

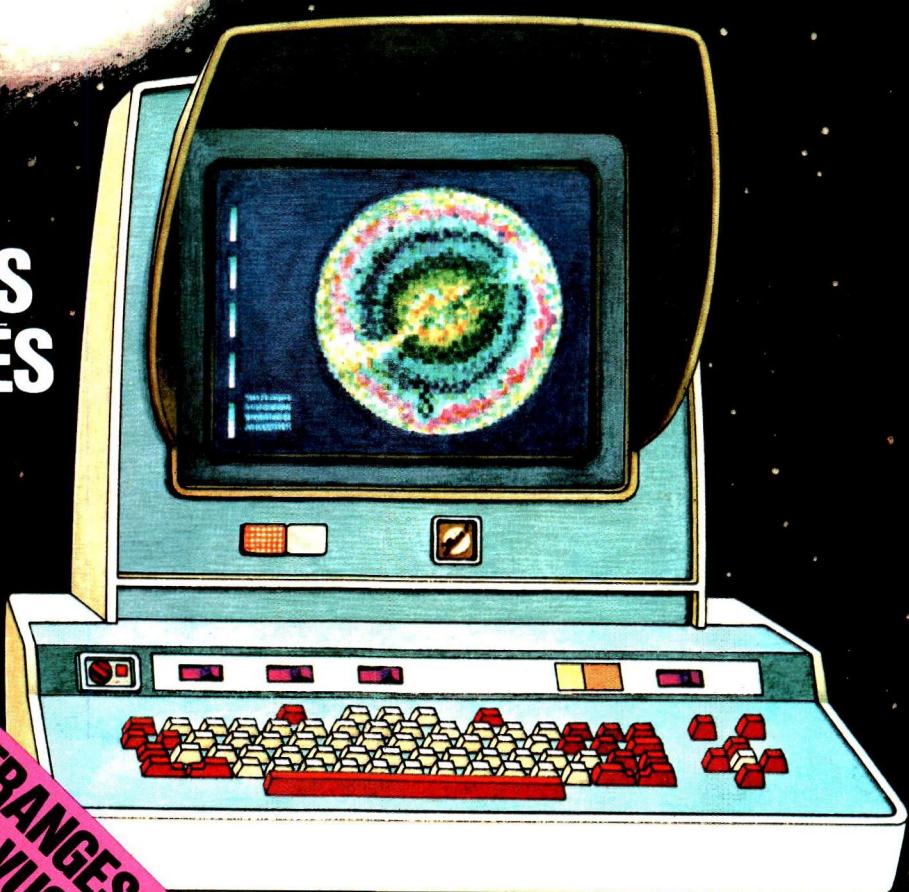
SCIENCE & VIE

*Le gène
de
l'immortalité*

*Nucléaire :
14 points
faibles*

*Héritages :
projet de loi
et coutumes*

**LES
OBJETS
CÉLESTES
IDENTIFIÉS**



**LES AVIONS ÉTRANGES
QU'ON N'A PAS VUS
AU SALON**

la maison des BIBLIOTHEQUES

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

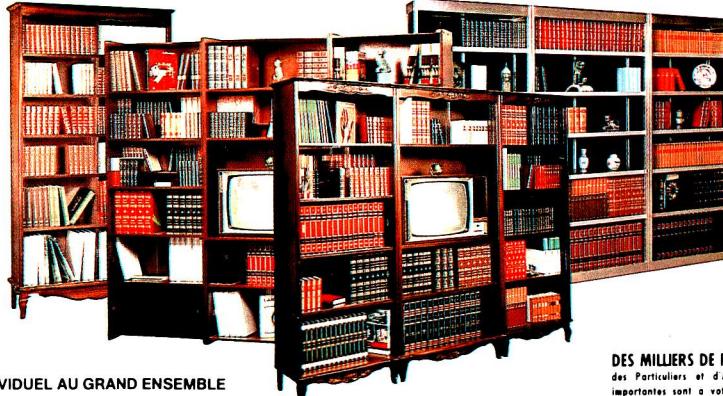
150

MODELES VITRES

ACCORDEABLES - JUXTAPOSABLES - SUPERPOSABLES - DEMONTABLES

COMBINAISONS D'ASSEMBLAGE

PAR SIMPLE POSE SANS AUCUNE FIXATION



DU MEUBLE INDIVIDUEL AU GRAND ENSEMBLE



Nos modèles vous permettent de constituer et d'agrandir votre bibliothèque au fur et à mesure de vos besoins.

DES MILLIERS DE RÉFÉRENCES
des Particuliers et d'Administrations
importantes sont à votre disposition.

EXÉDITON RAPIDE
ET FRANCO

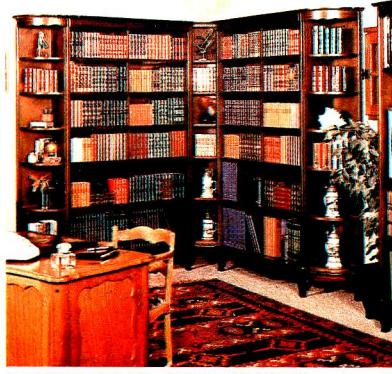
REPRISE EN CAS
DE NON-CONVENANCE.

Installez-vous, vous-même, ultra rapidement et facilement...

RUSTIQUES

STANDARDS

CONTEMPORAINES



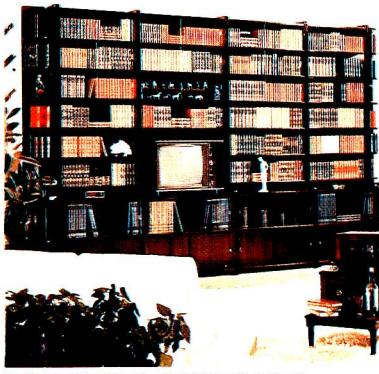
JUXTAPOSABLES - SUPERPOSABLES

Vitrées ou non.

7 hauteurs - 3 profondeurs - 5 largeurs

Vernis mat satiné, teinté noyer. Sur les montants en façade, moulure de style bois massif, étagères en multipli, montants en aggloméré, placage acajou traité ébénisterie. Dessus et socles débordants, frontons avec découpe de style. Pieds en forme, vitres claires coulissantes avec onglets. Juxtaposition, par simple pose, sans fixation grâce à notre système exclusif de moulures amovibles.

Placage chêne ou merisier en option.



JUXTAPOSABLES - SUPERPOSABLES

Vitrées ou non.

12 hauteurs - 4 profondeurs - 4 largeurs

Étagères en multipli, côtés en aggloméré bois (panneaux de particules).

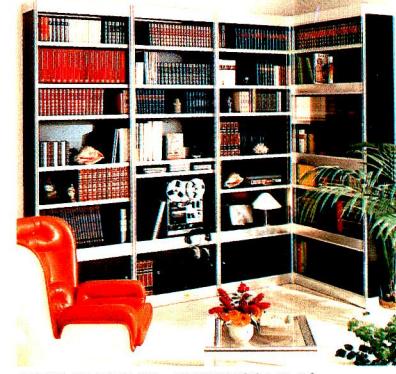
Placage acajou traité ébénisterie, vernis cellulosique satiné, teinte acajou s'harmonisant avec tous les styles. Fonds contre-plaqué. Vitres coulissantes avec onglets, bords doucis.

12 hauteurs de 64 à 224 cm. modèles de 2 à 8 rayons pour formats différents.

4 profondeurs 20 cm, 25 cm, 30 cm, 38 cm, nombreuses combinaisons par superposition.

4 largeurs 64 cm, 78 cm, 94 cm, 126 cm, extension par juxtaposition, utilisation des angles, etc.

Nombreux bois en option.



JUXTAPOSABLES - SUPERPOSABLES

Vitrées ou non **5 hauteurs - 3 profondeurs - 3 largeurs - 2 couleurs**

Ce magnifique ensemble de modèles contemporains juxtaposés non vitrés est réalisé EN PROFILE ALU-MINUM ANODISÉ BROSSE ATX et en stratifié blanc ou noir. Montage et démontage très faciles, notice de montage et clé jointes. Montants et traverses en aluminium anodisé brossé. Pince d'assemblage système breveté ATX. Pieds à vêrins plastique noir. Côtés et fonds en stratifié double face 8 mm, crémallères aluminium encastrées. Étagères réglables en aggloméré stratifié double face 19 mm, chant avec T aluminium encastré. Nos modèles contemporains peuvent être équipés facilement et séparément de portes coulissantes en verre ou en parsol bronze de 5 mm d'épaisseur.

...A DES PRIX IMBATTABLES

Visitez nos Expositions Vente :

à Paris : 61, rue Froidevaux, Paris 14^e. Magasin ouvert le lundi de 14 h à 19 h et les autres jours même le samedi de 9 h à 19 h sans interruption.

Autobus : 28, 38, 58, 68. Métro : Denfert-Rochereau - Gaité - Raspail - Edgar Quinet

**BON POUR UN CATALOGUE
EN COULEURS CLE SV21 GRATUIT**

LA MAISON DES BIBLIOTHEQUES, 75680 Paris CEDEX 14

Veuillez m'envoyer sans engagement votre CATALOGUE BIBLIOTHEQUES VITRES ou non contenant tous détails : hauteur, largeur, profondeur, bois, contenance, prix, etc.

M. _____

à _____

Ville _____

Code Postal _____

ou par téléphone

24 H SUR 24

(répondeur automatique)

320.73.33

FRANCE

Ouvert tous les jours même le samedi. AMIENS*, 3, r des Chaudronniers tel 91 97 15 - BORDEAUX*, 10, r Bouffard, tel 44 39 42 - CLERMONT-FERRAND*,

22, r G Clemenceau, tel 93 97 06 - GRENOBLE*, 59, r Saint-Laurent, tel 42 55 75

- LILLE*, 60, r Esquermouze, tel 55 69 90 - LIMOGES*, 5, r de la République, tel 79 15 - LYON*, 69, r de la République, tel 89 52 00 - MARSEILLE*, 109, r Paradis, tel 37 60 54 - MONTPELLIER*, 8, r Serane tel 58 19 32 - NANTES*, 16, r Gambetta, tel 74 59 35 - NICE*, 8, r de la Bouchette (Vieille-Ville), tel 80 14 89

- RENNES*, 18, quai E. Zola (pr du Musée), tel 30 26 77 - ROUEN*, Front de

Sainte 2000, 43, r des Charettes, tel 71 96 22 - STRASBOURG*, 11, av de Gaulle (Espanade), tel 61 08 24 - TOULOUSE, 2/3 quai de la Daurade, tel 21 09 71

* TOURS*, 5, r H. Barbusse (pr du Musée), tel 54 03 28

** ferme le lundi matin - *** ferme le lundi

STRANGER

AUTRICHE : 1.010 VIENNE, Kosmot Buchhandlung Wollzeile 16 - BELGIQUE : BRUXELLES 1000, 54 r. du Midi - Lége 4000, 47 bd d'Avroy - ANVERS 2000, Mechelsesteenweg 16 - SUISSE : GENÈVE 1207 Sovaco SA 17, bd Helvétique 3 - tel (22) 35 16 21 - PAYS-BAS : Bussum 1406 N.A., Nwe s Gravelandseweg 33

Or blond, cuvée spéciale.

