunion du jury aura lieu le 9 mai à 20 heures à « Jeux Descartes », 42, rue de l'Acqueduc, 75011 Paris. Pour y participer, téléphoner au 203.63.25. On peut d'autre part, s'inscrire dès à présent pour les jurys qui vont bientôt être constitués en province.

Verdict du jury de Science et Vie

Les membres du jury ont vite apprécié la simplicité et la clarté des règles. Mais l'appréciation du jeu fut finalement fonction du nombre de joueurs. A 6 joueurs, 4 pions judicieusement placés dans la première phase, sont imbattables. En revanche, jusqu'à 4 joueurs, les deux phases du jeu sont équilibrées. Enfin, quelques participants n'ont pas apprécié le jeu des alliances qui peuvent se former entre joueurs au cours de la partie. On a d'autre part remarqué une petite imprécision dans les règles : pour déterminer le deuxième dans une partie de trois joueurs ou plus, faut-il ou non enlever les pions du gagnant ?

Notation du jury

Originalité : 6/10.
Présentation : 7/10.
Intérêt : 6/10.
Clarté des règles : 8/10.

Chance — Habileté
0 — 7 — 10

Facile — Complexe
0 — 6 — 10

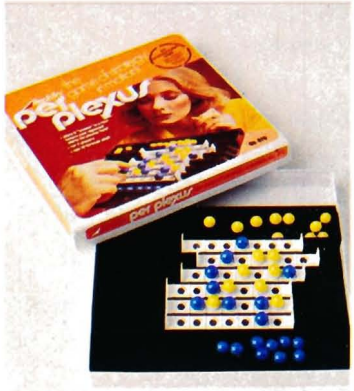
Prix (49 F) : 6/10.
Note globale : 7/10.

Commentaire de Peter Watts

Je trouve que, bien qu'apparenté au traditionnel jeu du « Moulin », Barbacan mérite plus que la note 6 d'originalité donnée par le jury. La part d'habileté est plus forte à deux joueurs puis décroît rapidement avec le nombre de joueurs. Une variante intéressante serait de jouer en deux paires alliées. Expérience que nous n'avons pas eu le temps de tenter.

2e jeu testé : PERPLEXUS

Editeur : Aladdin (U.S.A.).
Nombre de joueurs : 2.
Age : à partir de 8 ans.
Durée d'une partie : 10 minutes.

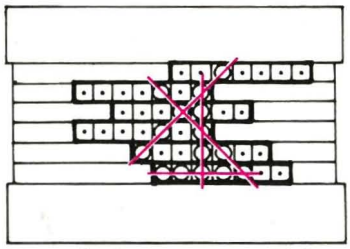


Matériel

6 navettes (ponts) de 7 trous montées sur un plateau fixe. 18 billes pour chaque joueur (bleues pour l'un, jaunes pour l'autre).

But du jeu

Aligner 5 billes de votre couleur.



Notre dessin montre les différentes figures gagnantes.

Comment jouer

A tour de rôle, chaque joueur place une bille ou déplace une navette d'un cran.

Verdict du jury de Science et Vie

Malgré sa parenté évidente avec le morpion, Perplexus en constitue une variante intéressante. Il a une présentation fonctionnelle et une esthétique agréable.

La notation du jury

Originalité : 6/10.
Présentation : 8/10.
Intérêt : 7/10.
Clarté des règles : 7/10.

Chance — Habileté
0 — 6,5 — 10

Facile — Complexe
0 — 5 — 10

Prix (approx. 58 F) : 7/10.
Note globale : 7/10.

Commentaire de Peter Watts

Pendant la première phase, il est recommandé de bloquer l'adversaire par une bille plutôt que par le déplacement d'une navette. On est ainsi mieux armé pour la fin de partie. La présentation agréable a, je pense, beaucoup influencé la note globale du jury. Et pourquoi pas ?

Peter WATTS □

PHYSIQUE AMUSANTE

Réalisons une Centrale solaire

Par un jour sans nuages, chaque mètre carré de la surface terrestre reçoit du Soleil au zénith une puissance de 1350 W : de quoi faire rouler indéfiniment une mobylette ordinaire. Sur la surface d'une chambre à coucher, soit 10 m², on reçoit du Soleil à midi plus de 13 kW, de quoi alimenter en énergie toute une maison.

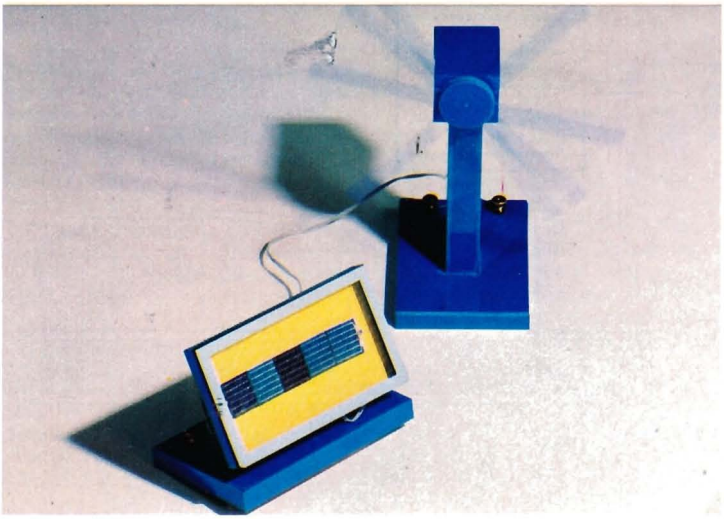
Voilà maintenant des années que cette énergie qui nous vient du ciel fait rêver les écologistes qui souhaitent, en la captant, s'affranchir du pétrole, du charbon, du gaz et par là même de toutes les nuisances liées à l'extraction, au transport, au raffinage et à l'utilisation des combustibles. L'énergie solaire représente évidemment un idéal à ce point de vue.

Certes elle n'est pas constante, puisque le Soleil n'est pas toujours au zénith et qu'il y a des journées de pluies. Les 1 350 W représentent un maximum théorique qui ne serait atteint qu'en plein midi à supposer que l'atmosphère soit totalement transparente, ce qui n'est jamais le cas. Mais même en tablant sur une moyenne de 500 W/m², un champ d'un hectare reçoit 5 000 kW ce qui est énorme et suffirait largement à tous les besoins en énergie d'un village. L'ennui, c'est que cette énergie nous arrive essentiellement sous forme de lumière dont une bonne partie est réfléchie et repart dans l'espace. Le reste sert à chauffer l'atmosphère, à faire pousser les plantes et, accessoirement, à faire bronzer les baigneurs.

Transformer la lumière, énergie rayonnante, en chaleur, énergie calorifique, ne pose pas de trop grands problèmes. L'inconvénient de la transformation vient de ce que l'énergie nécessaire au chauf-

Photos Miltos Toscas Galerie 27

fage n'est qu'une fraction de l'énergie dont nous avons besoin dans la vie : il est difficile d'assurer le transport, l'éclairage, la marche des tracteurs ou le fonctionnement des usines avec de la chaleur, à moins de consentir à des pertes formidables.
Transformer directement l'énergie lumineuse en mouvement par la pression de radiation est une formule valable dans l'espace. Elle ne l'est plus sur Terre, le vent solaire étant infiniment moins puissant que la moindre brise terrestre. Il ne reste plus qu'une formule, bien connue, et



sur laquelle reposent bien des espérances : la conversion directe de la lumière en électricité.
C'est le principe de la cellule photovoltaïque, principe qui était couramment utilisé sur les cellules photoélectriques destinées à la photographie. Précisons qu'en ce dernier domaine, on utilise surtout aujourd'hui des cellules photo-résistantes, qu'il ne faut pas confondre avec les premières, et qui nécessitent une source de courant, en l'occurrence une pile. Les cellules photovoltaïques fournissent directement du courant électrique à partir du rayonnement lumineux. Leur fonctionnement repose sur les propriétés des cristaux semi-conducteurs. On sait que le courant électrique est dû au transport d'électrons, ou d'atomes chargés dits ions, au sein de la matière. Il existe toutefois un autre type de conductivité électrique : la conductivité lacunaire. Dans un cristal très purifié, la présence d'un atome étranger peut avoir pour résultat qu'il manque un électron de liaison dans la structure cristalline.
Si on la compare à la structure normale du réseau, celle du cristal contenant ces atomes étrangers présente des défauts d'électrons. Ces défauts sont appelés lacunes ou trous. L'action d'un champ électrique va déplacer ces lacunes à travers la maille cristalline et les amener jusqu'à l'électrode négative (cathode) comme si elles étaient des charges positives : c'est la conductivité lacunaire.
On va donc trouver deux types de semi-conducteurs liés aux deux types de conductivité. Le cristal utilisé au départ est presque toujours aujourd'hui du silicium, élément très abondant qu'on sait obtenir avec une très grande pureté. Dans le premier cas, on lui ajoute quelques atomes d'un élément comme le phosphore ou l'arsenic, qui possèdent un électron de valence de plus que le silicium.
Pour chaque atome introduit, il va y avoir un électron en excès par rapport au nombre qui assure les liaisons dans le réseau. Il devient aisément libre, et participe à la conduction dès la température ordinaire. Un semi-conducteur de ce type, est dit n, pour négatif, puisque la conduction est assurée par les électrons négatifs.
Dans le second cas, on ajoute un élément possédant un électron de valence de moins que le silicium, par exemple de l'aluminium ou du bore. Il manque cette fois un électron de liaison dans le réseau du cristal, ce qui forme une lacune. L'atome étranger fonctionne comme accepteur d'électron, et la lacune, en se déplaçant, conduit le courant comme le ferait une charge positive. De ce fait, un semi-conducteur de ce type est dit p.
Les cellules photovoltaïques, ou photopiles, sont réalisées par la jonction de deux semi-conducteurs, l'un de type p l'autre de type n. Dans un cristal pur de silicium soumis à un rayonnement électromagnétique, un électron peut être chassé de sa liaison de covalence, créant ainsi une lacune ou trou. L'électron et le trou ainsi créés sont porteurs de charges complémentaires moins et plus ; ils sont libres de se mouvoir dans le réseau cristallin et participent à la conduction de l'électricité, mais normalement ils se recombinent rapidement et le silicium reprend son état d'équilibre.
Mais si on ajoute des atomes étrangers au cristal, les propriétés de conductibilité électrique sont modifiées comme nous l'avons vu, et la jonction de deux types différents p et n permet au courant créé par la lumière de circuler dans un sens privilégié. Considérons par exemple une plaquette de silicium additionnée de bore : elle est de type p. Si on diffuse du phosphore sur une faible épaisseur, on obtient une lame superficielle de type n.
On dit qu'on a réalisé dans le silicium une jonction de type n sur p. Soumettons maintenant cette plaquette à la lumière, celle-ci arrivant sur la face n. En pénétrant dans le cristal, les rayonnements électromagnétiques libèrent, nous l'avons dit, des couples électron-trou. Au voisinage de la jonction, les électrons libérés dans la région p vont traverser et diffuser dans la région n, c'est-à-dire rejoindre une zone où il y a déjà des électrons en excès.
De la même façon, les trous créés dans la région n traversent la jonction et vont se diffuser dans la région p. Cet échange de porteurs de charges électriques à travers la jonction réduit la résistance électrique du semi-conducteur et fait circuler un courant dans tout circuit résistant relié d'un côté à la face p, et de l'autre à la face n. Ce courant est proportionnel au flux lumineux. Les électrons de la région p et les trous de la région n libérés loin de la jonction se reconstituent avant de pouvoir traverser et n'ont pas d'influence sur la conductibilité de l'ensemble.
Dans la pratique, il importe que la face tournée vers la lumière soit très peu réfléchissante et absorbe au maximum les rayonnements. Dans ce but, elle reçoit un traitement antireflet obtenu par dépôt sous vide d'oxyde de silicium SiO. D'autre part, le transfert de l'énergie à un circuit

Photos Miltos Toscas Galerie 27

extérieur nécessite la présence de contacts, l'un sur la face sensible n de la jonction, l'autre sur la face p. Ils sont obtenus par des dépôts successifs sous vide de titane et d'argent.

Le contact p occupe la quasi-totalité de la face arrière de la cellule ; par contre le contact de la face sensible n doit être aussi petit que possible, car sa présence diminue d'autant la surface active de conversion ; d'autre part la longueur du trajet doit être aussi réduite que possible. Le résultat cherché s'obtient en donnant au contact n la forme d'une fourchette à plusieurs dents dont la base sert de zone à souder.

De telles cellules sont aujourd'hui d'usage courant dans l'industrie spatiale où elles équipent nombre de satellites artificiels et de sondes interplanétaires. En France, elles sont fabriquées par la SAT et la RTC. Le rendement de ces cellules est de l'ordre de 10 % ; un mètre carré pavé de photopiles peut donc fournir plus de 100 W au plein midi. Avec un hectare, on aurait sensiblement 1 000 kW : on comprend que cette solution séduise mieux que toute autre les tenants de l'énergie solaire.

Aussi nous a-t-il paru intéressant, dans le cadre de la méthode Hobbystyrène de P. Courbier, de présenter une mini-centrale solaire dont l'intérêt démonstratif est évident en cette période de restrictions d'énergie ; ajoutons que les dites restrictions n'en sont qu'à leur début.

Le premier problème consistait à se procurer des cellules solaires, ce genre de composants étant réservé, jusqu'à présent, aux applications spatiales. La société anonyme de télécommunications (SAT) a accepté, exceptionnellement, d'expédier aux lecteurs de Science et Vie qui en feront la demande, des cellules de 2 × 2 cm au prix unitaire de 25 F, TVA comprise. Notre montage réclame au minimum trois de ces cellules et plutôt cinq pour un fonctionnement sans faille. Il y a donc à prévoir une dépense de 75 à 125 F, mais l'intérêt de la réalisation justifie cette dépense.

Ceux qui sont intéressés doivent donc adresser un bon de commande à la SAT, 41, rue Cantagrel, 75624 Paris Cedex 13, en précisant nom, adresse, et nombre de cellules. Joindre un chèque barré correspondant au total. Précisons bien que les cellules ne peuvent être achetées que par ce moyen, la maison SAT ne faisant aucune vente dans ses bureaux.

Il faut ensuite prévoir un moteur à faible consommation fonctionnant à partir d'une tension de 2,5 V. Celui qui a servi à notre montage provient d'un lecteur de cassettes. On trouve ces moteurs au détail chez les revendeurs de composants électroniques, revendeurs qui figurent dans les publicités des revues spécialisées (le Haut-Parleur, Electronique pratique, Radio-Plans, etc.).

La plupart des moteurs qu'on trouve dans les jouets électriques fonctionnent sous 4,5 V et ne conviennent pas pour notre réalisation : même avec 5 cellules du type proposé, la tension est encore insuffisante. Par contre, on peut arriver à un résultat valable en augmentant le nombre de cellules et, surtout, en les montant en séries parallèles pour obtenir la tension et l'intensité nécessaires. De toute façon, les essais de moteurs doivent être faits après soudure des photopiles et réalisation du panneau orientable, l'ensemble étant disposé sous une lampe de 100 W au moins placée à 10 cm du panneau. Le plein soleil convient évidemment beaucoup mieux encore, mais il n'est pas toujours disponible au moment voulu pour l'essai.

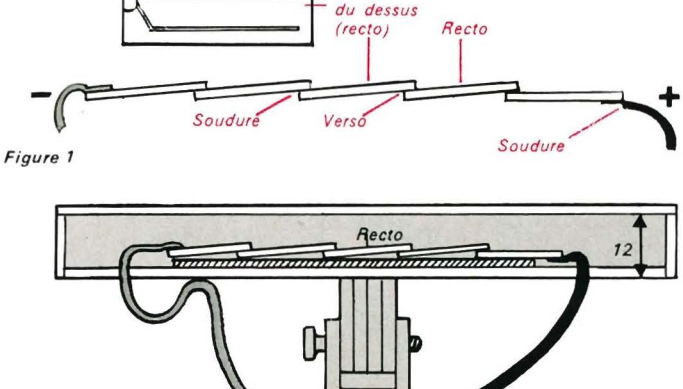


Figure 1

Figure 2

Figure 3

Figure 4
Genouillère

Les cellules et leur support

Dessins L. Delblanque

En plus du moteur et des cellules, il faut prévoir 4 vis faisant sensiblement 15 mm de long pour 3 mm de diamètre, le décolletage laiton nécessaire — écrous, rondelles, bornes — et une vis de même diamètre mais longue de 25 mm munie d'une borne moletée : cela pour réaliser l'axe de la genouillère.

Le matériau de base sera comme d'habitude, le polystyrène de 2 mm d'épaisseur, sauf pour l'hélice du ventilateur qui sera réalisée dans une épaisseur de 1 mm seulement. La construction proprement dite commence avec le panneau solaire. On se reportera à la photo, et à la figure 1. On monte d'abord l'ensemble des photopiles. Il faut ici faire très attention, car les cellules sont constituées de silicium, métalloïde extrêmement fragile et cassant comme du verre. Il faudra les manipuler avec beaucoup de précautions.

La soudure demande déjà pas mal de minutie, et on utilisera un fer à souder de petite puissance du genre utilisé pour le montage des transistors. On dépose tout d'abord une minuscule goutte de soudure sur la barre de contact de chaque cellule ; ensuite, on dispose les cellules comme des tuiles, verso au-dessus, et on fait fondre cette goutte avec la panne, maintenue très propre, du fer à souder. C'est à travers l'épaisseur de la seconde cellule que la soudure doit fondre.

Il faut s'arranger pour que les cellules, au fur et à mesure qu'on les soude ensemble, restent bien dans le prolongement l'une de l'autre. On fera également attention à ne pas appuyer trop fort avec le fer à souder, car on risquerait de casser la cellule qui se trouve alors en porte-à-faux. Notons que la SAT a prévu de joindre à chaque envoi de photopiles une notice indiquant comment l'utilisateur doit procéder à l'assemblage et au soudage des connexions électriques.

Une fois terminé le montage des cellules, en principe au nombre de cinq, on soude au recto de la première — pôle négatif — et au verso de la dernière — pôle positif — les deux fils de départ du courant ; on prendra des fils isolés longs de 10 cm environ. Pour ces contacts on veillera à ne pas mettre trop de soudure : une petite parcelle déposée préalablement et chauffée en appuyant le fer propre sur le fil suffira.

Pour le panneau lui-même, on commence par découper les 5 pièces formant le boîtier ; le fond, un rectangle de 115 mm sur 65 mm ; les quatre côtés formés de 2 pièces de 119 × 12 mm et 2 autres pièces de 65 × 12 mm. L'assemblage et le collage seront faits comme indiqué fig. 2 et 3. On perce les deux trous destinés au passage des fils venant de la batterie de photopiles, puis on dépose une bande d'adhésif sur mousse double face, type Scotchmount.

La batterie de cellules est déposée à son emplacement avec précaution et on la fait adhérer sur le ruban conformément à la figure 3. On dispose les fils comme indiqué. Il est préférable de fermer le boîtier avec une plaque transparente en verre ou en plexiglas de faible épaisseur ; les dimensions en sont de 119 × 69 mm. Un ruban adhésif de couleur formera l'encadrement supérieur du boîtier.

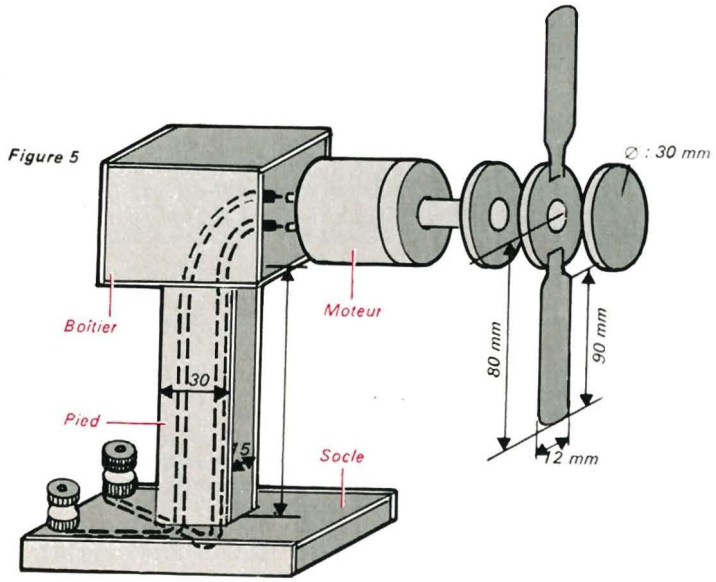
Afin de permettre l'orientation du panneau qui, pour un rendement maximum, doit recevoir les rayons du Soleil perpendiculairement à sa surface, il faut réaliser une genouillère. On la confectionnera très simplement en s'inspirant du croquis de la figure 4. La partie supérieure est composée de 4 épaisseurs superposées de pièces mesurant 30 × 20 mm, pièces qui seront ensuite arrondies par ponçage. La partie inférieure est constituée de 4 pièces dont les cotes sont indiquées fig. 4. Il ne faudra pas omettre de percer un trou pour le passage des fils en provenance du panneau.

Le socle sera fabriqué aux mêmes cotes que celles du boîtier ; il faut cependant prévoir 3 trous : l'un, au centre, pour le passage des fils en provenance du panneau, et les deux autres pour les bornes de sortie. La partie inférieure de la genouillère sera ensuite collée au centre du panneau, et on disposera les fils comme indiqué fig. 2. Enfin, on collera la partie inférieure après avoir fait passer ces fils dans le trou central du socle.

Le boîtier du moteur sera fabriqué en s'inspirant de celui qui est présenté fig. 5. Bien entendu, les cotes intérieures seront calculées afin de permettre la pénétration à frottement doux du moteur, lequel doit être maintenu ainsi dans le boîtier. Il faut d'ailleurs prévoir vers l'arrière de ce moteur un dégagement suffisant pour permettre le passage des fils ; on remplira ensuite cet espace avec de la mousse de plastique de façon à immobiliser le moteur quand le fond F sera collé.

On aura soin de prévoir un trou pour le passage des fils, à la fois dans le boîtier, le socle et le pied. On passe ensuite à la colonne qui sera fabriquée avec 4 pièces aux cotes indiquées fig. 5. Le socle, nous l'avons dit, est identique dans ses dimensions et fabriqué de la même façon que le panneau solaire fig. 3.

Pour fabriquer l'hélice, on s'inspirera de la figure 5 ; on commence par découper, dans du polystyrène de 1 mm d'épaisseur, les deux pales qui mesurent 80 mm sur 12 mm. On découpe



Le ventilateur

Dessins L. Delplanque

également 3 disques, toujours en 1 mm d'épaisseur, au diamètre de 30 mm. Puis on superpose et on colle les deux premiers disques qui devront être percés au centre d'un trou dont le diamètre sera légèrement inférieur à celui de l'axe du moteur. On colle ensuite, selon le schéma de la figure 5, les deux pales de l'hélice en veillant à les maintenir dans le prolongement l'une de l'autre ; l'équilibrage doit être aussi parfait que possible : on profite pour cela du temps de séchage de la colle. On termine en collant le troisième disque.

Pour donner à l'hélice le profil nécessaire, il reste à opérer une torsion des pales en chauffant très légèrement le polystyrène sur la flamme d'une lampe à alcool. Il faut là être adroit, et opérer rapidement : avant d'entreprendre la torsion des pales, il est préférable de s'exercer sur des chutes de polystyrène en bandes afin de déceler la dose exacte de chauffage qui convient. Une trop longue exposition à la flamme fait fondre le polystyrène, ce qui obligerait à recommencer la fabrication de l'hélice.

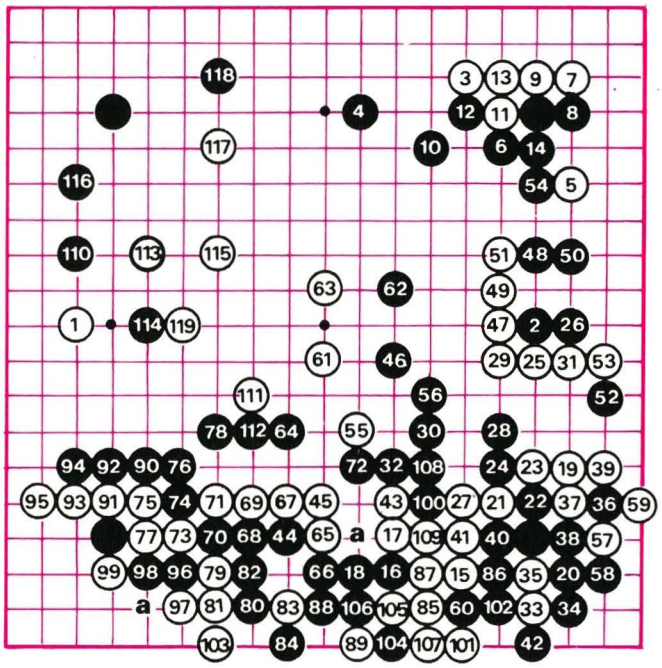
Il suffira de relier la centrale au ventilateur par deux fils que l'on choisira de section suffisante si la ligne doit être assez longue : le fil souple utilisé pour alimenter une lampe de 150 W convient bien. On place le panneau solaire sous une lampe et on l'approche jusqu'à rotation de l'hélice, mais il ne faut pas le laisser ainsi trop lontemps en raison de la chaleur dégagée par le filament de l'ampoule.

On mène ensuite les essais en plein jour à la lumière du Soleil en orientant le panneau de telle façon qu'il reçoive les rayons perpendiculairement. Ceux qui disposent d'un multimètre pourront facilement mesurer les tensions délivrées par le panneau en fonction de l'incidence des rayons et de la hauteur du Soleil sur l'horizon. On peut aussi fabriquer un luxmètre, voire un posemètre, en étalonnant un galvanomètre suffisamment sensible et en le branchant aux bornes du panneau solaire.

Notons que le panneau solaire ainsi fabriqué peut servir à alimenter directement un transistor-pocket fonctionnant sur 1,5 V à condition d'ajouter entre les bornes de la centrale un condensateur chimique de 100 µF au moins. Pour cet usage, il faut vérifier rigoureusement les polarités des connexions. Rappelons que le pôle négatif (—) correspond au recto, face bleutée, de la photopile. Le pôle positif (+) est évidemment au verso. Rappelons aussi que la librairie Science et Vie peut fournir les plaques de polystyrène en 1 et 2 mm d'épaisseur, ainsi que l'ouvrage de P. Courbier, Hobby-styrène, qui décrit de nombreux autres montages.

Renaud de LA TAILLE □

GO



Merissert-Cho Chi Kun

En récompense à son titre et suivant une coutume récente, Patrick Mérissert s'est vu offrir un voyage au Japon. Il a pu y rencontrer notamment Cho Chi Kun, Coréen de 20 ans, l'un des 10 meilleurs joueurs du monde. qui lui a proposé de prendre le handicap qui lui convenait ; Merissert, sagement a réclamé 4 pierres. Il vaut mieux tenter sa chance à 4 pierres que perdre dans l'allégresse à 3 pierres sans savoir comment.

Voici les commentaires des deux joueurs :

Cho : 6 est correct, mais je préfère 54

M. : 10 et 12 sont mauvais, je sais ! (pourquoi avoir choisi cette séquence ?).

A partir de 21, noir vit dans le coin selon un JOSEKI très classique (retenir 36, 40 et 42), mais inachevé ici.

Cho : 26 est mauvais ; il faut jouer 28 et si blanc joue 26, répondre 29.

M : je joue bien jusqu'à 46, meilleur en 47 (je n'avais pas vu que 51 forçait la réponse 54) ; apparemment 52 n'est pas bon, mais il a peut-être mal joué à cause de ce coup.

Cho : à partir de 57 je joue beaucoup de coups discutables : 57 devrait être en 70, 67 est mauvais et 73 est démesuré.

M : 84 est l'erreur fatale ; si je joue en 88 le groupe blanc est pris ; ensuite 87 est une erreur que je n'exploite pas : il y a un SHIBORI possible ; celui que je réalise est grotesque et la suite n'est évidemment notée que par humilité.

De fait si Patrick avait joué 84 en 88, Cho aurait eu bien du mal.

Note : le Shibori est une suite de coups qui permet, par l'utilisation d'une ou plusieurs pierres de sacrifice qu'on force l'adversaire à prendre, de constituer tout autour un mur sans trop de faiblesses ; celui dont parle Patrick aurait été, après 89, réponse en 96, 99, réponse 103 et enfin 92, réponse 105 ; c'eût été mieux.

Pierre AROUTCHEFF □

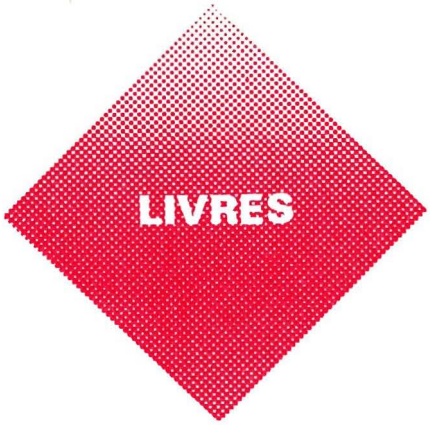
IL NE PÈSE PAS LOURD, MAIS IL FAIT LE POIDS.

505 g pour le boîtier, 205 g pour le moteur : même en ajoutant un objectif et des piles, le Minolta XG 2 ne surmènera pas vos muscles. Vous garderez ainsi toute votre souplesse pour jouer avec son déclencheur électromagnétique hypersensible : une caresse et la cellule se met en marche (et les diodes indiquant la vitesse s'allument dans le viseur) ; une légère pression et la photo est prise, sans le moindre "bougé". Avec le moteur d'entraînement, c'est jusqu'à 2 images par seconde que vous pourrez ainsi réussir. Et même au flash, si besoin est, car le nouveau flash électronique 200 X peut fonctionner beaucoup plus de 36 fois de suite, sans fatigue, à ce même rythme de 2 images/seconde. Utilisable à volonté en mode automatique ou en mode manuel, facile à transporter, à manipuler, à utiliser, le Minolta XG 2 est vraiment le plus "facile à vivre" des reflex 24 x 36.

Minolta XG 2

AUJOURD'HUI LES GRANDS APPAREILS SE FONT TOUT PETITS.

Minolta France SA - 357 bis, rue d'Estienne d'Orves - 92700 Colombes - Tél. : (1) 780.73.40



LE CORDONNIER D'APELLE, ET LA LITTÉRATURE

Une histoire antique, dont il faut dire que si elle n'est pas vraie, elle est en tous cas bien trouvée, rapporte que le peintre antique Apelle avait fait un portrait d'Alexandre le Grand. Ayant un doute sur le dessin de la sandale du héros, il appela un cordonnier. Le cordonnier, requis, donna son avis sur la sandale, puis sur le pied. Du pied, il commença à remonter vers la cheville, puis le mollet et il allait donner son avis sur le genou lorsqu'Apelle l'interrompit en ces termes : « Cordonnier, pas plus haut que la chaussure ».

Un certain nombre de spécialistes suit, depuis quelques années, l'exemple du cordonnier d'Apelle. On a ainsi vu des théologiens parler de médecine, des médecins, de théologie ; des astronomes, de sociologie, des sociologues, de biologie. Les économistes recourent à la thermodynamique et les thermodynamiciens à la psychanalyse. A la longue, la confusion et le bavardage qui s'ensuivent évoquent invinciblement deux souvenirs littéraires ; le premier est celui de l'épouvantable île volante de Laputa, telle qu'elle est décrite dans les « Voyages de Gulliver » et où d'intarissables phraseurs emplissent l'air de leurs radotages et le second est la phrase d'Henri Michaux : les neuf dixièmes du temps se passent à radoter.

L'un des exemples les plus éloquents de cet abâtardissement des genres nous est donné par le livre de **Jonas Salk,** le père du vaccin contre la polio qui porte son nom : le titre apocalyptique, **Qui survivra** (1), annonce bien la couleur. Pour être bref, le Dr Salk, qui a heureusement bien d'autres droits à l'estime que ce pamphlet évangélique, assure que l'homme est en perdition parce qu'il s'écarte de la Nature. Fallait-il arriver au XXe siècle pour voir ressusciter sous la plume d'un biologiste l'une des plus déplorables lunes médiévales, la célèbre querelle entre la physis et l'antiphysis ! Qu'est-ce donc que la « Nature » telle que l'entend le Dr Salk ? Après lecture de l'ouvrage, nous n'en avons qu'une vague intuition, dont nous n'encombrerons pas ces pages. Disons simplement que le Dr Salk est épouvanté par le spectre de la surpopulation, ce qui est fort bien, mais qui n'exige certes pas que l'on compare notre taux démographique à celui des mouches à fruits, ni des lemmings ; ce genre d'extrapolations sociobiologiques a mené plus d'un brave à considérer que les fourmilières sont l'idéal sociologique auquel l'homme devrait tendre. Et les rapports entre notre taux démographique et la nature nous paraissent bien filandreux, aussi filandreux que le style de cet ouvrage déplacé, dont voici un spécimen gratuit : « Je crois qu'une des causes majeures de la révolution « particulière » qui a lieu dans certaines parties du monde... résulte d'une transformation dans la relation de l'ETRE et de l'EGO ».

Nos cordonniers ont perdu de leur délicatesse d'antan. Membre de l'Académie Française, physicien éminent, ancien collaborateur de Louis de Broglie, directeur du laboratoire de physique de l'Ecole supérieure des hautes études, **Louis Leprince-Ringuet** a dû rencontrer récemment des atomes mal embouchés, car il intitule son dernier livre **Le grand merdier** (2). Eh oui, hélas ! Or, ce bourbier-là (car c'est bien de cela que vous voulez parler, monsieur le professeur ?) c'est tout simplement notre époque. Elle est décadente, permissive, trop raffinée... On y voit même, horreur ! des jeunes voyager en avion ! « Qu'ont-ils fait pour mériter cela, à savoir un vol transatlantique, parfaitement organisé, dans un avion géant, Boeing 747... qu'ont-ils fait ces jeunes en teeshirt et en jean, sinon de naître il y a quinze ans ? ». Le reste à l'avenant. Souvent inexact, comme l'affirmation selon laquelle « toute l'Asie de l'Est et du Sud-Est se trouve... opprimée », car ni l'Indonésie, ni les Philippines, ni Ceylan, ni le Japon ne donnent des exemples d'oppression intolérable. Passons. Et, dorénavant, avant de permettre l'accès des lignes internationales aux jeunes, on les tancera d'importance.

A qui s'étonnerait de notre irrespect, négligeant ainsi le fait que le respect s'attache à la compétence et non à l'homme et que l'opinion de Leprince-Ringuet sur la société ne vaut guère plus que celle de Mireille Mathieu sur les trous noirs, nous répondrons ceci : que l'époque soit troublée, certes ; mais il nous paraît plus utile d'en analyser les causes d'un œil neuf que de crier, comme on le fait depuis des millénaires, à la décadence des nouvelles générations. C'est comme le goût du pain, dont Pline l'Ancien, déjà, qu'il n'était plus ce qu'il avait été dans son enfance.

Enfin, **Carl Sagan,** astronome, américain fort à la mode depuis que ses espérances de trouver de la vie dans le sol martien ont été infirmées (on aime bien les héros malheureux) vient de rejoindre les rangs des cordonniers en publiant aux Etats-Unis **Les dragons**

de l'Eden (3). De quoi y parle-t-il ? Guère d'astronomie, mais de neurologie (cortex et néo-cortex, localisations cérébrales des centres spécialisés, olfaction, langage.,..). Il n'en parle d'ailleurs pas mal, mais l'ennui est qu'il ne dit absolument rien, mais rien de neuf. C'est de la compilation élégante. Eut-il parlé d'astronomie qu'il nous eut sans doute mieux informé. Ce cordonnier-là s'est voulu peintre.

« Ne forçons pas notre talent », disait le fabuliste. Mais aujourd'hui, on cite les fabulistes, on ne les écoute pas. En une époque qui aspire à l'interdisciplinarité, celle qui joint, par exemple, l'électronique à la biologie pour créer des schémas de meilleure compréhension des deux, l'on continue à nous donner des exemples de manque de discipline.

Gérald MESSADIÉ

(1) Fayard, 139 p., 33 F, 39 F franco.
(2) Flammarion, 251 p., 35 F, 42 F franco.
(3) Non encore paru en France.

J.-P. BRONCKART

Théories du langage

Pierre Mardaga, 358 p., 55 F, 63 F franco

JEAN-CLAUDE MILNER

De la syntaxe à l'interprétation

Le Seuil, 403 p., 89 F, 100 F franco

Depuis que Saussure, il y a quelque cent vingt-cinq ans, postula qu'un mot peut se transformer indéfiniment dans le cours de l'évolution du langage et que ces changements s'expliquent non par des facteurs extérieurs, mais par le système intrinsèque du langage et par les relations de celui-ci avec la société, la linguistique a pris son essor. Apparues alors absurdes, les idées de Saussure ont été développées, discutées, niées, déformées et métamorphosées. On a vu naître des branches et des théories aussi diverses que la phonétique, la « grammaire générative » de Noam Chomsky, le structuralisme linguistique de Roman Jakobson et de l'Ecole dite de Prague, également identifiée comme « structuralisme », l'anthropologie linguistique de Sapir, la psycholinguistique de Piaget et puis celle de Lacan et de Kristeva... On a aussi vu s'opposer des interprétations purement behaviouristes du langage, telles que celle de B.F. Skinner, selon qui le langage est commandé exclusivement par le rapport avec l'extérieur, et des interprétations psychologiques, plus ou moins dérivées de Piaget, selon qui le développement du langage chez l'enfant est d'abord autonome et puis devient social.

A qui s'intéresse à ces questions, d'une clarté relative et d'une langue souvent impénétrable au profane, nous conseillerons le livre de Bronckart, lui-même « psycholinguiste ». En dépit de son lexique volontiers abstrus, car ce n'est pas un livre de vulgarisation, mais une somme critique, c'est quand même l'un des instruments les plus accessibles de connaissance de la linguistique.

Si l'on a mordu au sujet, on pourra en aborder, avec de fortes pinces intellectuelles, le livre « Chomskien » de Milner...

G. M.

LUCIEN POIRIER

Des stratégies nucléaires

Hachette, 408 p., 55 F, 64 F franco

Depuis le premier jour de l'ère nucléaire, celle de l'explosion expérimentale de Los Alamos, le 16 juillet 1945, les rapports entre nations ont changé. Ils ont changé du fait que la guerre de conquête, celle qui remontait aux origines de la société, devenait impossible contre les détenteurs de l'arme atomique et leurs protégés. Théoriquement, du moins, car les appropriations de territoires, directes ou par personne interposées, ne se sont pas arrêtées pour autant, il s'en faut, soit directement, soit par armées interposées.

Une stratégie nouvelle est née et l'objet du livre de Lucien Poirier est d'en approfondir et d'en commenter les données fréquemment citées : dissuasion, forces de première ou de seconde frappe, etc., ainsi que les modifications offertes par le progrès technologique, telles que la miniaturisation des charges et l'accroissement de la précision des fusées porteuses. Il est certain, par exemple, que la bombe à neutrons, à la mise au point de laquelle la Chine s'attache actuellement, fait aussi que la stratégie nucléaire des années 80 sera très différente de celle qu'elle fut dans les années 60.

Il fallait bien un livre pour le dire et l'auteur, chef de la section militaire de l'Institut des Hautes Etudes de la Défense, est indiscutablement l'un des plus qualifiés pour l'écrire.

J.-R. G.

HAROUN TAZIEFF

La Soufrière et autres volcans

Flammarion, 158 p., 36 F, 42,50 F franco

Explosera, explosera pas ? Hippocrate disait oui, Galien, non. 800 000 Guadeloupéens furent évacués vers Pointe-à-Pitre, on s'en souvient, lorsqu'en août 76, la Soufrière entra en éruption. Venus exprès de la métropole pour ausculter le volcan, les Pr. Brousse et Allègre, de l'Institut National d'Astronomie et de Géophysique, avaient, en effet, conclu que la Soufrière préparait une éruption de première grandeur. Haroun Tazieff, qui n'est pas retombé de la première lave, disait lui, qu'elle n'exploserait pas. On l'accusa d'avoir formulé son opinion de loin : en fait, non seulement il alla, lui aussi, explorer le cratère du volcan, mais il manqua même y laisser la vie. Il eut raison.

Ce n'eut été là qu'un épisode de l'histoire de la vulcanologie, n'était que l'évacuation massive citée plus haut coûta à la France 300 000 000 F. Et qu'au volcan géologique s'ajouta le volcan psychologique des amours-propres. Dans le monde scientifique, on a l'épiderme sensible et l'humeur volontiers sulfureuse.

Tazieff donne sa version des faits. C'est un orfèvre qui parle. Les savants parisiens avait cru voir du magma frais : ce n'en était pas ; banale éruption phréatique, dit Tazieff. Sur quoi donc Brousse et Allègre se fondaient-ils ? Sur la présence de sphérules de verre fondu, indicatrices du magma fondu. Pas trace de ces sphérules, objecte Tazieff.