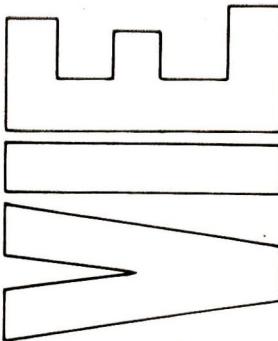


Kanterbräu a mis tout son art dans l'élaboration d'une bière spéciale. Plus rare et plus précieuse.

En goûtant Gold de Kanterbräu, vous découvrirez tous les raffinements d'une très grande bière.

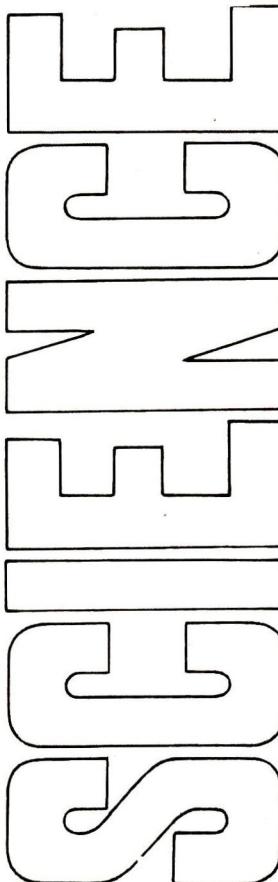
La bière en Or de Kanterbräu.

savoir



Sommaire
Juillet 79
N° 742
Tome CXXIX

Dessin
Philippe
Fix



-
- LES NOUVEAUX OUTILS DE L'ASTRONOME** p. 12
par Renaud de la Taille et Martine Castello
- LES ILOTS DE VIE DU FOND DES MERS** p. 26
par Jacqueline Denis
- LES PETITS MAMMIFÈRES DU DÉSERT** p. 32
par Claude Grenot
- LE «GÈNE DE L'IMMORTALITÉ»** p. 38
par Alexandre Dorozynski
enquête Françoise Harrois-Monin
- L'ÂGE DÉCISIF POUR LA VISION** p. 42
par Pierre Rossion
- LES COUTUMES FRANÇAISES DE L'HÉRITAGE ET LA NOUVELLE LOI** p. 46
par Régine Dalnoky
- LA PLUS VIEILLE TRACE DE PAS DU MONDE** p. 50
par Régine Dalnoky
- LES ÉNIGMATIQUES SOLITONS** p. 53
par Michel de Pracontal
- L'ADN «BALADEUR»** p. 58
par Gerald Messadié
- LE DOUBLE CHEMIN DE LA LEUCÉMIE** p. 60
par Pierre Andolé
- MALADIE DE PARKINSON : UN ESPOIR LOINTAIN** p. 62
par Pierre Rossion
- CHRONIQUE DE LA RECHERCHE** p. 65
dirigée par Gerald Messadié

PAUL SLADE

Notre correspondant à New York, Paul Slade, est décédé brutalement le 7 juin, à pied d'œuvre. La mort l'a surpris en effet alors qu'il réalisait pour nous une enquête, avec cette générosité dans l'effort et cette art de déjouer les obstacles qui définissent les grands reporters. Slade était l'homme des « scoops » et c'est grâce à lui que nos lecteurs ont eu la réelle exclusivité de photos à l'intérieur d'un laboratoire de manipulations génétiques à haut risque (n° 728), pour ne citer que cet exemple. Paul Slade avait appartenu aux plus grands groupes de presse français et américains ; il avait largement contribué à leurs réussites. Nous nous enorgueillissions de le compter dans notre équipe. S. et V.

pouvoir utiliser

Salt II ou le nouveau règlement de la course aux armements p. 72
par Jean-René Germain

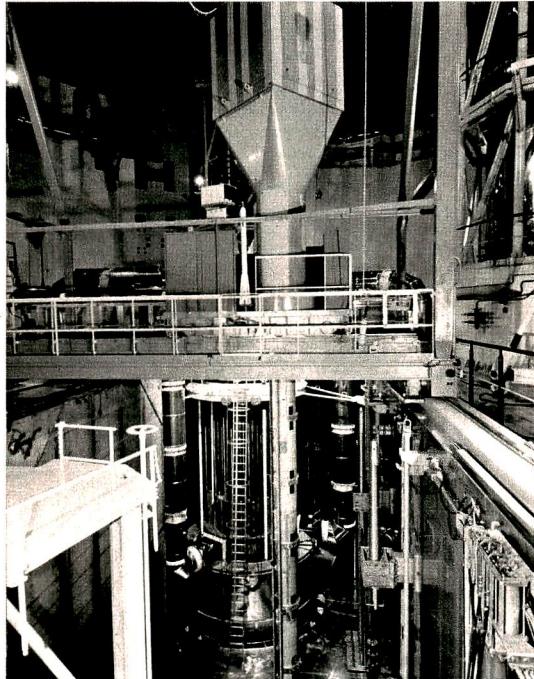
Les 14 points faibles du nucléaire p. 78
par Françoise Harrois-Monin

Les avions bizarres p. 83
par François Pavy

L'ordinateur le plus rapide du monde p. 90
par Michel de Pracontal

Agro-alimentaire - V : les circuits de distribution p. 95
par Sophie Seroussi

Chronique de l'industrie p. 103
dirigée par Gérard Morice



Après l'accident d'Harrisburg, on reconnaît aujourd'hui que toute centrale nucléaire possède au moins 14 défauts majeurs non encore corrigés.

LES JEUX p. 110

par Pierre Aroutcheff, Pierre Berloquin, Luc Fellot, Alain Ledoux, Renaud de la Taille, J. P. Penel, Olivier Gutron, Jean Tricot et Peter Watts

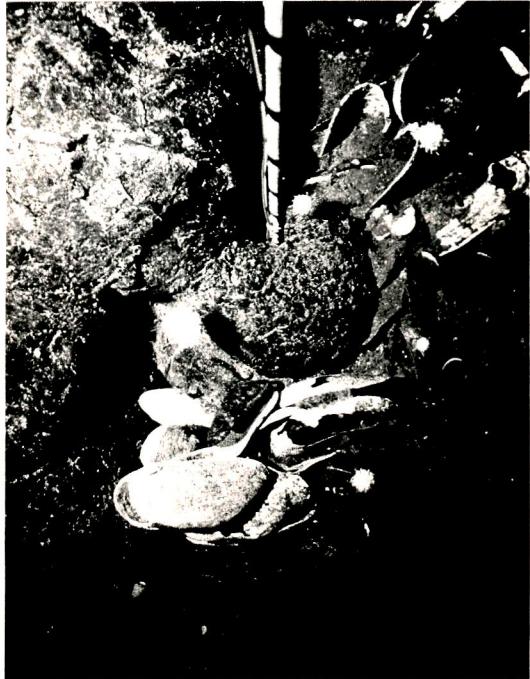
LA PHOTO IMMORTELLE OU LES TIRAGES AU CHARBON p. 124
par Roger Bellone

HI-FI : COMMENT ADAPTER TOUS LES MAILLONS D'UNE SONO p. 131
par Alain Belz

SCIENCE ET VIE A LU POUR VOUS p. 136

CHRONIQUE DE LA VIE PRATIQUE p. 139
dirigée par Luc Fellot

LA LIBRAIRIE DE SCIENCE ET VIE p. 146



L'existence de sources chaudes sur les fonds du Pacifique, a permis la découverte d'une faune inconnue et des gisements de métaux.

Pour apprendre à vraiment parler **ANGLAIS OU ALLEMAND**

La méthode réflexe-orale
donne des résultats stupéfiant
et tellement rapides

NOUVELLE MÉTHODE PLUS FACILE - PLUS EFFICACE

Connaitre une langue, ce n'est pas déchiffrer lentement quelques lignes d'un texte écrit. Pour nous, connaître une langue, c'est comprendre instantanément ce qui vous est dit et pouvoir répondre immédiatement.

La méthode réflexe-orale a été conçue pour arriver à ce résultat. Non seulement elle vous donne de solides connaissances, mais surtout elle vous amène infailliblement à parler la langue que vous avez choisi d'apprendre. C'est une méthode progressive, qui commence par des leçons très faciles et vous amène peu à peu à un niveau supérieur. Sans avoir jamais quoi que ce soit à apprendre par cœur, vous arriverez à comprendre rapidement la conversation ou la radio, ou encore les journaux, et vous commencerez à penser dans la langue et à parler naturellement. Tous ceux qui l'ont essayée sont du même avis : la méthode réflexe-orale vous amène à parler une langue dans un délai record. Elle convient aussi, bien aux débutants qui n'ont jamais étudié une langue qu'à ceux qui, ayant pris un mauvais départ, ressentent la nécessité de rafraîchir leurs connaissances et d'arriver à bien parler. Les résultats sont tels que ceux qui ont suivi cette méthode pendant quelques mois semblent avoir étudié pendant des années ou séjourné longtemps en Angleterre ou en Allemagne.

La méthode réflexe-orale a été conçue spécialement pour être étudiée chez soi. Vous pouvez donc apprendre l'anglais ou l'allemand chez vous à vos heures de liberté, où que vous habitez et quelles que soient vos occupations. En consacrant moins d'une demi-heure par jour à cette étude qui vous passionnera, vous commencerez à vous "débrouiller" dans deux mois et, lorsque vous aurez terminé trois mois plus tard, vous parviendrez à parler couramment avec un accent impeccable, ce qui d'ailleurs a stupéfié des spécialistes de l'enseignement.

Commencez dès que possible à apprendre la langue que vous avez choisie avec la méthode réflexe-orale. Rien ne peut vous rapporter autant avec un si petit effort. Dans le monde d'aujourd'hui, parler une langue est un atout essentiel à votre réussite.



à retourner à Service A 15 Y - CENTRE D'ÉTUDES
1, avenue Stéphane-Mallarmé - 75017 PARIS

Sans engagement de ma part, en échange de ce bon, je recevrai gratuitement ce disque 45 tours de démonstration et votre brochure "Comment apprendre l'anglais ou l'allemand et parler couramment". Je joins 2 timbres à 1,20 F pour frais (pour pays hors d'Europe, joindre 3 coupons réponse).