Les invectives échangées atteignirent la densité et la chaleur des nuées ardentes, tant redoutées à la Guadeloupe. « Fossiles ! » clamaient les uns, « Marginal de la science ! » objectaient les autres. Le gouvernement, qui avait suivi l'avis des professeurs, crut bien faire en recourant à l'arbitrage d'un comité de vulcanologues internationaux. Entre collègues, nos arbitres finiraient bien, sans doute, par donner la préférence à l'« establishment » contre Tazieff et l'on clôrait le débat. Hélas, nos arbitres abondèrent dans le sens de Tazieff. On enterra l'affaire, pour échapper au ridicule. Notre confrère « La Recherche » la déterra pour établir le bien-fondé de l'opinion de Tazieff et reçut pour sa peine une lettre du Pr. Mattauer, dans

laquelle celui-ci assimilait l'article favorable à Tazieff à un encouragement au charlatanisme.
L'affaire n'est pas close : Tazieff ne pouvait moins faire que d'assigner le Pr. Mattauer en justice, pour diffamation. Qu'on nous permette en cette circonstance de souhaiter un peu plus d'objectivité dans les débats scientifiques.
A l'issue de l'audience, qui s'est tenue en mars, Tazieff (mais aussi, a-t-on idée de s'appeler Haroun !) déclarait : « Je veux attirer l'attention du public sur le fait que le pouvoir a commis un véritable crime contre la sécurité des populations, en s'appuyant sur les équipes d'Allègre et Mattauer, lesquels pratiquent un exercice de la vulcanologie complètement illégal... »
On peut imaginer que l'« autre volcan » de La Soufrière donnera bientôt de ses nouvelles. Pour se tenir au courant d'un débat qui intéresse l'ensemble de la science française, de par les méthodes que l'affaire semble révéler, il faut lire le livre de Tazieff. Et souhaiter que MM. Allègre et Mattauer expliquent publiquement comment ils se sont trompés.

Jean-René GERMAIN

Flottes de combat 78

1 vol., 600 p., 28 × 22 cm, 350 F, 365 F franco

Les forces navales absorbent actuellement un peu moins de 17 % du budget militaire français. A l'échelon de l'Europe occidentale, c'est un pourcentage assez modeste : les Pays-Bas consacrent à leur Marine 24 % des crédits militaires ; l'Espagne, près de 22 % ; la Grande-Bretagne 28 %.
A moins d'une révision — espérée pour fin 79 — du plan de développement 1977-82, la Marine Nationale ne disposera, vers 1985, que de 250 000 tonnes de bâtiments, soit une diminution de 70 000 t par rapport à 1978. Dans les années qui viennent, de nombreuses unités construites durant les années cinquante — époque faste — atteindront en effet l'âge de la réforme.
Ce sont là quelques-unes des idées générales exprimées dans l'édition 1978 des Flottes de combat, volume abondamment illustré, à parution bisannuelle, qui constitue — en fait — une véritable revue de détail de toutes les Marines militaires du monde. En vedettes, toujours les deux « super-puissances ». Face à la marine soviétique, surtout forte de ses 320 sous-marins, dont 150 à propulsion nucléaire, l'US-Navy poursuit son effort. Depuis 1971, son budget est en expansion continue et il atteint aujourd'hui 34 % du budget global de défense. Au total, pas moins de 570 000 tonnes sont en construction aux USA. Quant à la Grande-Bretagne, elle conserve discrètement la première place en Europe Occidentale.

Serge CAUDRON

Encyclopédie alphabétique Larousse « Omnis »

180 F, 195 F franco

Cette nouvelle encyclopédie condensée n'échappe guère aux défauts de toute entreprise qui veut ménager chèvre et chou. Le chou, c'est l'ambition encyclopédique, la chèvre, la nécessité d'économiser l'espace. Cela tire parfois aux entournures. Ainsi, nous défions quiconque n'est pas familier de la linguistique de comprendre quoique ce soit d'utile dans l'article du même nom, où la référence au « distributionnalisme » n'est même pas éclairée par une entrée correspondante. Le chapitre de la photo est indigent. Quant au « chapitre » consacré à la biologie, il est vraiment navrant ; il ne fait guère le tiers de l'entrée consacrée à Rimbaud, qui est certes un grand poète, mais qui n'est pas plus important que la génétique, l'ingéniérie cellulaire, l'immunologie, etc., dans une tête bien faite. Et que dire de disproportions telles que celle-ci : 5 lignes à peine pour Max Planck, l'un des plus importants physiciens contemporains, et 7 lignes à « L'impératrice rouge », un film de Joseph von Sternberg, que l'on peut ignorer sans dommages ?...
Certes, il s'agit là de bavures inévitables dans une jeune encyclopédie et nous ne doutons pas que la prochaine édition soit plus sérieusement révisée. Et nos critiques, d'orfèvre, bien sûr, ne doivent pas enlever le mérite qui revient à cette petite encyclopédie assez maniable et somme toute plus que passable.

Gérald MESSADIÉ

● *Les ouvrages dont nous rendons compte sont également en vente à la Librairie Science et Vie. Utilisez le bon de commande p. 167.*

Livres reçus

Charles de Préaumont : ***La médecine à portée de la main***

Ed. Larousse, Que faire ? 190 p. 28 F, 33 F franco

Déterminer l'opportunité du recours au médecin, comprendre le sens des consultations, connaître l'appareillage utilisé en médecine, c'est ce que vous propose ce livre. Nombreuses illustrations.

Pierre Talbot : ***Sport, santé et forme***

Ed. Larousse, Que faire ? 192 p., 28 F, 33 F franco

Enfin le sport, le travail et la vie quotidienne conciliés.

Louis Frédéric : ***Manuel pratique d'archéologie***

Ed. Laffont, 430 p., 59 F, 69 F franco

Cette réédition propose des méthodes pratiques et de fouilles archéologiques. Partant de la prospection, l'auteur donne aux futurs archéologues des notions géologiques utiles et détermine les méthodes technologiques de datation réalisées sur les vestiges découverts. Un ouvrage de base et un chef-d'œuvre de clarté.

Pierre Audibert et Danièle Rouard :

Les énergies du soleil

Ed. du Seuil, Points Sciences, 316 p. 20 F, 25 F franco

L'ouvrage que l'on attendait en France sur l'énergie solaire. Sur un sujet aussi vaste et controversé, il était difficile de concilier une documentation complète et sérieuse avec une présentation et un style très agréable.

Anthony Sampson : ***La foire aux armes - Le grand jeu des firmes et des États***

Ed. Laffont, 393 p., 59 F, 69 F franco

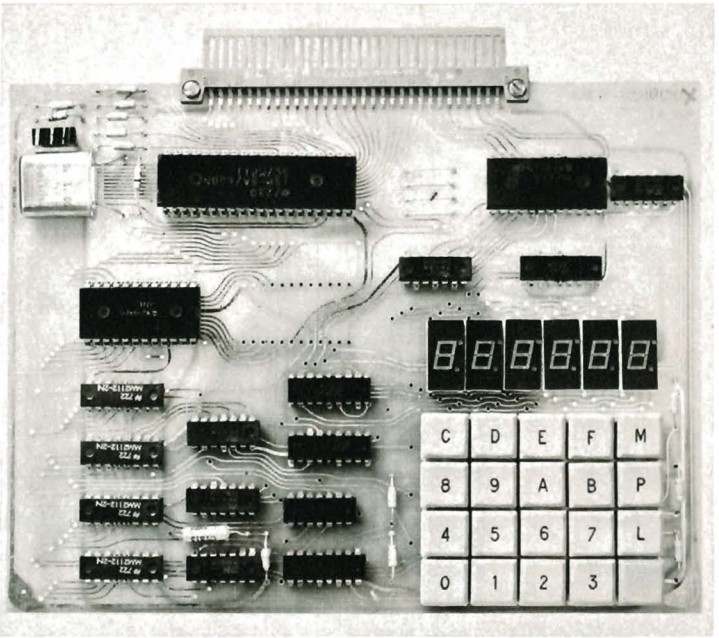
La course aux armements et la limitation des armes sont des sujets brûlants d'actualité. L'auteur fait une synthèse du commerce des armes à travers l'histoire de leur industrie et l'influence qu'elle a eue.

Martin Gardner : ***Les casse-tête mathématiques de Sam Lloyd***

Ed. Dunod, 342 p., 58 F, 67 F franco

Les jeux logiques et autres casse-tête connaissent un succès croissant. Il était temps de rendre hommage à Sam Lloyd, ce génial précurseur de la fin du XIXe siècle ; ce recueil de 163 problèmes sélectionnés par Martin Gardner est préfacé par notre collaborateur Pierre Berloquin. Déconseillé à ceux qui n'aiment pas réfléchir.

INFORMATIQUE



RUSH SUR LES MICRO-ORDINATEURS

Une nouvelle boutique d'ordinateurs en kit va ouvrir ses portes à Paris. Sa première originalité : vendre un ordinateur en kit entièrement conçu par une équipe française et plus particulièrement orienté vers les automatismes : conduite de trains électriques, pilotage des appareils électroménagers, guidage des matériels de laboratoires scientifiques ou de machines-outils. Sa seconde originalité : être un forum plutôt qu'une simple boutique.

« Notre but, précise l'un des responsables de la boutique, est d'aider les gens à concevoir leurs programmes, à imaginer des applications. Nous sommes là pour donner des conseils » (qui notons-le, seront gratuits). Son troisième point fort : le prix. Ce micro-ordinateur, vendu par la boutique EMR, 185, avenue de Choisy, 75013 Paris, est le moins cher du marché français : 985 F TTC. Bâti autour d'un microprocesseur SC/MP11 de National Semiconducteur, il possède une mémoire de 1 K octet et 1/2 K octet de RAM, un cadran d'affichage à six chiffres, un clavier d'entrée de données à 20 touches, un moniteur d'aide de la mise au point des programmes et une alimentation unique (+ 5). A tout cela, on peut adjoindre des cartes de mémoire vive (jusqu'à 64 K), des cartes d'interfaces pour relier le micro-ordinateur à un magnétophone cassette, ou pour lui permettre de transmettre des informations par ligne téléphonique. Une liaison micro-ordinateur-écran de télévision est également prévue. A l'heure actuelle, la société EMR a déjà vendu 600 de ces toutes petites machines : aux enseignants d'abord (universités, lycées techniques, IUT, etc), à des laboratoires scientifiques comme ceux du CEA, à des PMI, à des hôpitaux et à quelques passionnés de l'informatique.

HANDICAPES

UNE MINI-IMPRIMERIE BRAILLE

Le Simulbraille, fabriqué par la société Futura SNC (B.P. 48, 18013 Diano Marina, Italie) est une sorte de mini-imprimerie qui permet : d'écrire avec les systèmes braille accessibles aux non-voyants ou en caractères communs, d'imprimer des circulaires dans les deux systèmes et d'exécuter des opérations arithmétiques avec des chiffres et des symboles accessibles simultanément aux voyants et aux non-voyants (voir article « la machine qui lit et qui parle » page 109).

C'est une excellent moyen de communication à la maison, au travail, à l'école entre aveugle et voyant. L'appareil se prête en outre, à des passe-temps tels que mots croisés et batailles navales.

Primé au Salon International des Inventions de Genève en 1976, cet appareil astucieux et utile coûte actuellement 270 F prix usine. Il est en vente directement chez le fabricant.

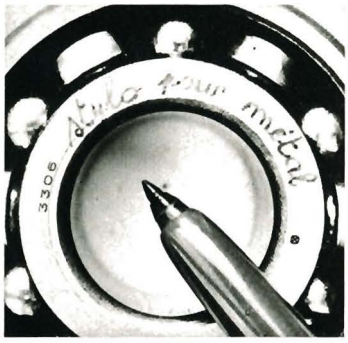
BRICOLAGE

DES STYLOS POUR PEINDRE...

Voici le plus petit pistolet à peinture du monde. Gros comme un stylo, il tient dans le creux de la main et pulvérise des traits de 1 à 50 mm d'épaisseur suivant le modèle. Les dessinateurs, artistes et autres amateurs de modélisme trouveront bien pratique ce nouvel outil. D'au-

tant plus que celui-ci pulvérise la peinture mais aussi tout autre liquide (huile, dégrippant, anti-

rouille, etc.). La pulvérisation est assurée par l'air comprimé amené d'une bombe par un fin tuyau. Le jet projeté se règle par le bouton de déclenchement air-peinture ou la vis d'ajustage de la pointe du pistolet. La quantité de peinture peut-être dosée au cours de la pulvérisation. Il existe 5 modèles adaptés aux besoins particuliers de l'économique (110 F) pour peindre des modèles réduits au record (572 F) pour les retouches photos toujours délicates même pour un professionnel.



...ET POUR ÉCRIRE SUR DU MÉTAL

Ce stylo à métal permet de marquer, signer et désigner sur le métal de la même manière que sur le papier. Il peut écrire sur l'acier, le cuivre et ses alliages, le nickel, l'étain, le fer blanc et les composés métalliques à base de plomb.
Comme un stylo à encre classique, le stylo à métal est alimenté par des mines interchangeables qui, cette fois, contiennent une solution acide. C'est, en fait, le principe de la gravure à eau forte réduite à la taille d'un stylo grâce à la réalisation d'une tête de mine, qui laisse écouler une quantité infime de solution acide dès que la pointe est soumise à une pression légère. Une aiguille fixée en tête de mine assure l'ouverture et l'obturation de celle-ci. Une coloration noire apparaît presque instantanément sur le métal. Cette réaction est plus ou moins longue suivant la nature du métal. Chaque stylo est équipé de deux mines, l'une à action intensive pour métaux lourds, l'autre à action moins pénétrante pour les aciers inoxydables et les métaux sensibles à la corrosion.
Prix : 44 F avec les deux mines interchangeables. Ces deux produits sont distribués par S.P.I., 5, quai des Tilleuls, B.P. 83, 67160 Wissembourg.

LOISIRS

UN SKATE A TROIS ROUES

J.R. Roustan

Ce skate-board que lance pour l'été la firme française de jouets Meccano, est à 3 roues. Il se conduit agenouillé, grâce à une poignée à l'avant sur laquelle l'enfant prend appui et une autre, décentrée sur la gauche, qui lui permet de se guider. Le centre de gravité étant plus bas et le polygone de sustentation plus grand, ce skate-board est plus stable que les skates traditionnels.
La planche, longue de 60 cm, est courbée et moulée dans un composé de la famille des polypropylènes avec, à l'emplacement du genou, un rembourrage en mousse expansée très souple. La roue directionnelle (à l'avant) est en uréthane, les deux autres en un composé compact nylon. Seule la roue avant est montée sur un pivot en plastique, les deux autres suivent le mouvement imposé. L'axe support de la roue décentrée est métallique. De par sa conception, ce skate à 3 roues baptisé par Meccano « Roller-side » est mieux adapté à la vitesse. Reste à savoir si par rapport à un skate-board classique, le Roller-side permet d'aussi nombreuses possibilités d'évolutions. L'absence totale de vrais trucks (pièces de suspension et d'orientation des roues) permet d'en douter. De plus, toutes les roues n'ont pas la même adhérence puisqu'une seule est en uréthane. Prix : 200 F.

DES BALISES « TOUTE SÉCURITÉ » POUR PISTES DE SKI

Les stations de sports d'hiver réservent, pour l'an prochain, une surprise aux skieurs casse-cou des balises de piste « toute sécurité ». Conçues par la Société Alpha-Point (54, rue de la République, 92800 Puteaux), ces balises ont des articulations en plusieurs points qui leur permettent de se plier puis de se redresser lors d'un choc avec un skieur ou lors d'une rafale de vent. Ces piquets sont en dural et les articulations sont en rilsan ou en laiton. Des projets sont à l'étude pour fabriquer un piquet-balise tout plastique. Ceux qui sont commercialisés à l'heure actuelle pèsent 1,8 kg.
Ils sont destinés de préférence aux endroits critiques comme les virages ou les intersections. Quant à la balise en mousse, elle peut recevoir les textes et inscriptions désirées grâce à un procédé de sérigraphie. Vendus séparément selon les besoins de la station, piquets et balise peuvent être réunis dans un seul article comme sur la piste Tortollet sur la Masse des Menuires. Prix : 200 F le piquet-balise, en moyenne, selon la quantité commandée. Cette jeune société Alpha-Point équipera également dans un proche avenir des pistes de skate-board et de moto-cross avec le même procédé adapté.

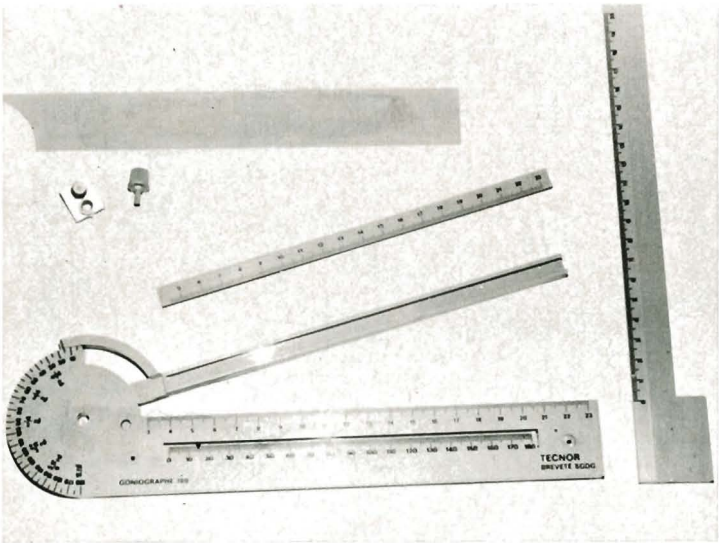
SIPA-PRESS

DES MURS ET DES PRODUITS ANTIGRAFFITIS

Le mur LEM, conçu par les établissements Lemaire (323, rue de Paris, 95150 Taverny) est composé d'éléments préfabriqués sous forme de plaques assemblables en travées de 2 mètres et de hauteur variable, fixées sur des poteaux en béton. Cet ensemble modulaire trouve sa place dans toute réalisation traditionnelle de clôture de protection.
Deux particularités le distinguent néanmoins des autres constructions du même type. L'aspérité de sa surface gravillonnée rend difficile les possibilités d'écriture et d'affichage sauvage. Le matériau qui constitue sa face extérieure, un granulat en schiste concassé et criblé expansé à 1 150 °C, affaiblit sensiblement le niveau sonore environnant. En outre, il est incombustible, sans risque de corrosion ou d'atteinte par le gel.
Néanmoins, comme en ces périodes post-électorales, il est trop tard pour faire construire des murs anti-graffitis, la société Wienwald (41, rue Pétion, 75011 Paris) proposent des produits qui décollent les affiches (le DA 53) et effacent les graffitis (le EG 40). Ce sont des mélanges de produits halogénés et d'esters, couramment utilisés comme dissolvants de peintures ou émulsifs de résines.
Le DA 53 se présente sous la forme d'un produit laiteux et s'applique avec une éponge ou un pulvérisateur. Au bout de quelques minutes, l'affiche se décolle toute seule. Même si plusieurs affiches sont superposées, bien imprégnées de produit, elles s'enlèveront. Le DA 53 permet également de retirer les inscriptions de crayons feutres sur les peintures en les frottant avec un chiffon ou du scotch-brite.
Le EG 40 efface toutes les sortes d'inscriptions (peintures, émulsions, glycérophtaliques, polyuréthanes, cellulosiques, goudrons, etc.) sur des supports non synthétiques tels que la pierre, la brique, le béton, le bois et le métal. Il suffit de recouvrir l'inscription avec le produit, de le laisser agir 5 à 10 mn puis de frotter avec une brosse dure. Le EG 40 se présente sous deux formes : un liquide incolore ou un gel translucide.
Enfin, à titre préventif, la société Wienwald propose également le D 1608 qui est un gel de silicone antiadhérent. Il protège toute surface solide contre l'affichage, les inscriptions à la peinture et même les fientes de pigeons. Tous ces produits intéressent aussi bien les particuliers que les architectes ou les municipalités. Ils se vendent par 30 litres minimum. DA 53 : 24 F le litre, EG 40 liquide : 40 F le litre, EG 40 épaissi : 45 F le litre et D 1608 : 35 F le litre.

METROLOGIE

INITIATION PRATIQUE A LA TRIGONOMÉTRIE



Par superposition, cette règle évalue les écarts d'angle et les rapports trigonométriques.

Primé au dernier Salon des Inventions de Genève, le Goniographe 180, fabriqué par la Société Tecnor (15, rue des-Petits-Champs, 67300 Schiltigheim) est un appareil de mesure de conception toute nouvelle. Destiné aux lycéens, collégiens et autodidactes, il est conçu pour faire comprendre des notions élémentaires concernant les problèmes d'angles, que ce soit la mesure d'un écart angulaire entre deux directions, l'initiation concrète à la trigonométrie et les tracés d'angles ou d'arcs de cercles, de rayons et d'amplitudes angulaires données. L'appareil se présente sous la forme d'une règle articulée grâce à un système de crémaillère, à laquelle il faut ajouter deux réglettes graduées accessoires. Par simple superposition des réglettes adéquates et des échelles linéaires ou en radians correspondantes, l'appareil permet la visualisation et l'évaluation immédiate d'écarts d'angles, de rapports trigonométriques ou remplace tout simplement une équerre usuelle (grâce à une goupille bloquante à 30, 40, 60 et 120°). Avec le curseur porte-mine, il est possible de tracer des arcs de cercles. Utile pour bien assimiler des bases mathématiques, somme toute très abstraites, le Goniographe 180 semble malheureusement pécher par son manque de précision. Prix : 36 F T.T.C.

MEDECINE

LUMIÈRE FROIDE POUR CHAMP OPÉRATOIRE

La firme Angénieux qui s'est taillée une réputation internationale pour la qualité de ses objectifs, notamment ses zooms, est aussi l'une des plus avancées en matière de traitement. La maîtrise de cette technologie lui a permis de mettre au point un nouveau système d'éclairage de blocs opératoires en lumière totalement froide. A cet effet, les réflecteurs sont équipés de verres traités pour laisser passer la quasi-totalité du spectre visible et arrêter la totalité de l'infrarouge. Ce résultat est obtenu par application sous vide de 45 couches du type anti-reflets. Un système par tube permet d'évacuer la chaleur ainsi réfléchie par le traitement anti-reflet.
Le projecteur Angénieux apporte un éclairement de 130 000 lux et une lumière réglable en intensité. Toutes les normes exigées pour l'éclairage d'un champ opératoire sont respectées.

CINEMA

PREMIÈRE CAMÉRA FRANÇAISE CONSTRUITE AU JAPON

La Beaulieu 1008 XL, qui est actuellement lancée sur notre marché pour moins de 3 600 F, est la première caméra super 8 sonore relativement simple proposée par Beaulieu. Cette caméra, dérivée d'une Bell et Howell, est construite au Japon.
Les caractéristiques de la 1008 XL en font une caméra d'emploi facile. Elle est équipée d'un zoom macro 1:1,2 de 7-45 mm. La variation de focale est à commande électrique (2 vitesses) ou manuelle. Les fréquences

sont de 18 et 24 im./s en utilisation sonore et, en plus, de 9 et 36 im./s en muet. L'appareil comporte le vue par vue et une synchronisation au flash.
Une cellule CdS assure le réglage automatique du diaphragme pour des sensibilités de 25 à 400 ASA. Des corrections peuvent être programmées, notamment pour les contre-jours.
Aucun gadget inutile n'équipe la 1008 XL : les seuls perfectionnements prévus sont le fondu (image et son simultanément), une prise de télécommande et une prise écouteur. Cela nous semble largement suffisant pour une caméra sonore.
La mise au point se fait selon le système Bell et Howell, par séparation dichroïque (image dédoublée en bleu et rouge lorsque le point n'est pas fait).

▶▶ ***Une chaine compacte de 31 watts par canal.*** *Nouvelle chaîne Hi-Fi compacte chez Saba. Le tuner, d'une sensibilité de 1,1 microvolt atteint 31 W efficaces par canal. Huit touches commandent la radio et le tourne-disque est à chargeur. Prix environ 3 460 F.*

UN PROJECTEUR SUPER 8 SONORE HAUTE-FIDÉLITÉ

Le premier projecteur super 8 de hautes performances, réalisé par Beaulieu, le 708 EL, est disponible sur le marché, au prix moyen de 7 800 F. Le Beaulieu 708 EL a été conçu pour projeter des images parfaitement lumineuses, nettes et stables, pour reproduire des sons en haute fidélité et pour donner aux amateurs la possibilité de contrôler le mixage des sons qu'ils ajoutent à leur film original.

Pour parvenir à ces résultats, les ingénieurs de la firme de Romorantin ont fait appel à des solutions originales, dont la plupart sont empruntées aux techniques professionnelles.

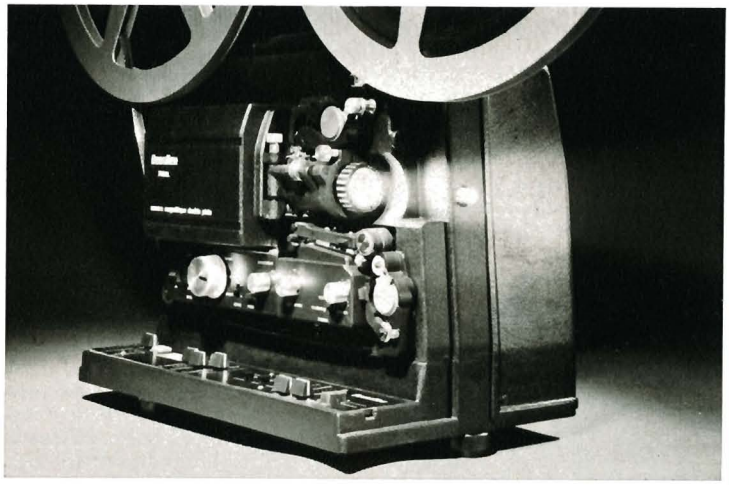
En général, les projecteurs pressent le film côté émulsion. Lorsqu'il y a des variations de l'épaisseur du support, la distance entre l'émulsion et l'objectif varie. La mise au point est déréglée. Les images risquent d'être floues, surtout si l'objectif est très lumineux et donc à faible profondeur de champ. Sur le projecteur Beaulieu 708 EL, le presseur appuie du côté support. Il encaisse les différences d'épaisseur et maintient toujours l'émulsion contre le couloir. La distance entre l'émulsion et l'objectif ne varie pas. Les images sont toujours nettes.

Pour accroître la luminosité, le projecteur a été équipé d'une lampe halogène de 150 watts à miroir dichroïque et d'un zoom Schneider Xenovaron (11-30 mm) traité « multicouches » à grande ouverture de 1:1,1.

Pour assurer un défilement parfaitement stable du film, la griffe d'entraînement est double, comme sur les projecteurs professionnels.

Le projecteur Beaulieu 708 EL est équipé d'un amplificateur de 25 watts efficaces et de 2 moteurs, l'un pour l'image, l'autre pour le son. Ils réussissent à transformer électroniquement le défilement saccadé du film au niveau de l'image en un mouvement parfaitement coulé devant les têtes magnétiques d'enregistrement du son. Pratiquement, un palpeur à la sortie des têtes magnétiques commande la régulation de la vitesse d'entraînement au niveau du moteur image. Résultat : bande passante de 50 à 12 000 Hz et distorsion de 0,2 %.

Le Beaulieu 708 EL lit séparément ou ensemble les 2 pistes du film super 8. Il enregistre sur l'une ou sur l'autre. Il est le seul à posséder simultanément ces 2 possibilités bien connues des ingénieurs du son : « le transfert de piste synchrone » et la « tête monitoring ».



Le transfert de piste sert à mettre en réserve le son original sur la piste de compensation afin de faire des surimpressions en toute sécurité sur la piste principale. La tête monitoring est indispensable pour contrôler en permanence la qualité des enregistrements, transferts et mixages. Ces deux caractéristiques font du projecteur 708 EL une véritable console de mixage.

Ce projecteur possède bien d'autres perfectionnements, par exemple, il accepte des bobines de 700 m, soit la durée d'un grand film. Ses caractéristiques essentielles sont les suivantes : objectifs interchangeables, 18 et 24 im./s, chargement automatique, rattrapage de boucle, compteur digital, contrôle par vu-mètre, transfert d'une piste sur l'autre, surimpressions sonores, sortie de synchronisation (1 top par image), contrôle séparé des graves et des aigus. Le pleurage est inférieur à 0,2 % (ou 0,25 % en pondéré). Le 708 EL mesure environ, bras repliés, 37 x 23 x 31 cm.

PHOTO

UN MULTIPLICATEUR DE FOCALE POUR ZOOM

Vivitar vient de créer un multiplicateur de focale spécialement adapté à un zoom de la marque, l'AFM 3,8 de 70-150 mm. Il permet le changement de la zone d'amplitude qui devient ainsi 140-300 mm. Calculé pour la formule optique du 3,8/70-150 mm ce multiplicateur conserve la qualité optique du zoom employé seul.

Sous un encombrement réduit, on peut ainsi disposer de focales de 70 à 300 mm qui couvrent l'essentiel des conditions de prises de vues aux télé-objectifs. De plus, cet encombrement (poids total 730 g, longueur totale 158 mm, le zoom seul mesurant 112 mm) est adapté aux équipements compacts actuels. Il est à noter que, dans la position 300 mm, la mise au point minimale reste à 1,50 m, ce qui est exceptionnel. Par contre, le multiplicateur impose une perte de deux diaphragmes. Ce multiplicateur est disponible dans les montures Nikon, Canon, Minolta, Konica, Pentax (K et M42) et Olympus.

CANON-KONICA : DES TENDANCES OPPOSÉES

Deux nouveaux appareils arrivent sur le marché, le Canon A-1 et le Konica Autoreflex T4. Le premier est dans la ligne de la nouvelle génération Canon qui vit le jour avec l'AE-1 : c'est un électronique comportant notamment un microprocesseur qui a permis de multiplier à l'extrême les automatismes et les informations destinées à l'opérateur. Le Konika Autoreflex T4, par contre, reste dans l'ancienne tradition de l'Autoreflex T (modèle qui fut suivi par les T2 et T3) : c'est un automatique équipé d'un obturateur mécanique et d'une cellule CdS.

Seules quelques caractéristiques nouvelles apportent des améliorations au T3 : l'entraînement a été modifié pour permettre l'emploi d'un moteur (permettant jusqu'à 2 im./s en rafale), la plage d'utilisation du posemètre à cellule CdS a été allongée : pour 100 ASA, de 1 s à 1,4 jusqu'à 1/1 000 s à 16, le boîtier est devenu plus compact (proche du modèle Konica TC). Pour le

reste, à quelques détails près, nous retrouvons sur l'Autoreflex T4 les possibilités du T3 : automatisme par réglage du diaphragme (après choix de la vitesse), emploi possible en semi-automatisme, mémorisation possible des mesures, pondération de ces mesures en fonction de l'objectif employé, obturateur métallique Copal, vitesses de 1-1/1 000 s et pose B, retardateur jusqu'à 10 s et interrupteur d'alimentation.

Le Canon A-1, à l'opposé, est un appareil qui a permis, en particulier, d'offrir trois automatismes, au choix, aux photographes : réglage automatique de la vitesse (de 30 s à 1/1 000 s) après affichage d'un diaphragme, réglage automatique du diaphragme après choix d'une vitesse, automatisme par programme avec lequel l'appareil choisit lui-même le couple vitesse-diaphragme. Pour 100 ASA, ce programme s'échelonne de 8 s à 1,4 jusqu'à 1/1 000 s à 16.

Les fonctions du Canon A-1 ne s'arrêtent pas à ces trois possibilités. En voici quelques-unes encore : en pressant légèrement sur le déclencheur ou sur une touche spéciale, la vitesse et le diaphragme s'affichent en clair dans le viseur ; les diaphragmes qui n'existent pas sur l'objectif en service ne peuvent pas apparaître dans ce viseur ; si la limite de couplage de l'appareil est dépassée, la plus petite ou la plus grande ouverture est affichée en signal clignotant (cas de l'automatisme du diaphragme), ou bien l'une des vitesses extrêmes (30 s ou 1/1 000 s) est affichée en signal clignotant (cas de l'automatisme de la vitesse), ou bien encore les limites de couplage du programme sont affichées en signaux clignotants (cas de l'emploi de l'automatisme par programme) ; en cas de fausse manœuvre, une série de lettres E apparaît clignotante dans le bas du champ de visée. Bien entendu, l'A-1 est utilisable au flash électronique en automatisme (le 1/60 et la lettre F s'inscrivent dans le viseur). Lorsqu'on emploie l'appareil en pose, dans le viseur apparaissent les sigles BU-F et le diaphragme en service. L'appareil est utilisable en fonctionnement manuel : la lettre M et le couple vitesse-diaphragme sont alors affichés dans le champ.

Le Canon A-1 reçoit deux moteurs : le type A de l'AE-1 et le type MA conçu pour lui. Parmi les autres caractéristiques du Canon A-1, mentionnons encore : la programmation de cor-

rections automatiques dans les limites de 2 diaphragmes ou 2 vitesses, un contrôle de pile par diode lumineuse, un déclencheur électro-magnétique, la possibilité de faire des surimpressions, un volet d'oculaire, la possibilité de couper l'affichage des données par diodes lumineuses (pour réduire la consommation d'énergie et augmenter la vie des piles), la possibilité de changer le verre de visée (mais seulement chez l'importateur). Enfin, il faut préciser que la luminosité des diodes est variable, augmentant automatiquement lorsque la lumière dans le viseur augmente.

Avec le Canon A-1, l'automatisme de l'exposition et les fonctions du boîtier atteignent ainsi des limites qu'aucun photographe n'a jamais souhaitées. L'appareil peut tout faire, mais exigera de son utilisateur des connaissances précises pour être véritablement exploité. Nous sommes loin de la conception initiale de l'automatisme qui devait décharger le photographe de toutes connaissances techniques. Se pose aussi le problème de la fiabilité d'un tel matériel : résistance aux chocs, stabilité des étalonnages au vieillissement, durée de vie des circuits, consommation de piles... Il faudra voir à l'usage. En attendant, on peut se demander si la formule Konica T 4 n'est pas la plus sûre et la plus sage.

SON

UNE CASSETTE ADAPTÉE A TOUS MAGNÉTOPHONES

Agfa-Gevaert a mis sur le marché une nouvelle cassette pour le son, avec bande à base d'oxyde de fer, la Super-ferro Dynamic I. Cette bande est conçue pour répondre aux conditions d'utilisation requises par les appareils de la plupart des marques. Elle offre une meilleure qualité sonore en réglage Fe des magnétophones. Les améliorations se chiffrent comme suit : gain de 2 dB dans les aigus et dans le niveau maximal de modulation, réserve de modulation de 2 dB, faible taux de distorsion. Les cassettes existent en 3 durées : 60, 90 et 120 minutes.

DES HAUT-PARLEURS POREUX POUR AMÉLIORER LES GRAVES

Dans la technologie moderne, il est des domaines où la machine et l'ordinateur sont restés impuissants. Ainsi en est-il de la confection des lentilles des objectifs. Rien n'a encore pu remplacer la main de l'homme pour finir le polissage de la surface des lentilles aux performances élevées. Ainsi en est-il également de la fabrication des haut-parleurs et des enceintes acoustiques où l'on continue de faire appel à des techniques empiriques et au savoir faire des hommes.

Pour la construction des enceintes, chaque firme a ses méthodes de travail et, d'année en année, les procédés nouveaux, les astuces techniques fleurissent pour tenter d'éliminer certaines distorsions, améliorer un rendement.

Ainsi, au dernier Festival du Son, Fisher a-t-il proposé une nouvelle génération d'enceintes, les STE 1110 100 W-STE 1150 150 W - STE 1200 200 W équipées de haut-parleurs graves à membrane en métal poreux. Celle-ci est constituée d'une structure de 2 mm de nickel poreux, emprisonnant 98 % d'air, revêtue d'une couche de 20 mm d'aluminium, la liaison entre les deux matériaux étant réalisée à l'aide d'une résine époxy. Cette technologie a pour but essentiel d'améliorer la réponse impulsionnelle et de diminuer les résonances génératrices de coloration. Les caractéristiques du modèle haut de gamme STE 1200 correspondent ainsi à de bonnes performances auditives, avec une bande passante à ± 2 dB de 50 Hz à 30 kHz ; la distorsion est inférieure à 0,5 % au-dessus de 50 Hz.

SON

LA STÉRÉOPHONIE AVEC 3 ENCEINTES ACOUSTIQUES

Avec l'Elipse 3 la firme Elipson fait éclater l'enceinte acoustique en trois éléments : un caisson pour la partie basse du spectre et deux petites enceintes pour la partie médium-aigu. L'enceinte destinée au grave ne transmet que les fréquences inférieures à 120 Hz. La radiation de cette partie du spectre étant parfaitement omnidirectionnelle, il est désormais possible de se passer de deux enceintes séparées pour la stéréophonie, à condition, bien entendu d'opérer un mélange des deux canaux. C'est précisément le rôle du caisson de l'Elipse 3.

Les avantages de cette formule sont importants : les résonances du local d'écoute sont nettement moins accentuées avec un élément unique placé plus loin des parois que ne le seraient deux enceintes traditionnelles ; la fréquence de coupure basse (120 Hz) est située largement en dehors de la zone de sensibilité maximale de l'oreille ; la reproduction si difficile du bas-médium échappe ici totalement à l'élément chargé de l'extrême grave. La clarté et la définition de cette zone critique y gagnent considérablement.

Les caractéristiques de dispersion spatiale des haut-parleurs dépendent étroitement de la forme et des dimensions de l'enceinte sur laquelle ils sont montés. Les surfaces de grandes dimensions et les arêtes vives apportent inévitablement d'importantes perturbations dans la distribution spatiale de l'énergie sonore. Avec les faibles dimensions des enceintes médium-aigu, ces défauts sont virtuellement inexistants. La face avant, qui reçoit les haut-parleurs, est minimale eu égard aux dimensions de ces derniers. La forme même des enceintes procède du même souci. De nombreux essais, précise le fabricant, ont permis de déterminer une forme semi-cylindrique, extrêmement favorable à une dispersion spatiale optimale. Les diagrammes de directivité, réalisés tant en bruit qu'en fréquences fixes dénotent une très faible directivité associée à une bonne régularité (absence totale de lobes secondaires), éléments indispensables à une bonne restitution stéréophonique. L'écoute confirme par ailleurs la valeur de ces paramètres : l'image stéréophonique est très stable tant en profondeur qu'en largeur, les plans sonores sont très nettement définis.

La forme semi-cylindrique adoptée apporte d'autres nombreux avantages. Les ondes stationnaires internes, qui ne manquent pas de naître à l'intérieur du coffret, ne se réfléchissent pas sur des surfaces parallèles comme c'est le cas dans une enceinte parallélépipédique. Ces ondes stationnaires de faible amplitude sont ici absorbées par un matelassage interne. De plus, la rigidité des parois est notablement augmentée par rapport à un coffret réalisé à partir de panneaux plans. L'émission parasite des parois est ici réellement très faible.

D'un point de vue pratique, la reproduction de l'extrême grave est assurée par deux haut-parleurs de 13 cm montés en charge symétrique. Cet élément assure le mélange des deux canaux dans cette partie du spectre, ainsi que leur filtrage acoustique. L'adoption de la charge symétrique a permis de se passer de filtres passifs nécessairement coûteux et encombrants pour une fréquence de coupure aussi basse (120 Hz). Cependant, les filtres chargés de la transition médium-aigu sont inclus dans le caisson. Chaque enceinte médium-aigu, d'autre part, contient un haut-parleur de 13 cm chargé par une enceinte close. Celui-ci est coupé à 5 kHz. Un tweeter à dôme de 19 mm prend le relai pour l'aigu. Sa réponse est linéaire jusqu'à 40 kHz.

Chez votre
marchand de journaux

les numéros «HORS SÉRIE» disponibles

SCIENCE et VIE

POUR RÉPONDRE A LA DEMANDE DE NOMBREUX LECTEURS, NOUS INDIQUONS CI-DESSOUS UNE SÉLECTION DE NUMÉROS HORS SÉRIE ENCORE DISPONIBLES

- N° 96 AUTO 71-72 (1971)
- N° 98 MARINE (1972)
- N° 99 NUTRITION ET DIÉTÉTIQUE (1972)
- N° 100 AUTO 72-73 (1972)
- N° 101 PHOTO CINÉ SON (1973)
- N° 102 INFORMATIQUE 73 (1973)
- N° 103 AVIATION 73 (1973)
- N° 104 AUTO 73-74 (1973)
- N° 105 HAUTE FIDÉLITÉ (1973)
- N° 106 ENVIRONNEMENT
- N° 108 CHEMIN DE FER 75 (1974)
- N° 109 PHOTO CINÉ (1974)
- N° 111 AVIATION (1975)
- N° 113 HI-FI ET SONS 76 (1975)
- N° 115 LA MER (1976)
- N° 117 MALADIES DE CIVILISATION (1976)
- N° 118 PHOTO-CINÉ 77 (1977)
- N° 119 AVIATION 77 (1977)
- N° 120 GÉNÉTIQUE-ANTHROPOLOGIE (1977)
- N° 121 LA TERRE NOTRE PLANÈTE (1977)
- N° 122 LE MONDE VÉGÉTAL (1978)

BON DE COMMANDE

à découper ou recopier et à retourner à Science et Vie, 5, rue de la Baume - 75382 Paris Cedex 08

VEUILLEZ M'ENVOYER LES NUMÉROS HORS SÉRIE :

N° .....