Langue choisie : ANGLAIS ALLEMAND

MON NOM _____
(en majuscules S V P)

MON ADRESSE _____

Code postal _____ Ville _____

SCIENCE & VIE

Publié par

EXCELSIOR PUBLICATIONS, S.A.

5, rue de la Baume - 75008 Paris

Tél. 563.01.02

Direction, Administration

Président : Jacques Dupuy

Directeur Général : Paul Dupuy

Directeur administratif et financier : J.-P. Beauvalet

Rédaction

Rédacteur en Chef : Philippe Cousin

Rédacteur en chef adjoint : Gérald Messadié

Chef des informations, rédacteur en chef adjoint : Jean-René Germain

Secrétaire général de rédaction : Luc Fellot

Secrétaire de rédaction : Edith Pillain

Rédaction Générale

Renaud de la Taille

Gérard Morice

Alexandre Dorozyński

Pierre Rossion

Jacques Marsault

Charles-Noël Martin

Alain Ledoux

Françoise Harrois-Monin

Sophie Seroussi

Service illustration

Armand Borlant

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

Maquette et exécution des pages promotionnelles :

Guy Le Bourre

Directrice des Ventes : Ariane Carayon

Publicité :

Excelsior Publicité - Interdeco

67, Champs-Élysées - 75008 Paris - Tél. 359.09.89

Chef de publicité : Hervé Lacan

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 (8^e).

• MODALITÉS 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 1979 « Science et Vie »

APPRENEZ LA GRAPHOLOGIE

POUR VOTRE PLAISIR OU POUR GAGNER DE L'ARGENT

De nombreuses personnes ont trouvé dans la graphologie une activité passionnante et rémunératrice.

Être graphologue ne signifie pas « dire la bonne aventure ». La graphologie repose sur des bases scientifiques sérieuses; c'est ainsi que les chefs d'entreprises y ont recours pour choisir leur personnel; les parents pour comprendre leurs enfants et les élever en respectant leur personnalité; les fiancés pour se mieux connaître et s'aider; tous ceux qui ont une charge sociale : médecins, professeurs, éducateurs, etc.

Un métier qui paye !

Très vite la graphologie peut devenir votre activité principale ou secondaire. C'est très simple à apprendre (et à la portée de tous). Vous n'aurez à y consacrer que quelques heures par semaine.

GRATUITEMENT la première leçon

Pour vous le prouver, nous vous proposons de vous envoyer GRATUITEMENT (et sans engagement de votre part) la première leçon de notre cours par correspondance. Remplissez aujourd'hui même le bon ci-dessous et adressez-le (en joignant 4 timbres) à :

INTERNATIONAL PSYCHO-SERVICE
277, rue Saint-Honoré, 75008 PARIS
B P 53-08 - 75362 PARIS CEDEX 08

BON GRATUIT SC 7

Je désire recevoir la première leçon de votre cours de graphologie.

Mon NOM _____

Mon Adresse _____

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°	80 F	110 F	
1 AN : 12 N° + 4 H.S.	115 F	150 F	
2 ANS : 24 N°	150 F	210 F	
2 ANS : 24 N° + 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. 000-0274890-99.

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.

L'UN D'EUX A 15 ANS, LES AUTRES A PEINE 20 ANS:

VOICI LES LAUREATS DU PRIX SCIENTIFIQUE PHILIPS POUR LES JEUNES



Comme chaque année, les études des candidats au Prix Scientifique Philips pour les Jeunes, ont fait l'objet d'une exposition au Palais de la Découverte. Le jury, composé d'éminents scientifiques, a décerné les prix.

Ces hommes de science ont parlé en termes chaleureux des lauréats et de leurs travaux.

Jugez-en :

François GUILLOCHEAU - 19 ans - reçoit une dotation de 8 000 F

Sédimentologie du dévonien de la baie de Roscanvel.

"Nous avons été très surpris ! Il y a peu de spécialistes dans le monde du dévonien". C'est un travail tout à fait exceptionnel : on pense que c'est grandement l'équivalent d'une thèse de 3^e cycle !

M. GUILLEMIN, Directeur du B.R.G.M., membre du jury

René PEOC'H - 20 ans - reçoit une dotation de 7 000 F

Nouvelles observations sur les abeilles.

"Vous avez réussi à étonner le jury et pourtant nous sommes ici quelques durs à cuire et qui en avons vu de toutes sortes, croyez-moi ! Ça nous fait plaisir de trouver chez un homme aussi jeune que vous le talent expérimental..."

M. CHAUVIN, Professeur à la Sorbonne, membre du jury

Jean-Marc FRIAUD - 15 ans

Sylvain BESSON - 16 ans - reçoivent une dotation de 6 000 F

Système conversationnel pour l'étude du langage d'enseignement.

"Ils ont fait là un travail quasiment professionnel" ont estimé des ingénieurs de l'I.R.I.A."

M. LIONS, de l'Institut, membre du Jury

Xavier HUGON - 19 ans - **Jean-Pierre MILLET** - 18 ans - reçoivent une dotation de 4 000 F

Synthétiseur de musique.

"Ils ont certainement devant eux une belle carrière dans la voie de la communication et de la reproduction."

M. AUGER, de l'Institut, membre du jury

Eric CANAVY - 17 ans - reçoit une dotation de 3 000 F

Action de la nicotine sur les protozoaires et les végétaux.

"L'approche scientifique du problème, le raisonnement appliquée, la rigueur des expériences montrent qu'il a compris le mécanisme de la recherche..."

M. LEPINE, de l'Institut, membre du jury

Hervé BONNARD - 19 ans - reçoit une dotation de 2 000 F

Mollusques terrestres.

"Je tiens à dire ici toute la satisfaction que m'a procurée cette approche vraiment originale!"

M. DORST, de l'Institut, membre du jury

Emile LAGUNA - 19 ans - reçoit une dotation de 2 000 F

Le ruisseau aux castors.

"Voilà un jeune homme qui écoute ce qu'on lui dit... cette qualité lui vaudra de réussir dans ce qu'il entreprend!"

M. CHAUVIN, Professeur à la Sorbonne, membre du jury

Qui examine les travaux et décerne les prix ?

MADISON-FRANCE

Un jury composé de représentants éminents de la science française évalue la qualité des travaux présentés par les jeunes candidats, et attribue les prix. Voici la composition de ce jury :

Président du jury : Louis LEPRINCE-RINGUET, membre de l'Institut

Membres : Pierre AUGER, membre de l'Institut
Remy CHAUVIN, Professeur à la Sorbonne
Hubert CURIEN, Président du Conseil d'Administration du Centre National d'Etudes Spatiales
Jean-François DENISSE, membre de l'Institut
Jean DORST, membre de l'Institut

Jean FOURASTIE, membre de l'Institut
Pierre P. GRASSE, membre de l'Institut
Pierre LEPINE, membre de l'Institut
Jacques LIONS, membre de l'Institut
Louis NEEL, membre de l'Institut
Claude GUILLEMIN, Directeur du Service Géologique National au B.R.G.M.

Secrétaire : Marcel BOISOT

Comment en savoir davantage sur le Prix Scientifique Philips pour les Jeunes ?

En écrivant aujourd'hui à Yves EMERY - Prix Scientifique Philips pour les Jeunes - 50, avenue Montaigne - 75008 PARIS, vous recevrez par retour et gratuitement une documentation détaillée.

COMMUNIQUE

**POUR TOURNER
VOS FILMS
SANS FILM,
SANS DEVELOPPEMENT,
SANS PROJECTEUR,
SANS ECRAN:**

TOURNEZ LA PAGE.



CAMERA VIDEO, MAGNETOSCOPE

L'arrivée de la vidéo dans le cinéma d'amateur: une révolution.

Avec la caméra et le magnétoscope portables Continental Edison, la vidéo révolutionne le cinéma d'amateur. Le principe du film vidéo est désormais à la portée technique et financière du chasseur d'images éclairé. Il ajoute à tous les plaisirs de la prise de vue classique, les avantages et les immenses possibilités de la vidéo.

Le principe: le magnétoscope portable enregistre l'image et le son captés par la caméra vidéo, sur une bande magnétique contenue dans une cassette.

Ensuite, pour revoir ce que vous avez filmé en vidéo, il suffit de brancher le magnétoscope sur votre téléviseur, de rembobiner la cassette et de regarder.

C'est très simple. Pas de développement, pas de projecteur, pas d'écran, pas de manipulation, pas de rideaux à tirer pour qu'il fasse noir: le plaisir de l'image exclusivement.

Un exemple: dimanche après-midi vous filmez les enfants à la campagne.

Le soir même en rentrant, vous regardez en famille sur votre téléviseur, le film réalisé. Vous ne serez jamais déçu par la vidéo. En effet, si pendant le tournage:

- la prise de vue ne vous convient pas: retour arrière, on efface tout et on recommence.
- vous n'êtes pas sûr du plan que vous venez de filmer: vous pouvez le visionner immédiatement grâce au viseur de votre caméra, qui sert alors de mini-écran de télévision de contrôle.

Une révolution en deux éléments portables.

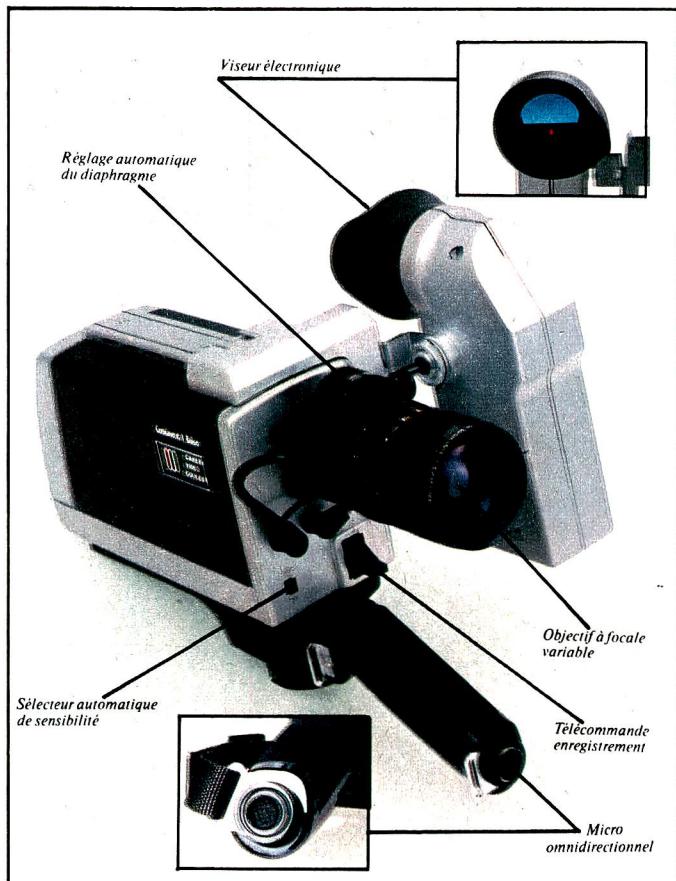
La caméra vidéo couleur Continental Edison (KC 2923).

Automatique, compacte, robuste, légère, elle peut être mise entre toutes les mains. Très sensible puisqu'elle permet une prise de vue avec éclairage à partir de 100 lux (l'éclairage moyen d'un intérieur). Prise de son par microphone incorporé, possibilité de mixage. Objectif à focale variable (zoom F: 2 de 17 - 102 mm) avec diaphragme asservi débrayable, viseur électronique avec tube noir et blanc 38 mm comportant 3 voyants de contrôle: enregistrement - charge batterie - sur ou sous exposition.

Excellent qualité des images, piquées, nettes, avec un très fidèle rendu des couleurs.

Viseur électronique pouvant pivoter sur 360°. Sélecteur de sensibilité.

La caméra portable Continental Edison est en fait un appareil très complet aux performances dignes des caméras vidéo professionnelles. Elle vous étonnera par ses possibilités, son équipement et son prix.



Le magnétoscope portable couleur VHS Continental Edison (VPK 2934).

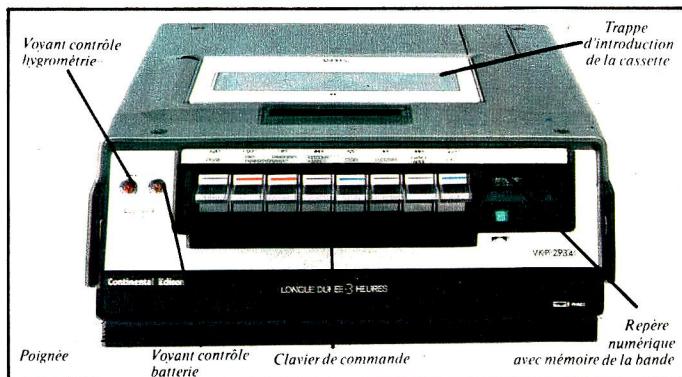
Le magnétoscope portable couleur VHS est le plus moderne du marché; c'est le plus petit (L: 338 mm - H: 137 mm - P: 328 mm), le plus léger (moins de 9,5 kg avec la cassette, le bloc accumulateur, le convertisseur HF), sa consommation est la plus réduite (10 watts). Et seul, le système VHS (représentant plus des 2/3 des magnétoscopes vendus dans le monde) permet actuellement la commercialisation d'une version portable.

Parmi ses caractéristiques: 3 heures d'enregistrement continu en prise de vue ou une heure en reproduction. Voyant indicateur d'excès d'humidité.

Fonctionne dans toutes les positions. Branchement sur tous les téléviseurs noir et blanc ou couleur. Compteur digital. Commande de pause pour arrêt momentané du défilement de la bande.

On retrouve sur le magnétoscope portable toutes les possi-

PORTABLES CONTINENTAL EDISON.



bilités des modèles fixes, en l'associant à son bloc alimentation qui fait également fonction de chargeur, et au bloc tuner muni d'un programmeur.

Une révolution dans le coût réel du film d'amateur.

Si l'on compare le système vidéo portable VHS Continental Edison au système super 8, la révolution continue. En ce qui concerne la durée: une cassette vidéo permet d'effectuer jusqu'à 3 heures d'enregistrement, un film classique dure 3 minutes.

Le prix: une cassette vidéo de 3 heures (que l'on peut effacer et réutiliser à volonté) coûte environ 150 francs, une heure de film super 8 sonore (développé une fois pour toutes!) coûte environ 900 francs, soit un total de 2700 francs pour trois heures de film.

En vidéo, le contrôle des images suit immédiatement la prise de vue, et toutes les

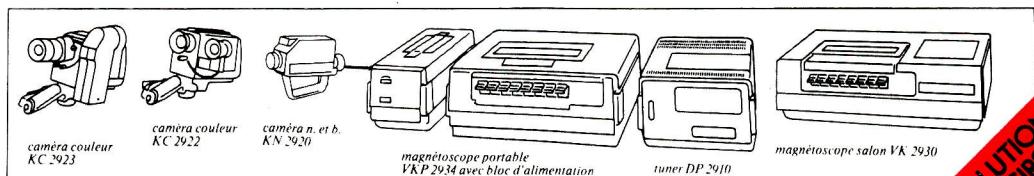
corrections sont possibles à tout instant: fini les films de vacances qu'on découvre bien plus tard... et parfois "loupés".

La caméra et le magnétoscope portables Continental Edison vous donnent en plus la possibilité, très pratique, de dupliquer tous vos films super 8 sur cassette vidéo, à raison de 3 heures de projection par cassette.

Une révolution dans les loisirs.

La vidéo Continental Edison c'est la révolution dans les loisirs filmés.

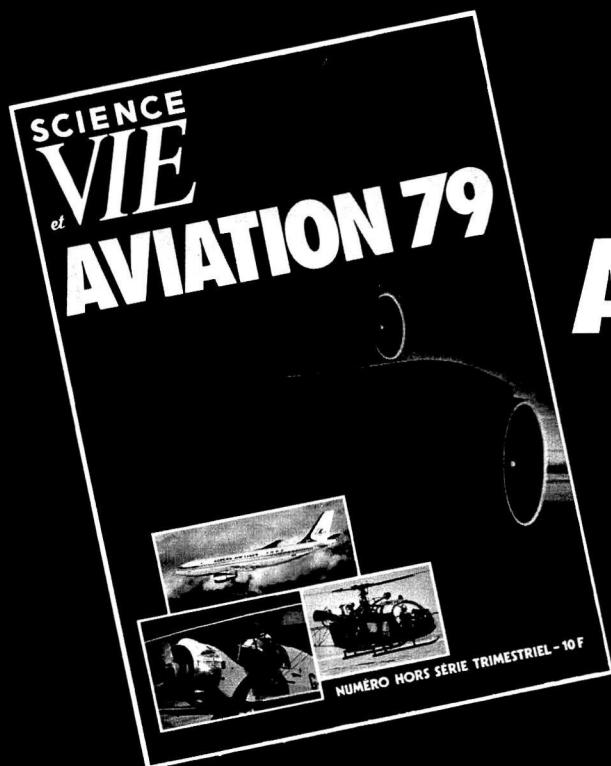
C'est le droit à l'erreur: on efface tout et on recommence. C'est la possibilité de prendre sur le vif ce qu'on aime, sans les contraintes habituelles des tournages classiques... c'est le plaisir de regarder et d'entendre tout de suite, sans attendre, la cassette qu'on vient d'enregistrer. Allez voir votre revendeur Continental Edison, c'est un spécialiste de la vidéo, il vous aidera à choisir dans la gamme des caméras, des magnétoscopes portables ou de salon; il vous conseillera suivant vos besoins et vous proposera même des possibilités de financement longue durée.



Continental Edison. Les loisirs, c'est sérieux.

CEST LA RÉvolution
DANS LES LOISIRS
FILMÉS

SCIENCE
et **VIE**
HORS- SÉRIE



AVIATION 79

AU SOMMAIRE

- L'industrie française dans le contexte mondial
- A travers les salons de l'après-guerre...
- Grâce à l'électronique, une génération d'avions entièrement nouvelle
- France: l'aviation légère en difficultés
- La voltige aérienne
- Les jets d'affaires
- Comment s'est développée la technique hélicoptère
- Les hélicoptères antichars
- Tarifs aériens: une guerre terminée?
- Les forces aériennes françaises
- L'avion et les munitions de précision
- Blériot, l'homme de la Manche
- L'industrie des moteurs
- Les grandes compétitions du passé: la coupe Deutsch

EN VENTE CHEZ TOUS LES MARCHANDS DE JOURNAUX

Jusqu'où peut-on reculer les limites de la mémoire ?

Curieuse expérience dans un rapide

Je montai dans le premier compartiment qui me parut vide, sans me douter qu'un compagnon invisible s'y trouvait déjà, dont la conversation passionnante devait me tenir éveillé jusqu'au matin.

Le train s'ébranla lentement. Je regardai les lumières de Stockholm s'éteindre peu à peu, puis je me roulai dans mes couvertures en attendant le sommeil ; j'aperçus alors en face de moi, sur la banquette, un livre laissé par un voyageur. Je le pris machinalement et j'en parcourus les premières lignes ; cinq minutes plus tard, je le lisais avec avidité comme le récit d'un ami qui me révélerait un trésor. J'y apprenais, en effet, que tout le monde possède de la mémoire, une mémoire suffisante pour réaliser des prouesses fantastiques, mais que rares sont les personnes qui savent se servir de cette merveilleuse faculté. Il y était même expliqué, à titre d'exemple, comment l'homme le moins doué peut retenir facilement, après une seule lecture attentive et pour toujours, des notions aussi compliquées que la liste des cent principales villes du monde avec le chiffre de leur population.

Il me parut invraisemblable d'arriver à caser dans ma pauvre tête de quarante ans ces énumérations interminables de chiffres, de dates, de villes et de souverains, qui avaient fait mon désespoir lorsque j'allais à l'école et que ma mémoire était toute fraîche, et je résolus de vérifier si ce que ce livre disait était bien exact. Je tirai un indicateur de ma valise et je me mis à lire posément, de la manière prescrite, le nom des cent stations du chemin de fer qui séparent Stockholm de Trehörningsjö.

Je constatai qu'il me suffisait d'une seule lecture pour pouvoir réciter cette liste dans l'ordre dans lequel je l'avais lue, puis en sens inverse, c'est-à-dire en commençant par la fin. Je pouvais même indiquer instantanément la position respective de n'importe quelle ville, par exemple énoncer quelle était la 27^e, la 84^e, la 36^e, tant leurs noms s'étaient gravés profondément dans mon cerveau.

Je demeurai stupéfait d'avoir acquis un pouvoir aussi extraordinaire et je passai le reste de la nuit à tenter de nouvelles expériences, toutes plus compliquées les unes que les autres, sans arriver à trouver la limite de mes forces.

Bien entendu, je ne me bornai pas à ces exercices amusants et, dès le lendemain, j'utilisai d'une façon plus pratique ma connaissance des lois de l'esprit. Je pus ainsi retenir avec une incroyable facilité mes lectures, les airs de musique que j'entendais, le nom et la physionomie des personnes qui venaient me voir, leur adresse, mes rendez-vous d'affaires, et même apprendre en quatre mois la langue anglaise.

Si j'ai obtenu dans la vie de la fortune et du bonheur en quantité suffisante, c'est à ce livre que je le dois, car il m'a révélé comment fonctionne mon cerveau.