JE JOINS 10 F (franco) par EXEMPLAIRE

RÈGLEMENT A L'ORDRE DE SCIENCE ET VIE

☐ C.C.P. 3 volets (sans indiquer le n° de compte) ☐ C. Bancaire ☐ Mandat Poste

NOM ..... PRÉNOM .....

ADRESSE .....

.....

(suite de la page 67)

constaté, qu'en cas de malnutrition ou de sous-alimentation de la mère, le fœtus est le premier servi par l'organisme.

La sociobiologie, pourtant, n'exclut pas l'héritabilité de traits altruistes — pour autant que les résultats d'un comportement altruiste favorisent la survie d'un maximum des gènes du porteur. L'altruisme, en fait, est une forme d'égoïsme génétique : l'oiseau qui s'expose pour alerter les siens à l'approche d'un faucon protège une grande quantité de ses propres gènes portés par ses congénères ; les insectes femelles mais stériles se sacrifient pour assurer la survie des gènes de leurs nombreuses consœurs.

Une enquête portant sur des mammifères, dont le comportement est plus complexe, a montré que, dans certains cas, le risque pris par un animal est proportionnel au degré de parenté qui le lie à ceux qu'il veut alerter pour qu'ils puissent fuir ou se protéger. Cette enquête, réalisée sous la direction du professeur Paul W. Sherman, du Musée de Zoologie des Vertébrés de l'Université de Californie, a cumulé plus de 3 000 heures d'observations d'écureuils *(Spermophilus beldingi)* dans la Sierra Nevada en Californie. Les écureuils avaient été préalablement identifiés et marqués pour que l'on puisse reconnaître leur âge, sexe, et degré de parenté entre eux. L'étude de leur comportement à l'approche d'un prédateur (martres, coyotes, fouines, ou humains) met en évidence le népotisme associé avec ce comportement « altruiste ».

Les mâles, capables de féconder de nombreuses femelles, se manifestent plus rarement que celles-ci lorsqu'il faut s'exposer à un risque pour lancer un cri d'alerte à l'approche d'un prédateur : ainsi ces mâles préservent leur capital génétique reproductible. Quant aux femelles, elles prennent d'autant plus de risques que l'alerte donnée peut protéger des sœurs, des petits et d'autres porteurs d'une partie de leur capital génétique. Par contre, si les écureuils autour d'elles sont des étrangers à sa famille, les femelles se terrent sans prendre de risques « sociobiologiquement inutiles ».

Selon la théorie sociobiologiste, les parents sont altruistes envers leur progéniture parce que chacun de ces parents a un investissement de 50 % dans les gènes de chacun de ses petits. Pour la même raison, frères et sœurs seront altruistes entre eux, puisqu'ils se partagent, en moyenne, la moitié de leur capital génétique. Ils seront, bien sûr, moins altruistes envers leur fratrie qu'égoïste, car ce qu'ils protègent, avant tout, c'est leur propre capital génétique.

Certains sociobiologistes pensent qu'il est même possible de calculer le degré d'altruisme nécessaire pour encourager la transmission de ses gènes : il est inversement proportionnel au carré du degré de parenté du sujet à protéger. Comme le dit en plaisantant, un biologiste : « Je donnerai ma vie pour deux frères, ou quatre cousins germains. »

Pour le professeur Wilson, il n'y a pas de raison de ne pas étudier le comportement humain en fonction de la même théorie centrale de la sociobiologie. Une telle étude va donc englober morale, rites et croyances religieuses, et le droit même, car tous représentent une formalisation d'un comportement visant avant tout à préserver ses propres gènes. « Les scientifiques et les humanistes, écrit-il, devraient envisager la possibilité que le moment soit venu de soustraire, pour un temps, l'éthique des mains des philosophes, pour la remettre aux biologistes. »

« Les religions les plus élémentaires, poursuit-il, cherchent le surnaturel pour que leurs adeptes reçoivent leur récompense, non pas dans l'au-delà, mais dans ce monde : longue vie, alimentation abondante, protection contre les catastrophes naturelles, et défaite de ses ennemis... Les religions, comme les autres institutions humaines, évoluent pour promouvoir le bien-être de leurs pratiquants. » En fin de compte, ajoute-t-il en citant Nietzsche : « L'homme préfère croire que savoir, avoir le néant comme objectif plutôt que d'être néant d'objectif. Et les religions, malgré leurs façades, n'ignorent pas les objectifs sociobiologiques. L'importance du mâle, capable d'engendrer une progéniture quasi-illimitée, ne se retrouve-t-elle pas dans toutes les religions monothéistes, qui ont choisi pour Dieu un homme, jamais une femme ? »

L'une des conclusions les plus controversées de Wilson est que l'homme serait héréditairement prédisposé à se laisser endoctriner. « L'existence et la survie d'un groupe, dit-il, requiert un certain degré de conformisme, sinon le groupe risque l'extinction. La disponibilité de l'homme à être endoctriné est donc un caractère héréditaire, sélectionné par l'évolution... Endoctriner les êtres humains est d'une absurde facilité. » Cette phrase déchaîna les protestations lors du colloque de Washington.

Même chose en ce qui concerne la guerre, pour laquelle l'homme aurait une prédisposition innée, car la victoire assure l'essaimage de ses gènes. A titre d'illustration, Wilson cite une étude historique portant sur 11 pays européens pendant des périodes allant de 275 à 1 025 ans : en moyenne, ces pays ont été en état de guerre pendant 47 % du temps (28 % pour l'Allemagne, et 67 % pour l'Espagne). Toute l'histoire de l'Humanité est ainsi marquée par des guerres et des conquêtes, dont de nombreuses avaient un caractère génocide. Ainsi, rien de plus « sociobiologique » que l'ordre donné par Moïse de massacrer tous les mâles vaincus...

Enfin, certains adeptes de la sociobiologie, utilisent le « théorème central » d'une façon pour le moins surprenante. Ainsi, le Docteur Alexander, de l'Université du Michigan, aurait suggéré à ses élèves que le viol, aussi bien que le degré de résistance qu'une femme va y opposer, seraient le résultat d'une sélection de mode sociobiologique. Pour le violeur il s'agit, bien sûr, de trans-

mettre ses gènes à tout prix, même contre la volonté d'une femme. Pour la victime, la résistance au viol ne serait qu'une façon de s'assurer de la force physique du violeur. Constatation faite de cette force, la femme cède, car elle sait que de « bons gènes » seront transmis à sa progéniture !

Il est donc aisé, pour qui adopte le « théorème central » de la sociobiologie, non plus comme outil de recherche mais comme une vérité acquise, de le systématiser à un point extrême qui permet d'attribuer tout comportement individuel social ou politique, à la « vraie nature » humaine. Et de justifier, ainsi, tout comportement, grâce à une gymnastique mentale assez facile.

De nombreux critiques remarquent que chez les sociobiologistes à outrance, c'est justement ce qui se passe. Ces extrémistes de la sociobiologie omettent de mentionner les sociétés qui ne connaissent pas la guerre, ou celles où toute guerre s'arrête dès la première blessure, ou encore, de celles dont la langue ne contient même pas l'équivalent du mot guerre. Ils omettent, dans leurs analyses, la limitation volontaire des naissances, contradictoire avec le théorème central, puisque selon celui-ci, chaque individu à intérêt à avoir le plus d'enfants.

Autre critique sérieuse : les sociobiologistes, dans leurs enquêtes, ignorent trop le *socio* par rapport au *bio*. Car si cette discipline est l'étude de l'interrelation entre les gènes et l'environnement, ne faudrait-il pas équilibrer l'étude des facteurs génétiques par celles des facteurs d'environnement notamment chez l'espèce humaine, où l'évolution extraordinaire du langage parlé a, sans aucun doute, modifié considérablement les motivations du comportement individuel ? Est-il valable de comparer les manifestations et les motivations de l'altruisme chez la fourmi et chez l'homme ?

Ainsi, les opposants de la sociobiologie, même s'ils reconnaissent l'intérêt d'une discipline qui tenterait d'établir un lien puissant entre les sciences biologiques et celles du comportement, craignent que les conclusions hâtives ne mènent à un réductionnisme qui justifierait le *statu quo* de tout comportement, attitude, et même la perpétuation de préjugés racistes, anti-féministes, voire même de dictatures.

Le risque, disent-ils, est d'autant plus important que la sociobiologie est née et se répand dans le public à un moment où celui-ci est justement déçu par les résultats des diverses politiques sociales qui ont échoué, soit dans le domaine de l'enseignement, celui du logement, ou du travail. L'acceptation d'un déterminisme génétique limitant notre libre arbitre deviendrait alors un obstacle au progrès social.

Pourtant, il ne s'agit là que d'une dérive des postulats de base de la sociobiologie, d'une transformation d'une discipline scientifique en une idéologie. Elle ne saurait concerner les sociobiologistes fidèles à une démarche scientifique.

Alexandre DOROZYNSKI ■

LABORATOIRE P 4

(suite de la page 37)

de Strasbourg, et à Paris-Jussieu.

Un laboratoire P4 est en construction à l'Université de Heidelberg. Il sera disponible aux chercheurs européens désirant entreprendre des expériences du niveau de risque le plus élevé. (En France, plusieurs expériences de ce genre ont été envisagées, mais rejetées par la commission de contrôle de la Délégation générale à la Recherche Scientifique ; les conditions de sécurité des laboratoires P3 ont été jugées insuffisantes.)

Enfin, en Belgique, à l'Institut de Pathologie Cellulaire et Moléculaire dirigé par le Pr. Christian de Duve, Prix Nobel de médecine, a été construit récemment un laboratoire destiné aux manipulations génétiques dont le degré de sécurité se situe entre P3 et P4. Deux chercheurs, John Davidson et Françoise Brunel, vont y entreprendre des expériences de transfert de matériau génétique de divers parasites responsables de maladies tropicales, comme le paludisme, pour explorer la possibilité de préparer des vaccins polyvalents. Des expériences menées dans divers pays ont montré qu'il est possible de vacciner des animaux, et sans doute des hommes, contre le paludisme : La mise au point d'un vaccin efficace serait une percée importante, car cette maladie est mal contrôlée, et on assiste depuis quelques années à l'apparition de souches mutantes qui sont résistantes aux drogues antipaludéennes les plus puissantes.

Les premières expériences qui seront réalisées au nouveau laboratoire P4 dans le Maryland viseront, elles, à vérifier que le risque potentiel des manipulations génétiques est réel. Pour cela, deux virologistes, les Drs Malcolm Martin et Wallace Rowe, vont tenter de créer un organisme dangereux, non pas pour l'homme, mais pour les souris. Ils vont prélever l'ADN d'un virus, le virus polyoma, qui provoque le cancer chez la souris, et l'insérer dans une bactérie coliforme. Puisque ce virus ne provoque le cancer que chez la souris et non pas chez l'homme, la bactérie modifiée ne devrait pas être capable d'infecter ce dernier. Elle sera injectée à des souris et introduite dans leur alimentation. Si ces bactéries provoquent le cancer chez les souris, il aura été démontré que des expériences d'ingénierie génétique peuvent réellement être dangereuses.

Une telle expérience peut donc confirmer le risque potentiel des manipulations génétiques, risque qui n'est pour le moment que théorique. Le résultat servira de guide à l'établissement de critères de sécurité pour une méthode qui permet d'espérer des progrès extraordinaires, non seulement dans ce que l'on sait mais aussi dans ce que l'on peut.

Alexandre DOROZYNSKI ■

LE CANCER

(Suite de la page 41)

doublements pour atteindre 10^9 cellules, soit 1 g, moment où il est la première fois détectable. Cela correspond à 7 ans et demi. Quand le cancer émerge, les dés sont jetés ; s'il y a métastases, elles sont déjà en place.

S'attaquer à des cancers métastasés et diffus, disons-le en passant, est une tâche ingrate et sans issue. Il faudrait détecter les cas traités par chirurgie et radiothérapie locales, qui auraient eux, une forte probabilité de faire des métastases, et les traiter par immunothérapie à un moment où le nombre de cellules cancéreuses est inférieur à 10^5 (Mathé) pour avoir une chance de les éliminer.

Mieux vaudrait détecter les cancers au stade préclinique. Une méthode pour cela serait les antigènes embryonnaires, connus et à découvrir, qui sont capables de détecter le cancer au stade 10^5 cellules. C'est la limite d'action de l'immunothérapie.

En collaboration avec Tubiana, nous avons aussi constaté le risque de cancer des sujets ayant un nombre élevé de plaquettes, et c'est déjà là un indice de poids et un moyen de détection.

Ces cancers, détectés précocement, seraient justifiables de guérison par une immunothérapie entreprise à ce stade.

Il existe enfin une expérience cruciale à entreprendre qui permettrait de confirmer cette théorie : une population de 100 000 personnes, âgées de 20 à 70 ans et en bonne santé, serait testée par une batterie de tests d'antigènes embryonnaires, plus le test des plaquettes. Supposons que sur 5 000, on trouve un indice suspect : ils seront explorés minutieusement. Supposons que sur 1 000, on découvre 1 cancer.

Les 4 000 restants seront divisés en deux groupes : 2 000 sous surveillance pendant 10 ans et 2 000 en immunothérapie non spécifique par BCG par exemple.

Si, au bout de 10 ans, le groupe des 2 000 qui n'est pas traité présente un nombre de cancers élevés par rapport aux 95 000 et par rapport au groupe qui aurait eu de l'immunothérapie, on aura démontré qu'on peut détecter des cancers par les antigènes embryonnaires et que l'immunothérapie est capable de vaincre des cancers pris à un stade très précoce, de l'ordre de 10^5 cellules.

Notre approche est originale. Mais il est opportun de l'appliquer. On parle de progrès récents dans les cancers. Mais ils ne concernent que la leucémie aiguë lymphoblastique et le Hodgkin. Ils forment moins de 4 % de l'ensemble des cancers.

Il convient désormais de « penser » le cancer en biologiste.

Dr E. ATTIÉ ■

PROTÉINE INSTANTANÉE

(Suite de la page 50)

relativement gros et fermé en anneau ; en ouvrant cet anneau, on pourra greffer, dans un espace aménagé, le gène producteur d'une protéine spécifique. Ce gène sera lui aussi synthétisé à partir de nucléotides constitués, eux, d'un acide phosphorique, d'un sucre (le désoxyribose) et d'une base azotée : l'adénine, la guanine, la cytosine ou la thymine. A la suite de ce processus le gène inclus dans le chromosome bactérien, calquera le message dont il est porteur sur un ARN messager fabriqué par la bactérie. Ainsi cet ARN messager sera finalement lu et traduit avec, pour conséquence, l'assemblage en protéine, des divers acides aminés. Déjà, de telles « usines » produisent, selon ce principe, des substances protéiniques comme les hormones. D'ailleurs, Science et Vie faisait état (n° 724, janvier 1978), de la greffe réussie du gène de la somatostatine — hormone qui contrôle la croissance et la glycémie — sur la bactérie Escherichia coli.

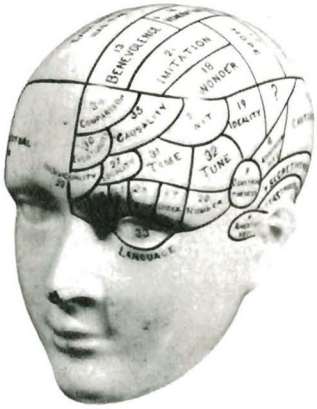
L'intérêt de telles découvertes est évident.

Puisque les acides aminés qui composent les aliments « nouvelle manière » sont synthétisés à partir des composants du sol et de l'atmosphère, on peut espérer disposer d'une source de nourriture pratiquement inépuisable et très rentable.

D'ailleurs, pour souligner l'importance des travaux du professeur Julien et de son équipe, il suffit de la comparer aux innovations actuellement en cours. Celles-ci, à l'heure actuelle, consistent surtout en la production d'organismes unicellulaires (bactéries, levures, champignons et algues microscopiques) comme nouvelle source de protéines. Or, ces micro-organismes ne peuvent se développer que sur des substrats nutritifs. Et ces substrats doivent être peu onéreux. Ils peuvent provenir de l'agriculture (amidon de céréales, de pommes de terre, de manioc, de bananes ou encore lacto-sérum, qui est un sous-produit du lait). Ils peuvent également provenir de l'industrie et c'est d'ailleurs à partir des hydrocarbures du pétrole que les premières tentatives ont été faites. Mais rien ne prouve que ce dernier substrat restera encore longtemps compétitif. Quant aux déchets de l'agriculture, ils ne sont « rentables » que tant que l'agriculture est florissante.

Le restera-t-elle ? On peut en douter. Par contre, en cassant la chaîne alimentaire classique, en affranchissant la production de protéines des plus vieilles activités de l'homme — l'agriculture, l'élevage et... la cuisine — nul doute que l'équipe du professeur Julien ouvre une voie révolutionnaire à l'alimentation... Nos habitudes — ah ! la convivialité — dussent-elles en souffrir ! Mais l'essentiel n'est-il pas, d'abord, que l'assiette que doivent se partager les convives — notamment ceux du Tiers-Monde — soit pleine ?

Pierre ROSSION ■



Télépathie, voyance, radiesthésie, hypnotisme, lévitation, magnétisme, savoir antérieur, etc.

avez-vous sans le savoir des pouvoirs extra-sensoriels?

Oui, vous possédez sans le savoir des "pouvoirs" extraordinaires

Ne vous est-il jamais arrivé de téléphoner à un ami au moment précis où il vous appelait ? Ou de prononcer les mêmes mots que l'un de vos proches au même instant ? Ou d'influencer certaines personnes par votre seule présence ?
Vous avez donc, à votre insu, exercé l'un de ces pouvoirs extra-sensoriels que l'on nomme : télépathie, magnétisme, transmission de pensée, etc.

Par quels ressorts mystérieux l'homme parvient-il à déclencher ces pouvoirs ? La question se pose aujourd'hui avec d'autant plus d'acuité que la science accomplit des progrès fantastiques, allant jusqu'à explorer d'autres planètes pour y traquer les secrets de la vie.

Avec la Parapsychologie abordez tous les aspects d'une nouvelle science de l'homme que vous ne pouvez plus ignorer !

Vous irez de découverte en découverte et vous ferez le point sur des sujets troublants qui sont l'objet des recherches les plus avancées :

- Que faut-il penser des calculateurs prodiges ? des guérisseurs "psi" ?
- Les enfants surdoués réussiront-ils moins bien dans la vie que vos propres enfants ?
- La télépathie peut-elle faire évoluer nos rapports avec notre entourage ? etc.

Comme nous sommes loin de l'occultisme suspect ou de la fausse spiritualité !
C'est au plus profond de la nature humaine que vous allez enfin pénétrer !

60 écrivains, médecins et professeurs vous guident dans une aventure passionnante avec la collection la PARAPSYCHOLOGIE ou les POUVOIRS INCONNUS DE L'HOMME

- LES EXTRA-SENSORIELS
- LES PENSEES COMMUNICANTES
- LE SAVOIR ANTERIEUR
- LES CORPS A PRODIGES
- LE REGARD MAGNETIQUE
- LES POUVOIRS DU PENDULE
- LE DEFI A LA MATIERE
- LES HOTES INVISIBLES
- LES GUERISSEURS PSI
- LA VIE D'AVANCE
- LES TRANSPARENTS
- LES APPARITIONS
- L'INFINI SURSIS
- LES EXPLORATEURS DE L'IMPOSSIBLE

POUR 29F PAR MOIS
14 volumes format 16 x 25 cm.
Remarquablement illustrés
(plus de 50 illustrations par ouvrage)
Reliure d'une rare élégance.