Si vous voulez savoir comment obtenir les mêmes résultats et acquérir cette puissance mentale qui est encore notre meilleure chance de réussir dans la vie, priez W. R. Borg de vous envoyer son intéressant petit ouvrage documentaire « Les Lois Eternelles du Succès » ; il le distribue gratuitement à quiconque désire améliorer sa mémoire. Voici son adresse : W. R. Borg, dpt. 428, chez Aubanel, 6, place St-Pierre, 84028 Avignon. Le nom Aubanel est pour vous une garantie de sérieux. Depuis 225 ans, les Aubanel diffusent à travers le monde les meilleures méthodes de psychologie pratique.

E. DORLIER

BON GRATUIT

à découper ou à recopier et à adresser à W.R. Borg, dpt. 428, chez AUBANEL, 6, place St-Pierre, 84028 Avignon, pour recevoir sans engagement de votre part et sous pli fermé « Les Lois Eternelles du Succès ».

NOM _____ PRENOM _____

N° _____ RUE _____

CODE POSTAL _____ VILLE _____

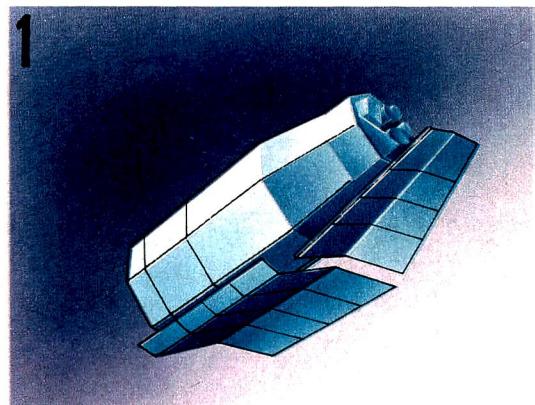
AGE _____ PROFESSION _____

Aucun démarcheur ne vous rendra visite.

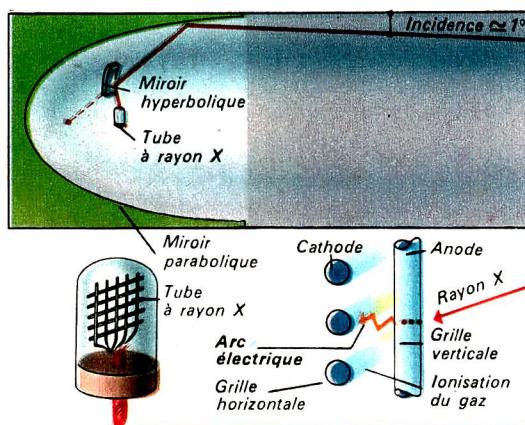
DIX INSTRUMENTS POUR

De toutes les sciences exactes, l'astronomie est sans doute celle qui a le plus progressé depuis la dernière guerre. Jamais elle n'a fait autant de découvertes, révélant des

1



**POUR
ANALYSER LES RAYONS X
ÉMIS PAR LES ÉTOILES :
L'OBSERVATOIRE
SPATIAL HEAOB**



Beaucoup d'astres rayonnent sur les très hautes fréquences, au-delà des ultraviolets, dans le domaine des rayons X. Mais ceux-ci sont absorbés par l'atmosphère, et ne peuvent être étudiés qu'avec des récepteurs spéciaux mis en orbite loin de la Terre. Le plus perfectionné d'entre eux est le satellite HEAOB qui comporte des

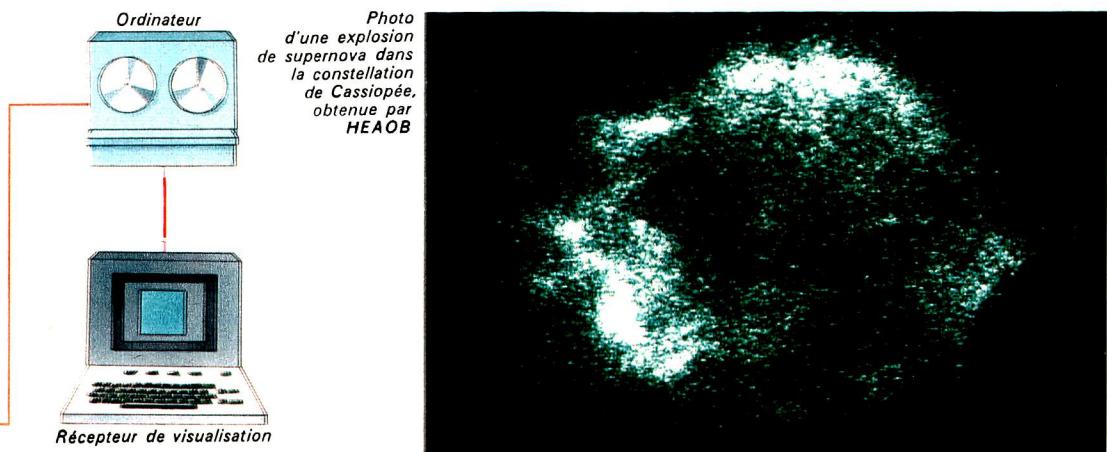
● S'il est juste de tenir l'astronomie pour la plus ancienne des sciences, puisqu'elle aurait précédé de peu la géométrie, il convient toutefois de préciser qu'elle n'est devenue réellement scientifique que du jour où sont apparus les instruments d'observation. Ce qui mène à séparer l'histoire de cette discipline en deux étapes bien distinctes : la première, dont la durée se compte en millénaires, commence avec la simple observation du ciel à l'aube des grandes civilisations et se termine avec le Moyen Age : les planètes sont connues, quelques comètes ont été repérées, les éclipses sont correctement interprétées, mais on croit toujours la Terre au centre du monde.

Puis viennent Copernic, Tycho-Brahé et surtout Galilée qui, le premier, construit une lunette d'observation : dès 1610, il découvre les montagnes de la Lune et les satellites de Jupiter. A partir de là, les progrès vont très vite : Kepler formule les premières lois de la mécanique céleste et, avant même la fin du XVII^e siècle, Newton invente le télescope et décrit les lois de la gravitation universelle : en moins d'un siècle, l'astronomie est devenue instrumentale et, à la précision des observations s'ajoute la rigueur des théories permettant d'expliquer la marche des astres.

Il faut bien voir qu'avant la mise en service des instruments optiques, l'œil constituait le seul

UR SONDER L'UNIVERS

mondes inconnus et allant jusqu'à filmer l'invisible. Ce progrès formidable est dû à la mise en service d'instruments nouveaux et particulièrement affinés.



couronnes circulaires capables de focaliser les rayons X, et un détecteur à grille qui les analyse. Lancé le 13 novembre 1978, il a été placé sur une orbite circulaire basse à 537 km d'altitude. Le télescope à rayons X dont il est équipé est le plus puissant télescope embarqué jusqu'à

ce jour. Quand un rayon X tombe au voisinage d'un croisement de fils, il déclenche une petite étincelle. Celle-ci est détectée, puis sa position et l'instant d'arrivée sont transmis à une calculatrice qui regroupe et traite toutes les informations envoyées par la grille pour en tirer une image d'une très grande finesse.

(suite page 16)

outil d'observation ; astrolabes et quadrants ne permettaient que des pointés bien imprécis : on visait les étoiles comme on vise la cible avec un fusil, en alignant un repère avec un cran de mire. Notons que le talent des astronomes de l'époque permit cependant d'obtenir des catalogues de positions avec une marge d'erreur de l'ordre de quelques minutes d'arc : c'était déjà suffisant pour que Kepler puisse énoncer les trois lois du mouvement orbital à partir des observations de Tycho-Brahé.

A l'heure actuelle, la précision des relevés atteint le cinquantième de seconde d'arc ; or la seconde est déjà le soixantième de la minute : on mesure le progrès réalisé grâce à l'optique.

D'ailleurs, de Galilée jusqu'à la seconde guerre mondiale, l'astronomie a vécu sur ce progrès, avec le précieux appui, il faut bien le dire, de la photographie.

Par contre, depuis la seconde guerre mondiale, d'autres instruments sont venus s'ajouter au télescope, ouvrant une nouvelle étape comparable en importance à ce que fut l'arrivée de la lunette de Galilée. Aujourd'hui, on peut connaître le relief de Vénus alors qu'il nous est perpétuellement caché par des nuages éblouissants, on peut déterminer la composition des étoiles, découvrir des astres complètement invisibles, ou mesurer l'atmosphère des planètes lointaines, toutes choses qui échappent aux

moyens de l'optique classique, et souvent même de l'optique tout court.

En fait, un observatoire astronomique comporte maintenant d'autres outils que le télescope : des antennes radio, des amplificateurs de lumière, des émetteurs laser, des radars, des analyseurs d'images par calculatrice électronique et même des détecteurs de rayons X qui doivent, eux, être envoyés sur des satellites autour de la Terre. Cette vaste panoplie nécessaire à la recherche n'est pas venue par hasard, mais elle découle du principe même de l'observation : une étoile, une planète, une nébuleuse sont des objets lointains que nous ne pouvons connaître directement, sauf quelques rares cas où il est possible d'envoyer astronautes ou stations automatiques sur place. Hormis ces cas exceptionnels, nous en sommes réduits à étudier les rayonnements émis ou réfléchis par les astres. Ces rayonnements sont tous de nature électromagnétique et la lumière visible, qui en fait partie, a longtemps constitué la seule part accessible à nos sens.

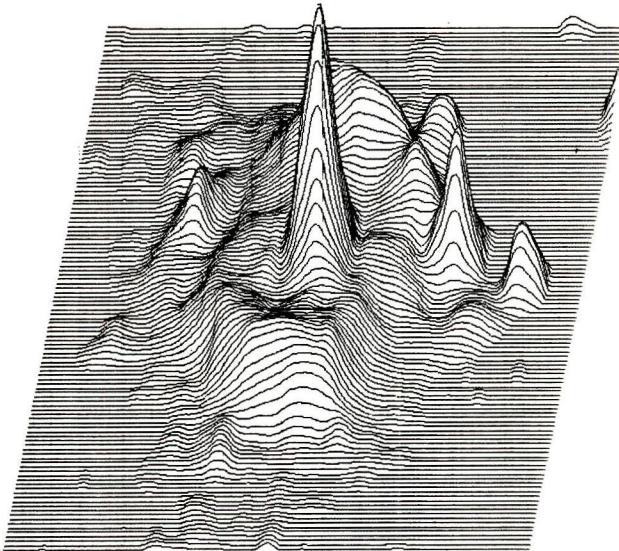
Mais les corps célestes nous envoient en réalité des radiations de toutes longueurs d'onde, aussi bien du visible que des ondes radio, de l'infrarouge ou des rayons X. Cela, on l'a longtemps ignoré, et c'est au lendemain de la seconde guerre mondiale que les progrès de la radio ont permis de découvrir les émissions provenant du ciel. Or, si l'image optique peut apporter nombre d'informations sur une étoile ou une galaxie, l'image radio contient tout autant d'informations.