Pour apprécier, dès maintenant, l'intérêt capital de cette surprenante collection, éditée par Robert Laffont et Claude Tchou

Consultez gratuitement, pendant 10 jours, le premier volume : LES EXTRA-SENSORIELS,

intermail

Retournez aujourd'hui même votre titre personnel d'examen gratuit aux Editions LAFFONT. Vous recevrez ce précieux cadeau
réservé aux souscripteurs
- **un pendule extra-sensible** doré à l'or fin
- **dans son élégant écrin** plein cuir

accompagné du guide pratique "Initiation à la Radiesthésie" complément au tome VI de la collection

TITRE PERSONNEL D'EXAMEN GRATUIT

OUI, envoyez-moi, pour un prêt gratuit, "LES EXTRA-SENSORIELS" et mon cadeau. Sans obligation d'achat.

Je recevrai ainsi pour un prêt gratuit de 10 jours ce volume, 1er de la collection PARAPSYCHOLOGIE, accompagné du guide "Initiation à la Radiesthésie". Je recevrai en même temps les deux cadeaux réservés aux souscripteurs : un pendule doré à l'or fin et son étui de cuir.
● Si cet examen m'a convaincu, je garderai ce volume et le réglerai en deux mensualités de 29 F seulement (+ 3 F de participation aux frais d'envoi*). Je recevrai alors, au rythme d'un tome tous les deux mois, les 13 autres volumes de cette collection aux mêmes conditions exceptionnelles.
● Bien entendu, si ce premier volume décevait mon attente, je vous le renverrais dans les 10 jours, avec le cadeau, sans rien payer ni vous devoir.

075 · ADSE

*Selon tarif des postes et taux de taxes en vigueur au 1.3.78.

NOM _____ Prénom _____
(Majuscules)
Adresse complète _____

Code postal _____ Ville _____

Signature indispensable pour tous.
(pour les mineurs, signature des parents)

8550

A retourner dès aujourd'hui aux Editions Robert Laffont. B.P. 35. 95112 Sannois Cedex.

PRIX TOTAL : 896 F. PORT ET TAXES COMPRIS - R.C. SEINE 56 B 875.

(Suite de la page 81)

qui voudraient faire baisser ce seuil ! L'on voit même couramment des gens aller passer le meilleur de leurs loisirs dans cette ambiance. On aura reconnu les night-clubs dans l'environnement en question et leur personnel parmi les travailleurs.

L'exemple est évidemment marginal, mais en dépit de son apparence paradoxale, il est bien réel. Et l'importance de l'environnement socio-psychologique n'est certes pas diminuée ni infirmée par les statistiques qui démontrent la surmortalité des célibataires par rapport aux hommes mariés (et la solidarité entre les taux de mortalité des femmes mariées et ceux de leur époux, selon les catégories professionnelles de ceux-ci !).

On peut pousser plus loin la remise en question de la notion de maladie professionnelle et dépasser d'autres aspects de l'influence de l'environnement (augmentation des maladies en fonction de l'urbanisation, par exemple). Et cela sous deux angles relativement nouveaux :

- l'importance des facteurs psychiques dans le déclenchement de toutes les maladies, y compris les maladies professionnelles. Aucune recherche épidémiologique n'a été faite à notre connaissance dans ce dernier domaine, mais l'on retiendra au moins un chiffre : « en 1971, les psychoses et troubles mentaux sérieux ont motivé le quart de toutes les mises en invalidité dans la région parisienne [8] ».

On élabore trop souvent, et mal, sur les « maladies psychosomatiques », alors que les médecins s'obstinent à rappeler que ces maladies n'existent pas, mais qu'il existe une interprétation psychosomatique des maladies. Cela n'infirme pas que le stress psychologique représenté par des cadences de travail mal calculées, soit trop accélérées, soit trop monotones, puisse entraîner des dépressions nerveuses caractérisées ; là, nous sommes dans le domaine purement psychologique, mais il demeure que la maladie nerveuse est actuellement reconnue comme une « vraie » maladie au même titre que le diabète. Et que cette maladie peut être considérée comme professionnelle et qu'elle compromette le travail.

Quant aux répercussions physiologiques des troubles psychiques, le répertoire en est trop grand pour être repris, de l'ulcère d'estomac aux désordres endocriniens. Quand ces troubles sont liés à des cadences de travail erronées, ils doivent entrer dans le cadre des maladies professionnelles (Dr Amodru).

- La notion même que l'on se fait actuellement du pouvoir médical, même dans le domaine de la médecine du travail, est à réformer. C'est ce que demandent de plus en plus de médecins eux-mêmes, inspirés par la thèse excessive, mais frappante d'Ivan Illich : c'est que la médecine empêche l'homme de mettre en cause son environnement par un acte personnel, soit pour s'y adapter, soit pour le refuser. Telle est la raison pour laquelle des médecins tels que le professeur Jean-Louis Funck-Brentano, parmi les plus connus, ou le Dr Charles Dayant, parmi ceux qui le sont moins, réclament l'instauration d'une « anti-médecine ». A l'appui, un fait troublant : pendant la grève des médecins en Israël, en juin 1973, le nombre des décès baissa de 60 % [9].

Peut-on apporter une conclusion « réaliste » à ces constats ? Deux, plutôt :

- S'il semble établi que la surconsommation médicale générale en France ne fait pas augmenter l'espérance de vie et qu'elle est même incapable d'enrayer une tendance à la baisse de celle-ci, il n'est pas du tout prouvé que cette surconsommation sévisse dans la médecine du travail. Bien au contraire. Il semble donc urgent d'étendre au moins la consommation dans le monde du travail et de l'étendre vers les catégories socio-professionnelles qui accusent des taux de mortalité anormaux.
- Le savoir et le pouvoir de la médecine du travail dans le domaine des maladies professionnelles ne peuvent être améliorés que si cette médecine est replacée dans le contexte de l'ergonomie, c'est-à-dire de la science du travail. C'est en bref, le souhait de spécialistes tels que le Pr. Wisner, déjà cité, et du Dr Henri Desoille, professeur de médecine du travail. Ce qu'il convient de rechercher, ce n'est pas une extension de la médecine au monde du travail, mais la recherche du bien-être dans le travail grâce à la médecine.

C'est là une vaste refonte qui ne vaut la peine d'être entreprise que si tout le monde y participe : Etat, médecins, ergonomistes, employeurs et travailleurs. Elle est d'autant plus urgente que, selon le Dr Amodru, médecin-chef des Charbonnages de France, « la législation en vigueur a été mise en place trop rapidement, sans préparation des esprits, ni formation des médecins. D'où, dès le départ, un malaise : suspicion des travailleurs, suspicion des employeurs vis-à-vis du médecin... La médecine du travail a été prévue pour vaincre les grands fléaux, tels que la tuberculose et les maladies à symptômes aigus, mais elle n'a pas prévu les maladies insidieuses du XXe siècle finissant, comme la coronarite ou les dépressions. La difficulté actuelle est de passer d'un type de médecine dont le temps est révolu à une autre médecine, la première étant purement clinique, alors que la seconde nécessite de longues recherches scientifiques ».

Gérald MESSADIÉ ■
Enquête Sophie SÉROUSSI

(8) « Le Monde », 20 juin 1972.

(9) Dépêche A.F.P. du 20-6-73.

PHILIPPE PAVEAU

BESELER

UNE RÉPUTATION BATIE SUR L'AGRANDISSEUR

PHILIPPE PAVEAU

Pas d'improvisation, mais seulement des solutions mécaniques et optiques éprouvées.

Quand vous achetez un BESELER, vous investissez dans un outil fait pour un usage intensif dans les conditions optimales de stabilité, de luminosité, de commodité et de durée.

Quelques points forts du nouveau
BESELER 67

- **SYSTEME MODULAIRE**
  Vous avez le choix entre deux colonnes, deux têtes (noir et blanc ou couleur), deux plateaux.
- **FORMATS**: du "110" au 6 x 7.
- **STABILITÉ, PARALLÉLISME**
  Colonne nervurée en **I**, large section, indéformable. — Déplacement équilibré de la tête par contrepoids. — Double commande. — Projection au sol par retournement.
- **LUMINOSITÉ**
  Lumière homogène par triple condenseur, largement surdimensionné.
- **NOMBREUX ACCESSOIRES.**

Le BESELER 67 est dans la longue tradition optique et mécanique qui a permis à BESELER de devenir un "grand" de l'agrandisseur.
Il complète une série encore plus performante (23C, 45, CB7) et une gamme d'analyseurs.

Documentation auprès des Spécialistes BESELER ou en écrivant à

idées photo ciné
26 rue Courat
75020 PARIS

Je désire recevoir une documentation sur
- ☐ Les agrandisseurs BESELER dichro 67 · 23 C · 45 · CB 7
- ☐ Les analyseurs
- ☐ Le procédé couleur BESELER

NOM .....
ADRESSE .....
.....

USINES A LA CAMPAGNE

(Suite de la page 29)

d'une ligne de fabrication, composée d'une suite de machines dont chacune assure l'une des opérations nécessaires à la fabrication d'une pièce : tournages, rectifications, perçages, taraudages, etc. Les pièces, accrochées sur les balancelles du convoyeur, tournent sans fin jusqu'à ce qu'elles passent devant la machine qui doit les traiter, juste au moment où celle-ci devient libre.

Ce chemin parcouru par une pièce sur le convoyeur est aléatoire. Cependant le calcul et l'expérience prouvent qu'entre la première et la dernière opération il peut atteindre plusieurs dizaines de kilomètres, sur un circuit qui n'a que quelques dizaines de mètres de développement.

« Ces kilomètres en site propre ne sont nullement gratuits, ni en énergie, ni en entretien, ni en amortissement de matériel. Ceci suggère qu'un éclatement des opérations à plusieurs kilomètres de distance, ou davantage, moyennant la substitution d'un transport par camion banal à une manutention en site propre, ne serait pas aussi scandaleux qu'il paraît à première vue. »

Par surcroît, les contraintes d'organisation, même pour celles qui étaient valables hier, ne sont pas immuables. Elles doivent seulement traduire l'adaptation de l'industrie à l'évolution des techniques (télé-informatique), des mentalités (refus des grosses concentrations industrielles, désir de trouver du travail près de son domicile) et de l'économie (meilleure efficacité des petites unités de production).

Alors pourquoi ne pas déconcentrer ? On peut désormais le faire et tourner le dos à « ce véritable péché originel de la civilisation industrielle ». Notre technologie ne nous contraint plus à nous agglutiner autour de nos machines. Cette loi, cette fatalité, cette malédiction économique est périmée. L'expérience de nombreux chefs d'entreprises confirme au contraire que, sauf contraintes techniques surtout sensibles dans les industries de base, la taille optimale des unités de production se situe très en dessous de ce qu'on avait imaginé encore très récemment. Alors ?

Alors « on est en droit de penser que bien des concentrations ne sont pas justifiées par des raisons uniquement techniques, mais s'expliquent plus probablement par un penchant bien humain pour toutes les formes de la puissance, y compris celle que confère au chef le commandement d'effectifs nombreux.

« Il se peut que la grande entreprise engendre la grande usine par le seul fait d'une sorte de fatalité de la puissance : parce que la grande usine est seule digne de l'image de la grande société, ou simplement parce que plus une usine est grande, plus il est exaltant, pour ceux qui en ont les moyens, de la concevoir, de la réaliser et de la diriger. »

Gérard MORICE ■

LA MACHINE QUI PARLE

(suite de la page 113)

alors utiliser les synthétiseurs de paroles pour la rééducation des déficients auditifs, l'enseignements des langues, et surtout la diffusion de la parole dans des conditions difficiles : ambiance bruyante (cabines de pilotage, locaux industriels) ou résonantes (gares, aéroports, stades, etc.).

Tout comme les machines capables de comprendre la voix humaine (voir Science et Vie n° 717, juin 1977, « L'ordinateur qui écoute et qui répond »), les synthétiseurs de paroles existent dans les laboratoires en France, mais ils n'intéressent pas les industriels, réticents à l'innovation. Une fois de plus, un matériel de pointe a été développé outre-Atlantique alors que nous possédions tous les éléments pour le fabriquer.

Françoise HARROIS-MONIN ■

DE LA MINI-CASSETTE AU BRAILLE

*En attendant que la machine à lire soit développée en France, les mal-voyants pourront utiliser la **Digicassette** mise au point par un ingénieur français, Oleg Tretiakoff et son épouse, une linguiste. Il s'agit d'un super-magnétophone à cassette sur lequel on peut enregistrer ou lire en braille, mais qui se connecte également à une calculatrice de poche, une machine à écrire électrique ou un ordinateur.*

L'utilisateur écrit son texte sur la cassette à l'aide d'un petit clavier qui compte une touche par point Braille et une touche espacement. Au fur et à mesure qu'il frappe, son texte s'inscrit sur un tableau de lecture braille comportant 12 caractères. Il est donc possible à tout moment de vérifier ce que l'on vient d'écrire. Parallèlement, le texte frappé s'inscrit dans une mémoire tampon de 120 caractères qui seront envoyés en bloc sur la mini-cassette.

On peut aussi alterner les enregistrements ; trois minutes de son, dix minutes de braille, un quart d'heure de musique. Un compteur braille permet de se repérer.

*Plus qu'un magnétophone, la **Digicassette** peut aussi se relier à une calculatrice de poche (Hewlett Packard ou Texas Instruments). Dans ce cas, les calculs sont commandés soit par le clavier braille soit par le clavier normal. Les résultats s'affichent en double : une fois en clair sur la calculatrice, une fois en braille sur le tableau de lecture.*

*Si l'on relie la **Digicassette** à une machine à écrire électrique du type IBM 82, un aveugle peut frapper un texte en braille qui s'inscrira sur la cassette mais également en clair sur le papier de la machine.*

*Dernière possibilité de ce super-magnétophone : la connexion à un ordinateur. La **Digicassette** devient alors terminal et permet aux informaticiens aveugles de dialoguer avec la machine, d'écrire et de corriger des programmes, d'effectuer des calculs, etc.*

Aujourd'hui, c'est la Société Elinfa (3 bis, rue Le-Corbusier Silic Cedex 231, 94528 Rungis, tél. 686.85.31) qui commercialise (pour 15 880 F TTC) cette petite machine unique en son genre et capable de faire tenir sur une mini-cassette standard de 90 minutes l'équivalent de six volumes de braille. □

GUIDE 1978 CAMPING CARAVANING

vous intéresse sûrement

— **C'est** le Guide des terrains de camping français le plus complet, plus de 5000 camps sont indiqués avec leurs caractéristiques.

— **C'est** le seul répertoire international des camps de camping. Parce que le campeur français passe aussi ses vacances à l'étranger, il trouvera dans le Guide tous les principaux camps d'Espagne, Italie, Suisse, Autriche, Moyen-Orient, etc,

— **C'est** aussi le seul Guide des loisirs. Pour permettre au campeur de se livrer à ses loisirs favoris, nous avons développé, cette année encore de grandes rubriques originales : nautisme, ski, camping sauvage, piscines, tennis, etc.

— **C'est** enfin le seul Guide des conseils : achat ou location de matériel, remorquage, entretien, cuisine, savoir-vivre, formalités, etc.

PRIX DE VENTE

25 F

+ ~~5,80~~ F de frais de port

BON DE COMMANDE

a retourner au Guide Camping Caravaning
5, rue de la Baume - 75008 PARIS

Nom .....

Prénom .....

Adresse .....

.....

Désire recevoir . . . exemplaires du Guide Susse 78

Vous joint son règlement de 25 F Franco par exemplaire, par :

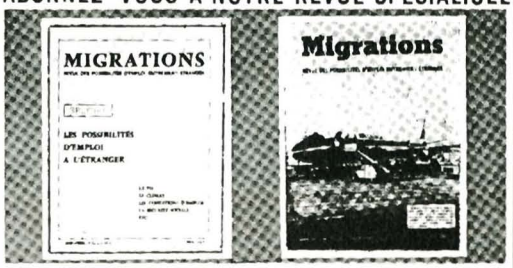
☐ Chèque Bancaire ☐ Mandat Poste

☐ CCP (3 volets sans indiquer de numéro de compte). A l'ordre des Éditions Susse.

POUR CONNAITRE TOUTES LES POSSIBILITES D'EMPLOIS

OUTRE-MER ETRANGER

ABONNEZ-VOUS A NOTRE REVUE SPECIALISEE



VOUS SAUREZ où et comment frapper à la bonne porte si **votre désir est de travailler temporairement ou définitivement outre-mer ou à l'étranger car :**

1) certains pays, Canada, Australie, Afrique du Sud, Argentine, etc... encouragent l'immigration et y participent pécuniairement.

2) le C.I.M.E. par exemple recrute en permanence dans tous les secteurs de l'emploi et pour tous les pays et garantit un contrat au départ et le paiement du voyage.

3) partout dans le monde, des chantiers s'ouvrent, des emplois se créent.

4) 40.000 Français sont occupés chaque année à l'étranger dans le cadre de la coopération technique Outre-Mer, Volontaires du Progrès, Missions techniques et chantiers internationaux.

L'éventail des possibilités est donc très grand, et notre revue par ses informations précises vous aidera à en bénéficier.

Pour 80 F seulement, montant de l'abonnement pour 1 an, VOUS AUREZ :

■ Notre numéro spécial sur les Possibilités d'Emplois à l'étranger qui explique clairement les conditions à remplir et les formalités à faire pour tous les pays, avec les adresses indispensables, les secteurs d'emplois qui recrutent, les aides financières de départ apportées par des pays comme le Canada ou l'Australie, pour ne citer qu'eux et les conditions de vie qui leur sont propres.

■ Tous les remaniements, informations supplémentaires et nouvelles, listes d'emplois offerts, réglementations nouvelles. OFFRES D'EMPLOIS pour l'Etranger et l'Outre-Mer, etc... que nous recueillons et qui vous parviendront pendant 1 an chaque mois par l'intermédiaire de notre Journal MIGRATIONS, la date et le lieu d'ouverture des grands chantiers mondiaux, les adresses des Grandes Sociétés étrangères...

Migrations – 16e année. Le seul journal d'informations sur le travail á l'étranger.

BON A RETOURNER A **MIGRATIONS**
3, RUE DE MONTYON PARIS 9

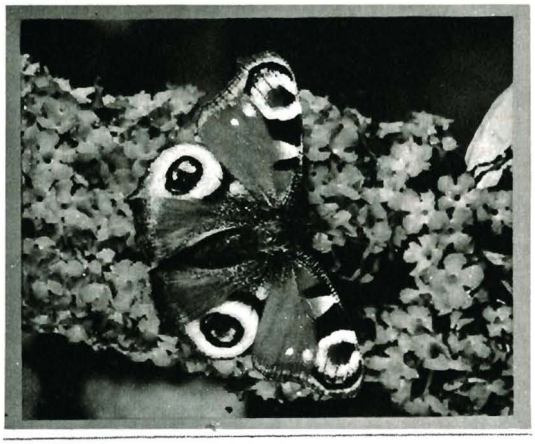
Veuillez enregistrer mon abonnement pour 1 an à MIGRATIONS et m'envoyer votre numéro spécial, et le premier numéro de mon abonnement qui contient déjà des propositions d'ambassades et d'organismes internationaux et des offres d'emplois pour l'outre-mer et l'étranger.

Nom ..... Adresse .....

..... Ville ..... Dépt. .....

Je joins à cette commande le montant de mon abonnement comprenant le numéro spécial, soit **80 F.**
en un virement à l'ordre de « Migrations »
C.C.P. 25 375 43 Paris, mandat-lettre ou chèque joint.
Signature.

sopex publicité



Villiers A.

L'ENTOMOLOGISTE AMATEUR

▶ *L'entomologiste sur le terrain.* Matériel de récolte. La chasse aux papillons, aux coléoptères, aux autres insectes. Le piégeage. La récolte des larves. *L'entomologiste à la maison.* Matériel de préparation. Préparation des papillons, des coléoptères, des autres insectes. Etiquetage des insectes préparés. Elevage et conservation des larves. *Détermination et mise en collection.* Détermination des insectes. Expédition des insectes préparés. Rangement en collection. Conservation des collections. *Achats et échanges. Appendices.* Classification des insectes. Eléments de bibliographie. Index des noms d'insectes cités. Index des instruments et produits décrits.

248 p., 18,5 × 12, 33 figures, 48 photos d'insectes en 24 planches, cartonné, 1977, 90,00 F (franco 98,00 F)

Frost J.M.

WORLD RADIO T.V. HANDBOOK 1978

Un dictionnaire complet de la Radio et de la Télévision internationales.
La source officielle d'une information exacte sur les stations mondiales de radio et de télévision. Plus « Listen to the world... » un éditorial spécial.
Pages 19, 20, 21, *en français :* comment utiliser le WRTH.