Il faut rappeler ici que, tout comme les ondes sonores vont du suraigu au très grave — domaine audible — avec toute une gamme d'ultrasons à un bout et d'infrasons à l'autre, les ondes électromagnétiques commencent avec les rayons γ et continuent avec les rayons X, les ultraviolets, la gamme du violet au rouge — domaine visible — les infrarouges et enfin les ondes radio. Il n'y a aucune différence de nature entre l'éclair d'un flash et un écho radar : seule change la fréquence du rayonnement.

Par définition, l'étude du ciel consiste à recueillir ces rayonnements et à en tirer des informations. Ce qui fait déjà deux classes d'instruments : les collecteurs, et les analyseurs. Commençons par la première : les rayons arrivant de manière sensiblement uniforme de tout point du ciel jusqu'à tout point de la Terre, on peut les considérer comme une sorte d'immense pluie céleste dont chaque goutte apporte de l'information sur un point du ciel.

De ce fait, la connaissance qu'on peut avoir de ce point est d'autant meilleure qu'on aura recueilli plus de gouttes pour les analyses. En d'autres termes, plus la surface chargée de recueillir les rayonnements est grande, et plus l'image obtenue est fine et détaillée. La chose est assez évidente dans le cas de l'optique classique : plus l'objectif est large, et plus il recueille et concentre la lumière venue d'un corps céleste. Or, si l'on excepte le Soleil, la Lune, quel-

ques étoiles brillantes et les proches planètes, la plupart des astres sont très faibles. Pour attraper une quantité appréciable de la lumière qui nous en parvient, un très grand miroir est nécessaire, tout comme il faudrait un très grand entonnoir pour recueillir beaucoup d'eau sous une averse. A l'heure actuelle, le plus grand miroir, celui du télescope russe de Zelenchuk, mesure 6 m. Il est difficile de faire mieux avec une pièce unique, mais comme nous le verrons,



La luminosité stellaire en relief. A partir d'une plaque photo d'amas d'étoiles, un traitement spécial par ordinateur permet d'obtenir une véritable coupe, ou isophote, de cette région du ciel. L'amplitude des courbes correspond aux magnitudes respectives des étoiles, c'est-à-dire à leur éclat apparent.

on peut augmenter encore la surface utile en multipliant les miroirs.

Ce qui est vrai pour la lumière l'est tout autant pour les ondes radio ; mais celles-ci ayant des fréquences beaucoup plus basses, le miroir doit être plus grand encore. Les bols grillagés des radiotélescopes se mesurent en dizaines de mètres : le record du miroir unique orientable dans toutes les directions est détenu par les Allemands avec un diamètre de 100 m. Précisons encore ici qu'il n'y a aucune différence de nature entre astronomie optique et astronomie radio, pas plus qu'il n'y en a, par exemple, entre agriculture et sylviculture : de l'exploitation du maïs à celle des sapins, il y a changement de dimensions et de méthodes, mais cultivateur et forestier s'occupent tous deux de faire pousser des végétaux.

De même, astronomie radio et astronomie du visible travaillent sur les mêmes rayonnements, mais de basse fréquence dans le premier cas, de haute fréquence dans le second. La dimension des collecteurs varie en conséquence, mais là s'arrête la différence.

Ces collecteurs, tout comme leurs homonymes des impôts, ont pour mission de ne pas laisser échapper une miette de tout ce qui peut être ramassé. Encore faut-il que le trésor, une fois amassé, soit bien gardé et finement analysé. Et c'est là surtout que sont apparus ces instruments nouveaux qui ont permis à l'astronomie d'améliorer nos connaissances du ciel d'une manière étonnante. Considérons pour commencer le télescope standard avec son miroir de verre couvert d'une mince couche d'aluminium, ou la lunette dont l'objectif est similaire à celui des appareils photo. Miroirs et objectifs ont été faits aussi grands que possible et, au début, on observait l'image formée avec un oculaire, tout comme on observe avec des jumelles. Du coup, tout ce qui se situe en dessous du seuil de luminosité pour l'œil passait inaperçu. C'était ennuyeux, car les astronomes avaient l'intuition que nombre d'étoiles faibles leur échappaient.

Vint la photo et l'invention des films sensibles. Au lieu de mettre l'œil à l'oculaire, on met le film au foyer de l'objectif, qu'il soit miroir de télescope ou lentilles de lunette. L'apport de la photographie est immédiat, non seulement parce qu'elle permet de garder une image, mais aussi et surtout, parce qu'elle est plus sensible que l'œil : il suffit de poser assez longtemps pour fixer des images que l'œil ne voyait pas. Ajoutons que le film est, de plus, sensible aux ultraviolets qui échappent tout à fait à notre vue.

Mais, les chercheurs voulant toujours aller plus loin, on atteint assez vite les limites du procédé photographique : on ne peut allonger indéfiniment les temps de pose sans nuire à la qualité des images. Or, la spectrographie, en particulier, réclame toujours de longues poses ; cette technique consiste à interposer un prisme, ou un réseau devant l'image d'une étoile pour l'étaler sous forme d'un spectre en arc-en-ciel. Or, l'image d'une étoile lointaine n'est déjà qu'une tache minuscule et bien faible ; étalée en largeur, cette image perd encore beaucoup en luminosité, d'où la difficulté de la fixer sur un film.

Mais, pour les astronomes, cette étude est essentielle car elle permet non seulement de déterminer la composition d'une étoile, mais aussi sa vitesse de déplacement par rapport à nous en mesurant le déplacement des raies spectrales. Et la théorie de l'expansion universelle réclame le spectre des étoiles les plus faibles et des galaxies les plus distantes. La luminosité de ces astres lointains est si mince qu'il devient impossible d'impressionner directement les films.

Par chance, en 1934, un astronome de l'Observatoire de Paris, le Pr. Lallemand, conçoit un amplificateur de lumière connu sous le nom de caméra électronique. La mise au point de l'appareil est retardée par la guerre, puis par des difficultés techniques et il n'entrera en service qu'en 1951. Très vite perfectionnée, la caméra peut atteindre des sensibilités 100 fois supérieures à celles des meilleurs films : on peut

dès lors obtenir le spectre détaillé des étoiles les plus faibles et des galaxies les plus lointaines, et mesurer ainsi la vitesse de récession des astres en fonction de leur distance.

L'idée qui a présidé à la conception du convertisseur Lallemand est astucieuse : la lumière, radiation immatérielle, échappe à nos moyens de manœuvre habituels, à savoir les champs électriques et magnétiques. On ne peut lui redonner un élan quand son énergie est trop faible. Par contre les rayonnements corpusculaires sont relativement faciles à manœuvrer ; dès que leur vitesse devient trop basse, une différence de potentiel bien dosée suffit à leur redonner un coup d'accélérateur et donc un gain d'énergie.

Toute l'astuce va consister ici à transformer la lumière, radiation électromagnétique, en un rayonnement corpusculaire. Pour cela, on utilise une couche photosensible, analogue à celle des cellules photoélectriques, dont les atomes alcalins se laissent facilement déposséder de leurs électrons périphériques. Quand la lumière touche une telle surface, des électrons sont libérés et ce, en nombre d'autant plus grand que la lumière est plus forte.

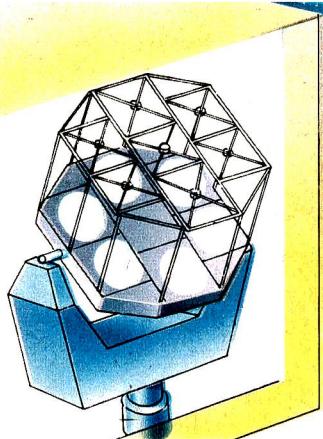
Ici, les intensités lumineuses sont très faibles, et pour caractériser la quantité de rayonnement concentrée par le miroir du télescope, on parle du nombre de photons. Rappelons ici qu'en mécanique quantique, on associe une particule fictive, sans charge ni masse, à l'onde lumineuse : le photon. En simplifiant, on peut dire que cette particule représente la plus petite quantité d'énergie lumineuse portée par un rayon.

Ces photons sont donc capables de faire sortir des électrons de la couche photoélectrique, et les électrons sont accélérés par une forte différence de potentiel de l'ordre de 30 000 V. L'énergie lumineuse incidente est donc transformée en énergie corpusculaire et amplifiée. On reconvertis ensuite ces électrons pour obtenir une image visible, et là plusieurs formules sont employées.

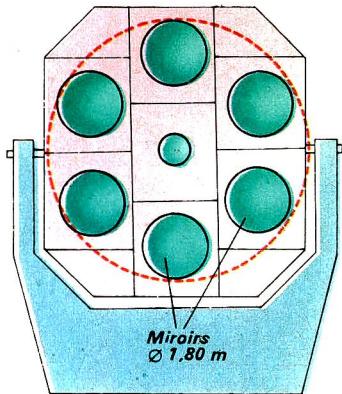
Dans le procédé Lallemand original, ces électrons sont reçus par une émulsion sensible particulière, permettant ainsi d'obtenir une image visible. Dans le convertisseur d'images, les électrons sont reçus par un écran fluorescent qui peut être soit examiné à l'œil, soit photographié : on peut de ce fait transformer en image visible une image infrarouge ou ultraviolette.

Le premier procédé qui fait appel à une émulsion spéciale doit obligatoirement maintenir des températures très basses, car l'émulsion contenant des gaz volatils, il est nécessaire d'empêcher son dégazage en la refroidissant à très basse température.