512 + 48 p., 14,5 × 22,5, 32e éd., 1978, 70,00 F (franco 80,00 F)

Durand J.A., Attaché au Museum National d'Histoire Naturelle

L'IDÉE D'ÉVOLUTION DANS L'ŒUVRE D'ALBERT GAUDRY (1827-1908)

Thèse présentée pour l'obtention du titre de docteur de l'Université de Paris (mention Sciences) à l'Université de Paris VI, Pierre-et-Marie-Curie.

▶ A. Gaudry fut membre de l'Institut et professeur de paléontologie au Muséum. C'est lui, en particulier, qui apporte la preuve du bien fondé de la théorie de l'évolution, alors âprement combattue. Ce document comble une regrettable lacune dans la littérature paléontologique. Il retrace la vie et l'œuvre de ce grand naturaliste, inconnu du public, dont la pensée inspira notamment Teilhard de Chardin. A noter qu'il donne la liste complète de ses œuvres.

268 p., 20,5 × 29,5, impression offset, couverture muette, 1978, 70,00 F (franco 80,00 F)

Vilain L.M.

DIX DÉCENNIES DE LOCOMOTIVES SUR LE RÉSEAU DU NORD (1845-1948)

▶ Evolution générale de la traction. Locomotives à voyageurs et à grande vitesse. Locomotives mixtes (voyageurs et marchandises). Locomotives à marchandises. Locomotives-tenders de route et de manœuvres. Locomotives à grande vitesse Nord livrées depuis la SNCF. Locomotives ex-Ceinture étudiées par le Nord ou ayant fait partie du parc Nord. Locomotives d'origine étrangère (anglaises, américaines, allemandes). Divers et états de matériel.

296 p., 21 × 27, 281 dessins et photos, broché, 1977, 145,00 F (franco 158,00 F)

Anderson M.E.

LE FROID
Questions et réponses

▶ Principes et définitions. Le système à compression de vapeur. Autres systèmes. Fluides frigorigènes. Fluides frigoporteurs. Compresseurs frigorifiques. Evaporateurs. Refroidisseurs d'air. Condenseurs. Détendeurs. Tuyauteries et pertes de charge. Entreposage frigorifique et isolation. Congélation des produits alimentaires et fabrication de glace. Le froid en laiterie et dans l'industrie des crèmes glacées. Le refroidissement de l'air. Les basses températures. Automatisme. Transports frigorifiques. Portes isothermes et divers. Index.

192 p., 12 × 18, 1978, 48,00 F (franco 54,00 F)

Bakouline P., Kononovitch E., Moroz V.

ASTRONOMIE GÉNÉRALE

▶ Généralités sur l'astronomie sphérique. Mouvements apparents et réels des planètes. Détermination des distances, des dimensions et de la forme des corps célestes. Mouvements de la terre. Mouvements de la lune, éclipses. Problèmes fondamentaux et instruments de l'astronomie pratique et de l'astronomie fondamentale. Principes d'astrophysique. Instruments astrophysiques et méthodes d'observation principales. Le soleil. Système solaire. Etoiles. La galaxie. Astronomie extragalactique. Origine et évolution des corps célestes. Annexes. Bibliographie. Index.

524 p., 15,5 × 22,5, relié, 2e édition 1978, 35,00 F (franco 43,50 F)

Nuridsany C.

VOIR L'INVISIBLE A TRAVERS LE MICROSCOPE

▶ La face cachée des objets familiers. Paysages de l'invisible. Créatures de l'invisible. Les secrets de la matière végétale. Les animaux sous le microscope. Voyage à l'intérieur de nous-mêmes. La technique. Le carnet d'adresse du micrographe. Sa bibliothèque. Index alphabétique.

116 p., 20.5 × 28.5 avec 78 éblouissantes photos couleurs dont 14 en pleine page, 1978, 65.00 F (franco 75.00 F)

Frédéric L.

MANUEL PRATIQUE D'ARCHÉOLOGIE

▶ Généralités. La prospection archéologique. Technique des fouilles. L'enquête archéologique. Reconstitution et conservation. Appendices. (La stéréophotogrammétrie. Codification des plans et cartes archéologiques. Publication des travaux. Les lois et l'archéologie). Bibliographie. Glossaire français-anglais.

432 p., 13.5 × 21.5, 113 figures, 2e éd. 1978, 59.00 F (franco 69.00 F)

Fraser M. Colinet C.

LA CONGÉLATION SANS PROBLÈME
176 recettes illustrées

▶ Comment se passe la congélation. Comment choisir, entretenir, approvisionner votre congélateur. Comment emballer pour congeler. Préparation des aliments pour la congélation. Temps de conservation. Décongélation. Entrées. Sauces et beurres aromatisés. Poissons. Viandes et volaille. Légumes. Desserts. Gâteaux et pains. Index.

156 p., 22.5 × 29, tout en couleurs, 1977, 29.50 F (franco 39.50)

Lacordaire S.

LA RÉSURRECTION DES EAUX
Épurer les rivières et les lacs en France.

▶ L'eau, deux ou trois choses que je sais d'elle. De l'onde pure au cloaque. La pollution dans la rivière. La lutte contre la pollution. Annexes. Etat des eaux de rivières en France.

300 p., 13.5 × 21.5, 1978, 49.00 F (franco 57.00 F)

Forget J.P.

LE RÉGIME JURIDIQUE ET ADMINISTRATIF DU PERMIS DE CONSTRUIRE
(Coll. Ce qu'il vous faut savoir)

224 p., 21 × 27, 1re édition à jour au 1.12.1977, 89.00 F (franco 99.00 F)

Heck A. et Manfroid J.

ATLAS PHOTOGRAPHIQUE ASTRONOMIQUE

Préfacé par P. Swings

▶ Les astres les plus remarquables de l'univers photographiés par les meilleurs instruments.

224 p., 16 × 24, 107 photos en pleine page, relié toile, 1977, 128.00 F (franco 138.00 F)

TOUS LES OUVRAGES SIGNALÉS DANS CETTE RUBRIQUE SONT EN VENTE A LA

LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE

43, rue de Dunkerque 75480 PARIS CEDEX 10 - Tél. 878.09.94
C.C.P. Paris 4192-26

COMMANDES PAR CORRESPONDANCE PRIX FRANCO
ETRANGER : recommandation obligatoire + 5,50 F

QUANTITÉS	TITRES	MONTANTS
	TOTAL	

NOM .....

ADRESSE .....

.....

RÈGLEMENT JOINT : CCP ☐ CHÈQUE BANCAIRE ☐ MANDAT ☐

UNE BIBLIOGRAPHIE INDISPENSABLE

NOTRE CATALOGUE GENERAL

5 000 titres - 36 chapitres
150 rubriques - 524 pages

15e ÉDITION 1977

EST EN VENTE

PRIX : F 16,50 + PORT : F 3,90

il n'est fait aucun envoi contre remboursement

OUVERTURE : le lundi de 10 h 30 à 19 h. Du mardi au samedi de 9 h à 19 h.

CHRONIQUE DE LA FORMATION PERMANENTE

DEVENIR PROFESSEUR DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE ?

Le Professorat est une carrière qui semble tenter beaucoup de jeunes. Le nombre de candidats étant très supérieur au nombre de postes à pourvoir les voies d'accès sont de plus en plus difficiles. Toutefois, la situation est un peu différente dans l'enseignement technique.

Les fonctions de professeurs techniques sont doubles : ils sont chargés d'assurer un service mixte d'enseignement théorique et d'enseignement pratique se rapportant à une spécialité professionnelle.

Les professeurs techniques se divisent en deux grands groupes : les professeurs de lycées et ceux des ex-collèges d'enseignement technique, dénommés maintenant lycées d'enseignement professionnel.

LE CONCOURS DE RECRUTEMENT DES PROFESSEURS DES EX-COLLEGES est ouvert aux conditions suivantes :

a) soit posséder une année de pratique professionnelle ou d'enseignement et être titulaire d'un diplôme de niveau III (exemple : Brevet de Technicien Supérieur, ou Diplôme Universitaire de Technologie, ou Diplôme d'Etudes Supérieures Techniques...) ;

b) soit posséder 3 années d'activités professionnelles et être titulaire d'un diplôme de niveau IV (exemple Baccalauréat de Technicien, Brevet Professionnel, Diplôme d'Elève Breveté des Ecoles Nationales Professionnelles, Brevet Elémentaire Industriel, Brevet d'Etudes Professionnelles...) ;

c) soit posséder 5 années d'activités professionnelles et avoir bénéficier d'une activité de formation continue conduisant à une qualification professionnelle de niveau IV.

La préparation à ce concours se fait à l'aide du :

CENTRE NATIONAL DE TELE-ENSEIGNEMENT
60, boulevard du Lycée, 92171 Vanves

CENTRE REGIONAL DE DOCUMENTATION PEDAGOGIQUE
47, rue P.-de-la-Salle, 69005 Lyon.

Les conditions exigées pour les candidatures à un emploi de maître auxiliaire sont identiques à celles de ce concours.

LE RECRUTEMENT DES PROFESSEURS DE LYCEES (qui enseignent dans le second cycle des Lycées Techniques ainsi que dans les sections de Techniciens Supérieurs) se fait à l'aide de deux concours :

— **Un concours externe**

Il faut 40 ans au plus au premier janvier de l'année du concours et posséder l'un des diplômes nécessaires : licence d'enseignement, de droit, de sciences économiques, diplôme d'ingénieur, diplôme d'études supérieures économiques du C.N.A.M. ou par des instituts de faculté ou d'université pour les candidats ayant effectué un an de pratique dans la profession, équivalences diverses.

En cas de succès, les candidats s'engagent à rester au service de l'Etat pour une durée de cinq années.

— **Un concours interne**

Il est ouvert :

- aux professeurs techniques adjoints de lycée technique titulaires ou stagiaires,
- aux élèves professeurs ayant suivi un cycle préparatoire de deux années dans un des centres de formation de P.T.A. après avoir été admis à l'un des deux concours prévus.

L'entrée en cycle préparatoire de deux ans est elle-même conditionnée par 2 concours :

1er concours

Conditions à remplir :

- 30 ans au plus au 1er janvier du concours ;
- être titulaire du B.T.S., D.U.T. ou d'un diplôme admis en équivalence.

2e concours

Conditions à remplir :

- être professeur titulaire ou stagiaire de C.E.T. âgé de 40 ans au plus au 1er janvier de l'année du concours ;
- être maître auxiliaire et pouvoir justifier de 3 années d'enseignement à temps complet dans les 6 années précédant le concours dans les disciplines propres aux professeurs techniques, professeurs techniques adjoints de lycées techniques ou de professeurs de C.E.T.

Les candidats admis au cycle préparatoire doivent souscrire un engagement de 10 ans et rester au service de l'Etat. Ils sont élèves-professeurs et à ce titre sont rétribués à l'indice brut 293.

LA FORMATION TECHNIQUE SUPERIEURE

Les candidats admis aux concours externe et interne ont la qualité de professeur stagiaire. Ils reçoivent pendant un an une formation technique supérieure dans un centre de formation à l'issue de laquelle est prévu un examen de qualification professionnelle : le Certificat d'Aptitude au Professorat Technique : C.A.P.T. Liste des sections existantes :

- Disciplines relevant de l'enseignement industriel : fabrication mécanique, fonderie, métaux en feuilles, constructions métalliques, électronique.
- Disciplines relevant de l'enseignement commercial : secrétariat.
- Disciplines relevant de l'enseignement social : médico-social.
  De nouvelles sections sont à l'étude pour 1978.

LA CARRIERE

Les professeurs stagiaires sont rétribués à l'indice brut 370.

Après succès aux épreuves de qualification professionnelle les professeurs stagiaires sont nommés professeurs techniques de lycée technique.

Les professeurs de lycée technique sont des fonctionnaires de catégorie A. Leur corps comporte un seul grade divisé en 11 échelons : indice brut 370 à 785.

Les professeurs de lycée technique peuvent devenir :

- professeur agrégé par promotion interne après 10 ans d'enseignement s'ils ont moins de 40 ans et s'ils sont possesseurs d'une maîtrise ;
- directeur de lycée technique.

Le RECTORAT de chaque Académie peut donner des renseignements plus précis concernant les postes éventuellement offerts dans la région.

J.C.

Se reporter page 176 pour toute demande de documentation sur les activités des annonceurs de cette rubrique.

UNIECO prépare à 1000 CARRIERES

Vous pouvez d'ores et déjà envisager l'avenir avec confiance et optimisme si vous choisissez votre carrière parmi les 1000 professions sélectionnées à votre intention par UNIECO (Union Internationale d'Ecoles par Correspondance), **ORGANISME PRIVE SOUMIS AU CONTROLE PEDAGOGIQUE DE L'ETAT.**

Avant de décider de votre profession, consultez UNIECO qui d'abord vous conseillera et vous orientera et ensuite vous prodiguera l'enseignement « sur mesure » par correspondance le mieux adapté à votre cas particulier avec stages et travaux pratiques (si vous le désirez).

110 CARRIERES INDUSTRIELLES	Monteur dépanneur radio TV - Techn. radio TV - CAP Electron équipt - Mécan. auto. - CAP Dessin constr. mécan. - Tech. électron.
200 CARRIERES FEMININES	Assistante secrétaire de médecin - Infirmière - Sténodactylo - Auxiliaire jardins d'enfants - CAP Esthéticienne - Hôtesse d'accueil
30 METIERS FEMININS RAPIDEMENT ACCESSIBLES	Secrétaire dactylo - Sténodactylo - Aide Comptable - Hôtesse du tourisme - Caissière - Vendeuse
110 CARRIERES COMMERCIALES	Aide comptable - CAP Comptable - DECS-Représentant - Capacité en droit - CAP Banque - BTS Distribution - Acheteur
60 CARRIERES ARTISTIQUES	CAP Photo - Photographe artistique - publicitaire - Décorateur - Dessinateur - Illustrateur, publicitaire - Maquettiste - Journaliste
80 CARRIERES SCIENTIFIQUES	Chimiste - Aide chimiste - BTS analyses biolog. - Aide labor. médical - Aide physicien - Assistant de prospecteur géologue - Techn. environ.
30 CARRIERES INFORMATIQUES	Programmeur application - CAP Fonctions inform. - Opérateur - Pupitreur - Analyste organ. - Perfo. vérif. - BP Inform. - Opérateur saisie
60 CARRIERES AGRICOLES	Garde-chasse - Dessin. paysag. - Eleveur - Techn. et s/ing. agro. tropic. - Cultivat. - Entr. jard. paysag. - S/ing. agric. - Aviculteur
110 CARRIERES BATIMENT & T P	Chef chantier bât. ou TP - Dessin bât. ou TP - Conduct. travaux bâti. ou TP - Tech. chauf. - Chef Equip. bât. - Métreur bât. - Techn. bât. -
40 CARRIERES FONCT. PUBLIQUE	BEP Agent Administratif - Enquêteur de Police - Préposé des PTT - Agent d'exploitation PTT - Contrôleur du Trésor - des douanes
80 CARRIERES SERVICES & LOISIRS	CAP de cuisinier - Gérant d'Hôtel - de restaurant - Guide touristique - BTS Tourisme - Brevet d'état d'Educateur sportif - Détective

FORMATIONS SPECIALES CADRES - MAITRISE
Préparation aux fonctions ☐ de contremaître ☐ d'Agent de maîtrise ☐ de Cadre ☐ et de Direction d'entreprise

90 PREPARATIONS A LA PLUPART DES CAP-BP-BT et BTS, correspondant à chacune de nos carrières.

BON POUR ETRE INFORME GRATUITEMENT

et sans aucun engagement sur les carrières qui m'intéressent (faites une croix ☒).

- ☐ 110 CARRIERES INDUSTRIELLES
- ☐ 200 CARRIERES FEMININES
- ☐ 30 METIERS FEMININS rapidement accessibles
- ☐ 110 CARRIERES COMMERCIALES & ADMINISTRATIVES
- ☐ 60 CARRIERES ARTISTIQUES
- ☐ 80 CARRIERES SCIENTIFIQUES
- ☐ 30 CARRIERES INFORMATIQUES
- ☐ 60 CARRIERES AGRICOLES
- ☐ 110 CARRIERES BATIMENT & TRAVAUX PUBLICS
- ☐ 40 CARRIERES FONCTION PUBLIQUE
- ☐ 80 CARRIERES SERVICES & LOISIRS
- ☐ FORMATIONS SPECIALES CADRES - MAITRISE

NOM .....
RUE .....
.....
Code Postal ☐☐☐☐☐ **VILLE** .....

Si une carrière vous intéresse plus particulièrement indiquez-la ci-après .....

UNIECO 6611, rue de Neufchâtel 76041 ROUEN Cedex

Pour la Belgique 21 26 quai de Longdoz - 4020 Liege — Pour TOM-DOM et Afrique documentation spéciale par avion

ecs

L'ÉCOLE CHEZ SOI

FORMATION
PROMOTION
RECONVERSION

emplois privés :

- agences d'architectes
- automobile
- béton armé
- chauffage central
- comptabilité
- constructions métalliques
- mécanique
- électricité
- électronique
- topographie
- travaux publics et bâtiment

(du chef de chantier à l'ingénieur)

emplois publics :

- cadastre
- emplois réservés
- équipement
- génie rural
- météorologie
- h.l.m.
- navigation aérienne
- p.t.t.
- services communaux
- s.n.c.f.

(de l'agent de bureau à l'inspecteur ou ingénieur)

alain massot

L'ÉCOLE CHEZ SOI
Enseignement technique privé à distance
1, rue Thénard-75240 Paris-Cedex 05
Tél. : 329.21.99

Veuillez m'adresser sans engagement, l'un des guides suivants :

☐ carrières du secteur privé
☐ carrières de la fonction publique

nom adresse

V23

CONTROL DATA

premier constructeur mondial de super-ordinateurs forme, dans son Institut parisien,

PROGRAMMEURS
en 19 semaines

TECHNICIENS DE MAINTENANCE
en 26 semaines

Pour conditions et dates d'interviews
Appelez dès maintenant M. **Vatin**
au **340.17.30** (en P.C.V. de province)
Vous pouvez aussi lui écrire ou venir nous voir

Documentation sur simple demande

CONTROL DATA

INSTITUT PRIVÉ CONTROL DATA
19, rue Erard - 75012 PARIS
TEL 340.17.30

Monsieur **Vatin**
Veuillez m'envoyer, gratuitement et sans engagement, votre brochure sur l'institut
Nom ..... Prénom .....
adresse .....
Profession ..... Age .....

efr

BIEN ÉCRIRE
CLÉ DU SUCCÈS

SACHEZ ÉCRIRE,
SACHEZ PARLER,
SACHEZ CONVAINCRE

Vous admirez celui ou celle qui écrit facilement, brille par son élocution, sait convaincre un auditoire, vend ses manuscrits.

Soyez admiré à votre tour !

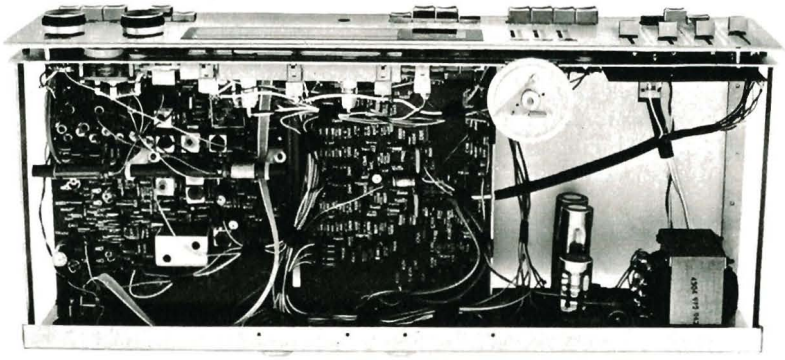
Pour recevoir la passionnante brochure gratuite n° 467 *« Le plaisir d'écrire »* découpez le BON reproduit à la fin de la revue.

ECOLE FRANÇAISE DE RÉDACTION

Établ. privé soumis au contrôle pédagogique de l'État

10, rue de la Vrillière, 75001 PARIS

L'ELECTRONIQUE. UN METIER SERIEUX QUI S'APPREND COMME UN JEU.



Si vous voulez progresser, si vous voulez prendre du poids dans votre entreprise, l'initiative doit venir de vous.

Les cours d'électronique EURELEC sont votre premier pas vers cette amélioration que vous cherchez. Les 170 000 anciens élèves d'EURELEC sont là pour en témoigner : le bagage EURELEC coïncide toujours avec un progrès substantiel dans l'intérêt du travail et sa rémunération.