Avec le tube image, par contre, le système de refroidissement devient inutile, car l'écran fluorescent qui remplace l'émulsion peut être maintenu sous vide sans libérer de gaz parasites. De plus, le champ couvert par le tube image est beaucoup plus large, ce qui permet de



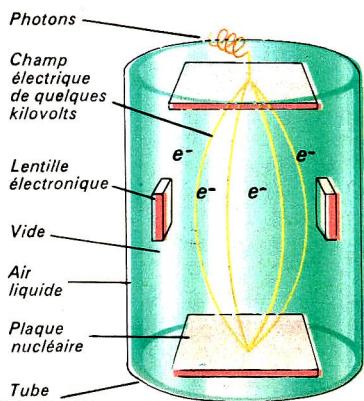
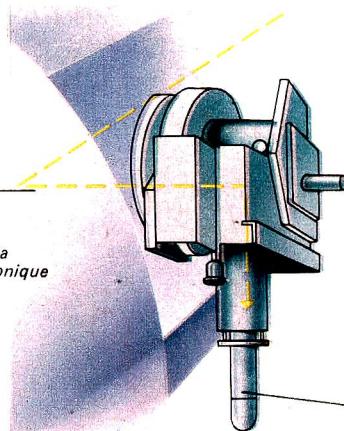
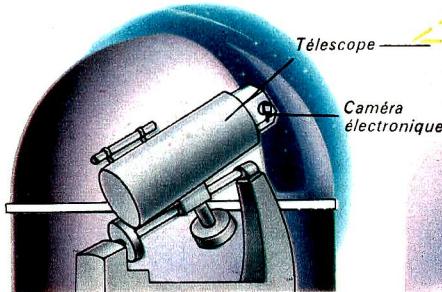
POUR REEMPLACER LE GRAND MIROIR UNIQUE : LE TÉLESCOPE MULTIMIROIR



Les grands miroirs sont indispensables à l'astronomie, car eux seuls collectent assez de lumière pour révéler les galaxies

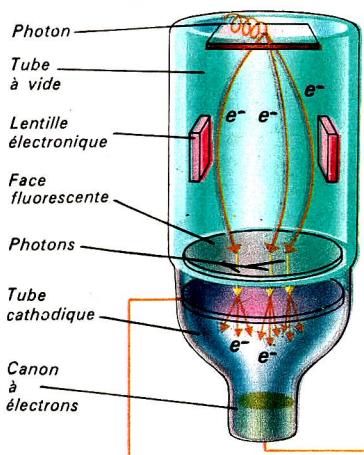
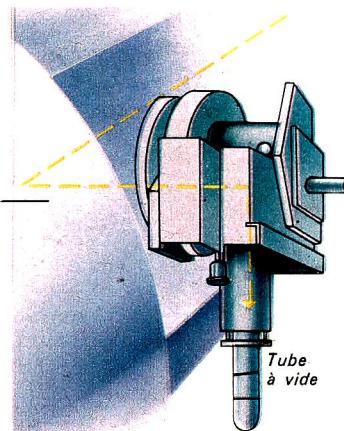
lointaines. Mais ils sont très difficiles à fabriquer et leur poids pose des problèmes d'infrastructure peu commodes à maîtriser. Pour tourner la difficulté, on va construire des télescopes comportant 6 miroirs montés sur un bâti commun : chaque miroir mesurant 1,80 m, l'ensemble est équivalent à un miroir unique de 4,50 m, mais le prix est bien moindre.

3 POUR AMPLIFIER LA LUMIÈRE DES ÉTOILES FAIBLES : LA CAMÉRA ÉLECTRONIQUE

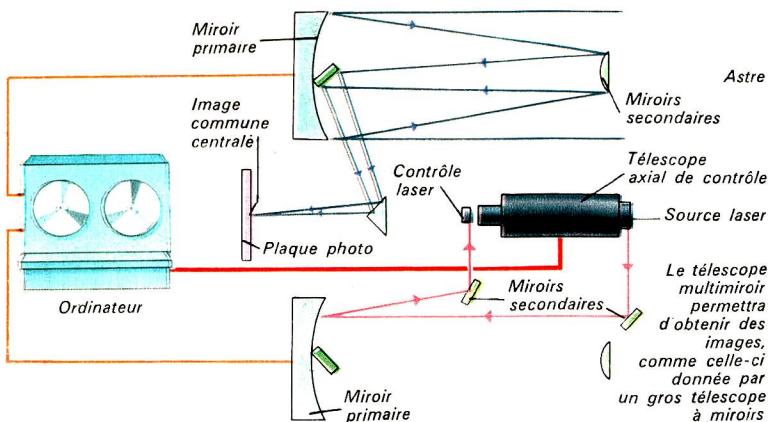


Plus on augmente le diamètre des télescopes, et plus on détecte des étoiles faibles. Mais la luminosité de ces astres lointains reste quand même si basse que l'étude spectrographique en devient impossible par cliché direct. Il faut alors amplifier la lumière concentrée au foyer du miroir par un dispositif électronique : cette lumière tombe sur une plaque

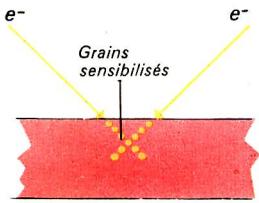
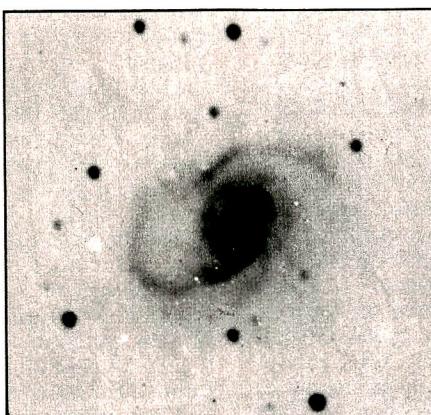
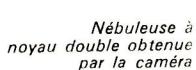
4 POUR DÉCELER DES ASTRES INVISIBLES : LE COMPTAGE DE PHOTONS



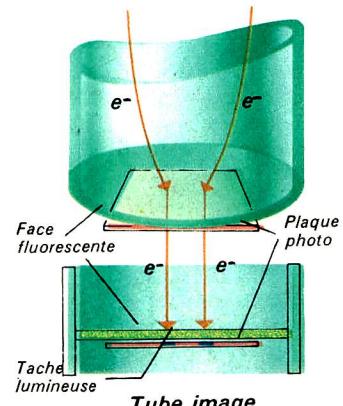
Certaines galaxies sont si lointaines que l'énergie qui nous en parvient doit être comptée grain par grain : il n'y a plus, en ce cas, un rayon lumineux portant des millions de photons, mais des photons isolés arrivant les uns après les autres. La caméra électronique, dans sa version initiale, s'avère insuffisante pour faire ce travail. Il faut alors la compléter par



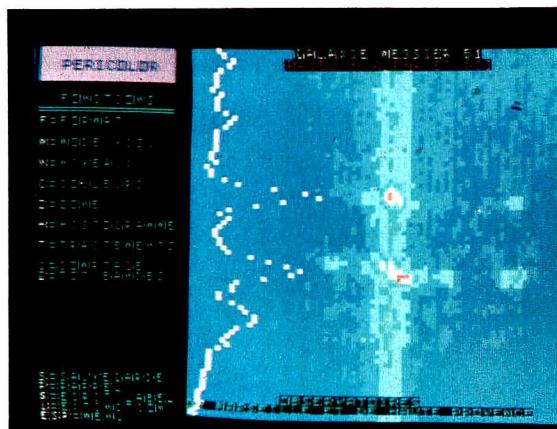
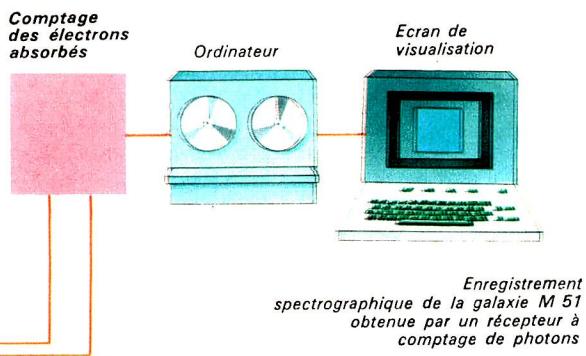
ce qui permettra de construire plus d'instruments. Un système de contrôle par rayon laser maintient la position de chacun des 6 miroirs au dixième de micron près, de manière à ce que les 6 images envoyées sur un foyer unique, coïncident exactement pendant toute la durée des observations.



Vue en coupe de la plaque



photosensible qui transforme le rayonnement lumineux en rayonnement corpusculaire. On peut alors accélérer ces particules, des électrons, par un champ électrique, et amplifier ainsi l'énergie reçue. Selon les cas, on dispose en sortie du tube électronique un film spécial ou un écran fluorescent analogue à celui des téléviseurs.



un dispositif plus complexe qui, pour chaque photon, libère des centaines d'électrons qu'une grille permet de détecter et de localiser. L'information est alors transmise à une calculatrice qui reconstitue une image complète à partir de tous les photons reçus. C'est l'instrument idéal pour l'étude des astres très faibles.

photographier de vastes régions du ciel d'un seul bloc. Il sera donc plus facilement utilisé pour les mêmes services qu'une caméra électronique, sauf en photométrie précise.

Cet appareil couramment utilisé dans les observatoires, est cependant considéré comme insuffisant en matière d'astronomie spatiale. L'atmosphère constituant une barrière ondulante et brumeuse, toute une partie du rayonnement utile pour les observations est perdue et les possibilités d'un instrument embarqué sur satellite seront considérables. C'est ainsi que le Space Télescope qui sera embarqué sur la navette en 1983, comportera un amplificateur beaucoup plus sensible : le détecteur à comptage de photons.

Le principe est similaire à celui des appareils que nous venons de décrire. Nous avons vu qu'un photon unique peut être détecté par une caméra électronique ou un tube image à condition d'avoir un amplificateur.

Les astronomes Wampler et Robinson ont, les premiers, mis ce principe à profit pour construire un détecteur d'images à comptage de photons. Dans ce système, lorsqu'un photon tombe sur la face d'entrée d'un intensificateur, il arrache un ou plusieurs électrons ; ceux-ci sont accélérés et multipliés par des optiques électroniques et repris par l'écran de sortie où ils donnent un petit flash. Celui-ci est reçu par l'écran d'un tube cathodique (type écran TV) d'où il arrache des électrons. En balayant cette surface un faisceau d'électrons lit en chaque point le nombre de charges arrachées. Un calculateur analyse alors ces informations et en déduit les coordonnées « x, y » du centre du flash et son temps « t » de production. Ainsi chaque photo arrivant à l'entrée fournit ses lieux et temps d'arrivée x, y, t qui sont mis en mémoire.

Lorsqu'un nombre suffisant de photons a été enregistré, un calculateur s'empare de la mémoire et reconstitue l'image effectivement reçue sous la forme choisie (isophotes, profils) avec une reproduction sur un écran de visualisation ou sur du papier photo. Le système est prévu pour fournir des images composées de 200 lignes ayant chacune 200 points. Cet instrument est si sensible qu'il suffit, en fait, d'un seul photon pour détenir un signal mesurable, d'où son nom de système à comptage de photons. On discerne facilement son intérêt : aucune source de lumière, même très lointaine, ne lui échappe, sa grande finesse de perception lui permet de remonter au fin fond de l'univers car il est capable d'enregistrer des photons qui ont mis près de 14 milliards d'années à nous parvenir ! La France est tout à fait à la pointe de la technique dans ce type de système puisque c'est le laboratoire d'astronomie spatiale de Marseille qui a été choisi dans le cadre de l'Agence Spatiale Européenne pour la fabrication du système à comptage de photons de l'appareil embarqué.