Les cours EURELEC sont conçus par des professionnels pour un apprentissage progressif. Vous apprenez l'électronique étape par étape, en menant de front la théorie et la pratique. A la fin du cours, vous avez acquis non seulement la connaissance qui fera de vous un technicien immédiatement opérationnel dans votre entreprise, mais vous avez aussi construit des appareils électroniques de qualité, qui restent votre propriété : récepteur stéréophonique, téléviseur couleurs, chaîne Hi-Fi stéréo...

Quelques informations complémentaires : tout au long des cours l'élève est suivi et conseillé par le même professeur.
Les cours sont sanctionnés par un certificat qui témoigne du suivi des études.
En fin d'études, un stage de perfectionnement gratuit est offert dans les laboratoires EURELEC.

Demandez dès aujourd'hui la brochure gratuite sur l'enseignement choisi ou venez la prendre dans un des centres régionaux dont vous trouverez la liste ci-dessous.

eurelec
institut privé
d'enseignement
à distance
21000 DIJON

DOLCI

Envoyez-moi, gratuitement et sans engagement de ma part, toute votre documentation N° F 571 concernant les cours suivants :

☐ Introduction à l'électronique ☐ Electronique et T.V. couleurs
☐ Photographie ☐ Electronique industrielle
☐ Langues ☐ Electrotechnique

Pour les territoires hors métropole, joindre un coupon-réponse international de 3 francs.

Nom : _____
Adresse : Rue _____
_____
_____ N° _____
Ville : _____ Code postal _____
Profession : _____

CENTRES RÉGIONAUX

21000 DIJON (Siège Social)
Rue Fernand-Holweck
Tél. : 30.12.00

75011 PARIS
116, rue J.P.-Timbaud
Tél. : 355.28.30/31

59000 LILLE
78/80, rue Léon-Gambetta
Tél. : 57.09.68

13007 MARSEILLE
104, boulevard de la Corderie
Tél. : 54.38.07

69002 LYON
23, rue Thomassin
Tél. : 37.03.13

68000 MULHOUSE
10, rue du Couvent
Tél. : 45.10.04

44200 NANTES
5, quai Fernand-Crouan
Tél. : 46.39.05

INSTITUTS ASSOCIÉS

BÉNÉLUX
230, rue de Brabant
1030 BRUXELLES

ST-DENIS DE LA RÉUNION
134, rue du Mal-Leclerc
LA RÉUNION

HAÏTI
4, ruelle Carlstroem
PORT-AU-PRINCE

TUNISIE
21 ter, rue Charles-de-Gaulle
TUNIS

MAROC
6, avenue du 2-Mars
CASABLANCA

CÔTE-D'IVOIRE
23, rue des Selliers
(près Ecole Oisillons)
B.P. 7069 - ABIDJAN

ASSURER VOTRE AVENIR

L'ARMÉE DE TERRE

VOUS PROPOSE...

ses carrières de cadres
ou de spécialistes

Une admission directe (*dans la mesure des places disponibles*) à l'issue de tests psychotechniques.

Une carrière dominée par le goût de l'effort, des responsabilités humaines et techniques

Pour tous renseignements

Écrire à : DPMAT/Bureau commun des Engagés. Service S.V.
37 Bd de Port-Royal 75 998 PARIS-ARMÉES.

C.A.P. d'employé de COMPTABILITÉ

FORMATION PROFESSIONNELLE A DOMICILE

Vous pouvez dès maintenant préparer tranquillement chez vous votre C.A.P. Délai : 7 à 8 mois parfois moins, selon degré d'instruction et temps disponible. Le niveau du 1er cycle suffit. Demandez-nous la documentation gratuite n° 9752.

Vous y trouverez des informations sur la sympathique méthode Caténale qui est si facile à comprendre qu'elle est, dit-on d'une génération en avance sur son temps. Ecrire : Ecole Française de Comptabilité, Organisme privé, 92270 Bois-Colombes.

Cours gratuits pour les bénéficiaires de la « formation continue ».

Préparez chez vous le B.P. de comptable

Diplôme d'Etat

Si vous désirez vous orienter vers une carrière de Cadre dans la comptabilité ou dans la gestion, le Brevet Professionnel de Comptable vous y conduira sûrement. Vous le préparez tranquillement chez vous et profiterez de notre garantie Caténale.

Cette préparation est à la portée de ceux ou celles dont le niveau est égal au C.A.P. ou équivalent. Ce cours peut être souscrit au titre de la loi sur la « formation continue ».

Brochure gratuite n° 9753 B à : Ecole Française de Comptabilité, organisme privé, 92270 Bois-Colombes.

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 attirerez 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 D. 575 : « L'art de la conversation et des relations humaines », (joindre 2 timbres pour frais) au

COURS TECHNIQUE DE CONVERSATION

(Etablissement privé d'enseignement à distance)

35, rue Collange, 92303 Levallois, Tél. 270.73.63

Découvrez la graphologie et les sciences humaines

PSYCHOLOGIE, PSYCHANALYSE, CARACTEROLOGIE, MORPHOLOGIE, ORIENTATION PROFESSIONNELLE

grâce aux cours par correspondance, cours oraux, conférences et sessions (à Paris) de l'

ÉCOLE DE PSYCHO-GRAPHOLOGIE

Établissement privé d'enseignement à distance fondé en 1953, régi par la loi du 12-7-1971

- Préparation à la profession de graphologue - inscriptions toute l'année
- Rythme de travail individualisé
- Correction personnalisée des devoirs
- Frais comptabilisables dans les dépenses de formation par convention

Documentation gratuite

S. GAILLAT

12, villa St-Pierre B3 - 94220 CHARENTON

Tél. 376-72-01

Analyses et sélections par professeurs

DEVENEZ REPORTER JOURNALISTE

Le plus beau, le plus exaltant des métiers du monde désormais à votre portée... Grâce à sa méthode moderne inédite, facile à assimiler, UNIVERSALIS (Institut international d'enseignement privé par correspondance) vous offre une occasion unique de transformer merveilleusement votre existence en vous préparant RAPIDEMENT et A PEU DE FRAIS à l'exercice de cette profession passionnante et de prestige.

Pendant vos loisirs, tout à votre aise, quels que soient votre âge, votre sexe, vos études, vos occupations, votre résidence, UNIVERSALIS vous initie à la technique de l'information, à la pratique du reportage, de l'enquête, de l'interview (presse écrite, radio, télévision) dans tous les domaines de l'actualité quotidienne : faits divers, affaires criminelles, politique, sports, mondanités, événements de province et de l'étranger, etc.

Demandez la documentation gratuite n° 17 à

UNIVERSALIS, 11, Faubourg Poissonnière, 75009 PARIS.

Pour la Belgique : 176, bld. Kleyer, 4000 Liège. Tél. 041/36.00.49

BON pour une documentation gratuite sans engagement et sans frais.

à découper ou à recopier

NOM : _____

PRENOM : _____

ADRESSE : _____

A L'ÉCOLE CENTRALE D'ÉLECTRONIQUE

préparez votre avenir

Dans les carrières de l'Electronique et de l'Informatique

Admission de la 6e à la terminale...

...MAIS OUI, dès la 6e, la 5e ou la 4e, vous pouvez être admis à l'ÉCOLE CENTRALE D'ÉLECTRONIQUE dans une section préparatoire correspondant à votre niveau d'instruction, où tout en continuant d'acquérir dans l'ambiance de votre futur métier une solide culture générale, vous serez initié à de nouvelles disciplines : électricité, sciences-physiques, dessin industriel et travaux pratiques.

Ensuite vous aborderez dans les meilleures conditions les cours professionnels de votre choix (électronique, informatique, officier radio Marine Marchande) dispensés dans notre Établissement.

L'E.C.E. qui depuis sa fondation en 1919 a fourni le plus de Techniciens aux Administrations et aux Firmes industrielles et a formé à ce jour plus de 100.000 élèves est la **PREMIÈRE DE FRANCE**

ÉLECTRONIQUE : Enseignement à tous niveaux CAP - BEP - BAC F2 - BTSE Préparation à la carrière d'ingénieur.

INFORMATIQUE : Préparation au CAP-FI BAC H Programmeur.

OFFICIER RADIO DE LA MARINE MARCHANDE.

Toutes les professions auxquelles nous préparons conviennent aux jeunes gens et jeunes filles qui ont du goût pour les travaux mi-manuels et mi-intellectuels.

Ces préparations sont assurées dans nos laboratoires et ateliers spécialisés (informatique, électronique et trafic-radio).

BOURSES D'ÉTAT

RPE - Cliché CSF - Hermil

ÉCOLE CENTRALE des Techniciens DE L'ÉLECTRONIQUE

Reconnue par l'Etat - arrêté du 12 Mai 1964

12, RUE DE LA LUNE, 75002 PARIS • TÉL. : 236.78.87 +

Etablissement privé d'enseignement technique et technique supérieur.

BON

à découper ou à recopier

Veuillez me faire parvenir gratuitement et sans engagement de ma part le guide des Carrières N° 85 SV

(envoi également sur simple appel téléphonique 236.78.87)

Nom .....

Adresse .....

.....

(Ecrire en caractères d'imprimerie)

NOUVEAUX DIPLOMES DE LANGUES pour la vie professionnelle

Tous ceux qui ont étudié une langue (anglais, allemand, italien, espagnol), quel que soit leur âge ou leur niveau d'instruction, ont intérêt à compléter leur qualification par une formation linguistique à usage professionnel. Celle-ci leur permettra de trouver un emploi d'avenir dans une des nombreuses firmes qui travaillent avec l'étranger ou d'accéder dans leur profession à des postes de responsabilité et donc, d'améliorer leur situation matérielle. Car c'est par la maîtrise des langues étrangères commerciales ou contemporaines et leur pratique dans la vie des affaires et les échanges internationaux, que **vous affirmerez votre valeur et vos aptitudes à la réussite.**

Ces qualifications sont sanctionnées par un des diplômes suivants :

— **Diplômes des Chambres de Commerce étrangères,** qui sont les compléments indispensables à toute formation pour accéder aux très nombreux emplois bilingues du monde des affaires.

— **Brevets de Technicien Supérieur Traducteur Commercial,** attestant une formation générale de spécialiste de la traduction et de l'interprétation.

— **Diplômes de l'Université de Cambridge (anglais) : Lower et Proficiency,** pour les carrières de l'information, du secrétariat d'encadrement, du tourisme, etc.

Ces examens, dont les diplômes sont de plus en plus appréciés par les entreprises parce qu'ils répondent à leur besoin de personnel compétent, ont lieu chaque année dans toute la France.

Langues et Affaires vous y prépare, chez vous, par correspondance, avec ses cours de tous niveaux. Formations de recyclage, accélérées, supérieures.

Département formation professionnelle continue à l'usage des salariés et des entreprises.

Ingénieurs, cadres, directeurs commerciaux, étudiants, secrétaires, représentants, comptables, techniciens, etc., sauront tirer profit de cette opportunité pour assurer leur promotion.

GRATUIT

Documentation gratuite n° 1809 sur ces diplômes, leur préparation et les débouchés offerts, sur demande à Langues et Affaires (enseignement privé à distance), 35, rue Collange - 92303 Paris Levallois - Tél. 270.81.88.

A découper ou recopier

BON

LANGUES ET AFFAIRES
(Etablissement privé d'enseignement à distance)
35, rue Collange, 92303 PARIS-LEVALLOIS
Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement votre documentation complète L.A. 1809.

NOM : M.....
ADRESSE : .....
.....

Succès EPA

Combien peut-on gagner dans la Comptabilité ?

de 3000 F à 10 000 F

PRÉPAREZ CHEZ VOUS LES DIPLOMES D'ÉTAT

- Vite à peu de frais
- Aucune limite d'âge
- Aucun diplôme exigé

DÉBUT DES COURS A VOTRE CONVENANCE
POSSIBILITÉ DE SÉMINAIRES DE REGROUPEMENT
Demandez le NOUVEAU GUIDE gratuit n° 10
« Comptabilité, clé du succès »

ÉCOLE PRÉPARATOIRE D'ADMINISTRATION
Établissement privé fondé en 1873
d'enseignement à distance et de formation permanente
4, rue des Petits-Champs - 75080 Paris Cedex 02

NOM .....
ADRESSE .....

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 n° 3220 à :

INSTITUT CULTUREL FRANÇAIS
(établissement privé)
35, rue Collange - 92303 Paris-Levallois

formation générale
formation technique
formation continue

par correspondance et stages sur place à différents niveaux.
principales sections techniques :

- **électronique**
- **électrotechnique**
- **aviation • automobile**
- **dessin industriel**

documentation gratuite AB sur demande: préciser section choisie et niveau d'études (joindre 4 timbres pour frais d'envoi).

infra
enseignement privé
24 rue Jean Mermoz 75008 PARIS
métro : Ch.-Elysées - Tél. 225.74.65 et 359.55.65

AUTOCOLLANT

SCIENCE & VIE

est à la disposition de nos lecteurs pour le recevoir joindre 2 F en timbres-poste à votre demande

5, rue de la Baume 75008 PARIS

c'est pas cher

PASTRE

ça peut rapporter gros

PASTRE

c'est facile

PASTRE AS 6

LOTO

Pour conserver intacte cette documentation, utilisez les bons ci-dessous.

UNIECO page 169
6611 rue de Neufchâtel
76041 ROUEN

Bon pour être informé gratuitement sur les carrières. .....

NOM .....

ADRESSE .....

.....

L'ÉCOLE CHEZ SOI page 170
1, rue Thenard - 75240 PARIS

Veuillez m'adresser sans engagement l'un des guides V 23 suivants :
☐ *Carrières de la Fonction publique*
☐ *Carrières du Secteur privé*

NOM .....

ADRESSE .....

.....

INSTITUT PRIVÉ CONTROL DATA page 170
19, rue Erard - 75012 PARIS

Monsieur VATIN
Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement, votre brochure sur l'institut

NOM .....

ADRESSE .....

.....

ÉCOLE FRANÇAISE DE RÉDACTION
10, rue de la Vrillière - 75001 PARIS page 170

Veuillez m'envoyer votre passionnante brochure gratuite n° 467 «Le plaisir d'écrire»

NOM .....

ADRESSE .....

.....

EURELEC page 171
Institut privé d'enseignement à distance
21000 DIJON

Documentation gratuite sans engagement de ma part n° F 571

NOM .....

ADRESSE .....

.....

ARMÉE DE TERRE (D.P.M.A.T.) page 172
37, bd. du Port-Royal - 75998 Paris-Armées

Ecrire à DPMAT/Bureau commun des engagés. Service SV

NOM .....

ADRESSE .....

.....

ÉCOLE FRANÇAISE DE COMPTABILITÉ (organisme privé) page 172
92270 BOIS-COLOMBES

Demandez la documentation gratuite n° 9752

NOM .....

ADRESSE .....

.....

COURS TECHNIQUE DE CONVERSATION page 172
35, rue Collange - 92303 LEVALLOIS

Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement pour moi, votre brochure D. 575. (Ci-joint 2 timbres pour frais d'envoi).

NOM .....

ADRESSE .....

.....

ÉCOLE DE PSYCHO-GRAPHOLOGIE S. GAILLAT page 173
12, villa St-Pierre - 94220 CHARENTON

Veuillez me faire parvenir gratuitement votre documentation.

NOM .....

ADRESSE .....

.....

UNIVERSALIS page 173
11, Fbg Poissonnière - 75009 PARIS

Bon pour une documentation gratuite sans engagement et sans frais.

NOM .....

ADRESSE .....

.....

ÉCOLE CENTRALE D'ÉLECTRONIQUE
12, rue de la Lune - PARIS (2e) page 173

Veuillez m'adresser sans engagement la documentation gratuite n° 85 SV

NOM .....

ADRESSE .....

.....

LANGUES ET AFFAIRES page 174
35, rue Collange - 92303 LEVALLOIS

Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement pour moi votre documentation L.A. 1809

NOM .....

ADRESSE .....

.....

ÉCOLE PRÉPARATOIRE D'ADMINISTRATION page 174
4, rue des Petits-Champs, PARIS (2e)

Veuillez m'envoyer gratuitement le guide n° 12 ou la brochure n° 442 et sans engagement.

NOM .....

ADRESSE .....

.....

INSTITUT CULTUREL FRANÇAIS
35, rue Collange - 92303 LEVALLOIS
page 174

Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement pour moi votre brochure n° 3220 (Ci-joint deux timbres pour frais d'envoi).

NOM .....

ADRESSE .....

.....

INFRA page 175
24, rue Jean-Mermoz - PARIS (8e)

Veuillez m'adresser sans engagement la documentation gratuite AB (ci-joint 4 timbres pour frais d'envoi).

Section choisie .....

NOM .....

ADRESSE .....

.....

Le directeur de la publication : Jacques DUPUY — Dépôt légal : N° 78018 — Imprimerie des Dernières Nouvelles de Strasbourg
Imprimé en France N° de Commission Paritaire : 57284 du 15 décembre 1975

CHAQUE RELIURE
EST CONÇUE POUR
CLASSER
6 NUMEROS

30 F
Franco
SEULEMENT
LES
2
RELIURES

Prix coûtant pour les lecteurs de SCIENCE ET VIE

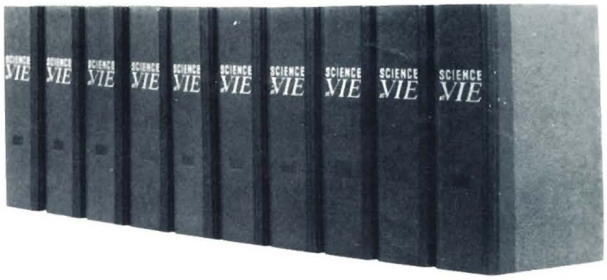
BON DE COMMANDE à recopier
et à retourner à SCIENCE ET VIE
5, rue de la Baume - 75008 PARIS.

● Je désire recevoir ..... RELIURES au prix de 30 F les 2 exemplaires.

● Je vous joins la somme de ..... F par
☐ chèque bancaire ☐ Mandat poste
☐ CCP 3 volets (sans indiquer de numéro de compte)

NOM _____
ADRESSE _____
CODE _____ VILLE _____

LES RELIURES DE SCIENCE & VIE



VOUS PERMETTRONT DE CONSERVER :
- VOS NUMEROS MENSUELS
- VOS NUMEROS HORS SERIE

PRATIQUES : vous réaliserez facilement le classement désiré.

ROBUSTES : la qualité des matériaux utilisés vous assure une protection efficace.

ESTHETIQUES : le rayonnage ainsi constitué sera digne de votre bibliothèque.

BON D'EXAMEN GRATUIT

à découper ou à recopier en rappelant Z36 SVAT
et à retourner au CEPL :

France : 114 Champs-Elysées, 75008 Paris.
Belgique : Palais St-Jacques, 7500 Tournai.
Suisse : Rte d'Oron 2, 1010 Lausanne 10.

Veuillez m'envoyer en communication gratuite l'encyclopédie **« SAVOIR S'EXPRIMER »**.

Durant 10 jours, j'aurai tout le loisir de l'utiliser. Passé ce délai :

- Je pourrai la garder et la régler en 2 mensualités :
  - la première de 41,90 F (+ 5,55 F de port),
  - la deuxième de 41,90 F.

  Je ne m'engage à rien d'autre.
- Je pourrai vous la retourner sans rien vous devoir.

Nom _____

Prénom _____

N° _____ Rue _____

Code postal _____ Ville _____

Signature obligatoire

pour augmenter vos chances de réussir dans la vie:

SAVOIR S'EXPRIMER

SAVOIR PARLER, SAVOIR ÉCRIRE, ETC.

Le livre qui vous apprend enfin ce qui n'est jamais enseigné

pour votre métier

que vous soyez cadre, secrétaire, représentant, vendeuse, enseignant, etc.

pour vos études

que vous soyez étudiant ou lycéen.

pour la famille

correspondance, démarches, réclamations, contrats, etc.

NEUF LIVRES EN UN !

- Savoir parler
- Savoir écrire
- Savoir lire plus vite
- Développer sa mémoire
- Le guide de la correspondance
- Savoir se présenter
- Apprendre à négocier
- Communiquer en famille
- Etre un leader
- etc.

544 PAGES GRAND FORMAT

Pour vous aider une équipe de spécialistes parmi lesquels

YVES FURET

l'homme qui a « appris à parler » aux grands leaders actuels.

Des conseils pratiques, des cas vraiment concrets. Des exemples, des exercices, des tests à faire vous-même.

RIEN D'AUTRE A ACHETER

c'est une production de
La bibliothèque du CEPL
114 Champs-Elysées, 75008 Paris

V-Publi