Toutefois, il existe un procédé encore plus affiné, celui qui a permis l'étonnante découverte des anneaux d'Uranus l'année dernière.

En mesurant la variation d'éclat d'une étoile, au moment où celle-ci allait être éclipsée par la planète, les astronomes eurent la surprise de voir cet éclat variant de manière discontinue, comme si des objets inconnus étaient venus s'interposer entre l'étoile et la Terre. Une étude plus précise de ces minuscules variations, montrait par la suite qu'il ne pouvait s'agir que d'une série d'anneaux entourant Uranus.

L'appareil qui permet de déceler ces variations de luminosité, jusque-là indécelables avec les appareils classiques, a reçu le nom un peu ésotérique de CCD, en fait ces initiales signifient Charge Coupled Device ou dispositif à couplage de charge.

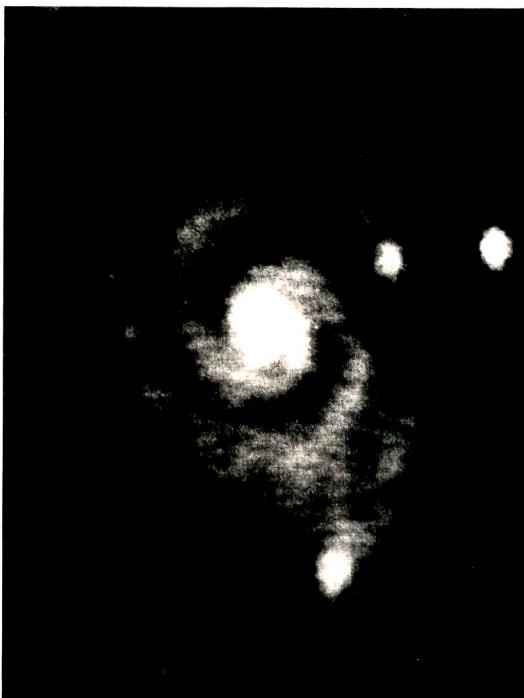
Au premier abord, le CCD ressemble à un circuit intégré classique autrement dit un rectangle de plastique noir de la taille d'un doigt muni de douze pattes métalliques de chaque côté. Les photons arrivent au centre de cette plaque sur une double plaquette de silicium et d'oxyde de silicium, situé au centre du plastique. Sur cette plaquette carrée de silicium sont gravés par procédés microscopiques, deux réseaux perpendiculaires de fils métallisés parallèles. La plaquette est ainsi découpée en petites cases carrées. Les modèles les plus récents comportent 640 000 (800 × 800) petites cases ou pixels. L'extrémité de chacun des fils est connectée à des différences de potentiels adéquates. Lorsqu'un photon tombe dans une case, il libère dans le silicium des électrons, mais ceux-ci sont piégés dans la case à cause des fils qui l'entourent par effet de puits de potentiel. La lecture de la plaquette se fait quand un certain nombre de photons est enregistré. Pour cela, en agissant sur les potentiels des fils, on décale toutes les lignes de case d'un cran vers le haut, et la ligne supérieure est transférée dans une barrette divisée elle-même en cases. On déplace alors d'un cran vers la droite chaque case de la barrette. La case de droite est envoyée dans un amplificateur qui lit le nombre d'électrons qu'elle contient. Puis on répète cette opération sur la barrette, successivement d'un cran à la fois pour en lire toutes les cases. On a ainsi déchiffré toutes les valeurs de la ligne supérieure, et on recommence l'opération en décalant à nouveau toutes les lignes d'un cran verticalement ; on lit ainsi la deuxième ligne et ainsi de suite jusqu'à la dernière.

On obtient alors le nombre de photons tombés dans chaque case avec les coordonnées xy. L'image est reconstituée par ordinateur sous forme d'isophotes ou autre représentation. Les avantages des composants : solides, fiabilité, miniaturisation en font un détecteur privilégié de l'astronomie spatiale où des plaquettes de 800 sur 800 sont en cours de test pour de nombreux projets dont le Space Telescope. Le CCD a de très bonnes performances dans le rouge et l'infrarouge (1 000 à 11 000 Å).

Un enfant prodige du CCD est le EBCCD qui est un CCD bombardé par électrons. Dans un tube image on remplace l'écran fluorescent

et la plaque photo de sortie par un CCD. Dans ce cas, au lieu d'avoir quelques dizaines d'électrons pour un photon incident, on obtient quelques milliers d'électrons par l'intermédiaire des électrons accélérés par le tube image. Ce système a l'avantage d'être miniaturisé, on évite aussi les défauts des tubes fluorescents. C'est l'instrument par excellence pour l'étude des

les clichés reçus en faisant les corrections de perspectives, de distance et d'éclairage. Par des moyens mathématiques plus complexes, on peut encore améliorer l'image en utilisant le procédé de « lissage », qui consiste à remplacer par leur moyenne générale les mesures obtenues en plusieurs points voisins. On supprime ainsi les irrégularités dues aux imperfections des appareils



Lumière ou radio : la même finesse. Ces deux clichés représentent la même galaxie spirale M 51, mais ils ont été obtenus en partant de deux domaines différents des ondes électromagnétiques : le premier, le plus net, est un cliché optique classique ; le second est un cliché radio réalisé en Hollande grâce à un très grand réseau d'antennes paraboliques. (Voir dessin n° 10 page 24.)

astres très faibles et il peut même photographier des rayons X.

Le EBCCD est un détecteur quasi idéal au rendement proche de 100 %. C'est un grand bond dans le domaine de la technologie astronomique.

Quand les sources sont de luminosité normale, par exemple des planètes ou des satellites, mais que les images sont déformées soit par la traversée de l'atmosphère, soit par l'extrême distance à partir de laquelle elles sont transmises (sondes interplanétaires), des procédés spéciaux permettent de restituer des photographies d'une excellente finesse. Ainsi les documents que nous avons récemment publiés sur les satellites de Jupiter ne sont pas des clichés directs mais des images retraitées par calculatrices.

A l'origine, l'image émise par la sonde est défectueuse, distortion, parasites, variations de sensibilité ou flou dégradent la qualité de l'information contenue dans le cliché. Imaginons que nous voulions étudier un détail à la surface d'un satellite de Mars : Phobos. On superpose

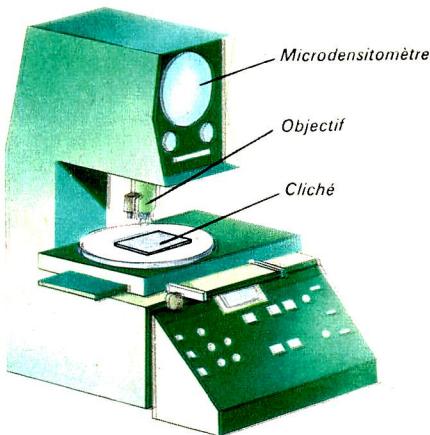
récepteurs. Puis on pratique la technique dite de « déconvolution », en recherchant, par des calculs mathématiques, la courbe ou le profil qui coïncide le mieux avec l'ensemble des mesures. Après des corrections et des optimisations des clichés, on les superpose à nouveau et l'on obtient une photo dans sa forme définitive. On y détecte alors des stries (probablement dues à l'impact d'une météorite).

Si l'on veut connaître la composition chimique du sol d'une planète, on procède de la même manière, mais en choisissant une longueur d'onde spéciale. C'est ainsi que l'on a repéré la présence d'un dépôt jaune (de soufre) sur les volcans de Io.

Pour les planètes du type Jupiter ou Vénus, très nuageuses, les seules photographies pouvant être observées sont celles de l'atmosphère.

On mesure alors les variations des couches nuageuses, en comparant par exemple deux clichés. On peut ainsi déterminer la vitesse des bandes nuageuses de Vénus ou des tourbillons de Jupiter. Le cliché se présente sous forme de

5



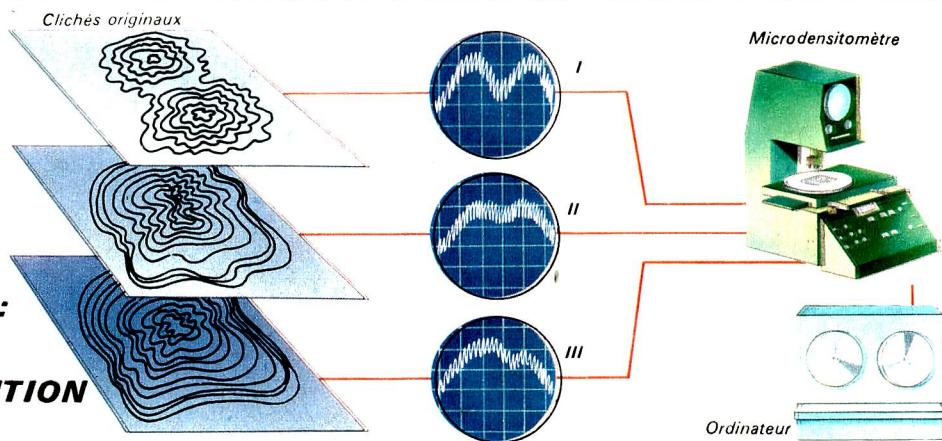
POUR SÉPARER INFORMATION NETTE ET IMAGES PARASITES SUR UN CLICHÉ : LE MICRO-DENSITOMÈTRE



Cliché de départ

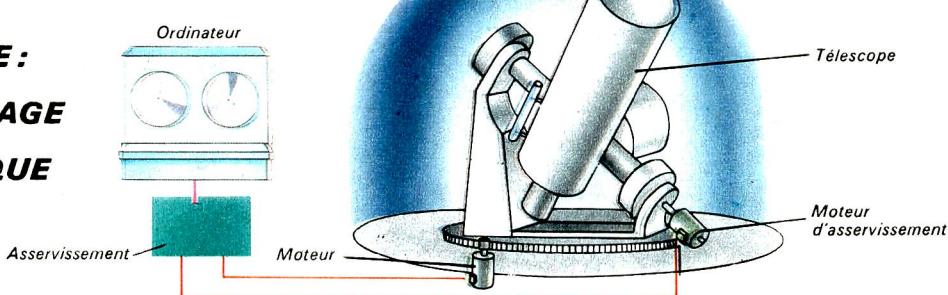
Le cliché original posé sur le porte-cliché du microdensitomètre (photomètre à balayage) est analysé ligne par ligne par une cellule photoélectrique. Les informations récoltées sont alors envoyées à l'ordinateur qui fait subir à la photo-

6 POUR LIRE AU MIEUX LES IMAGES ENVOYÉES PAR LES SATELLITES : LISSAGE ET DÉCONVOLUTION

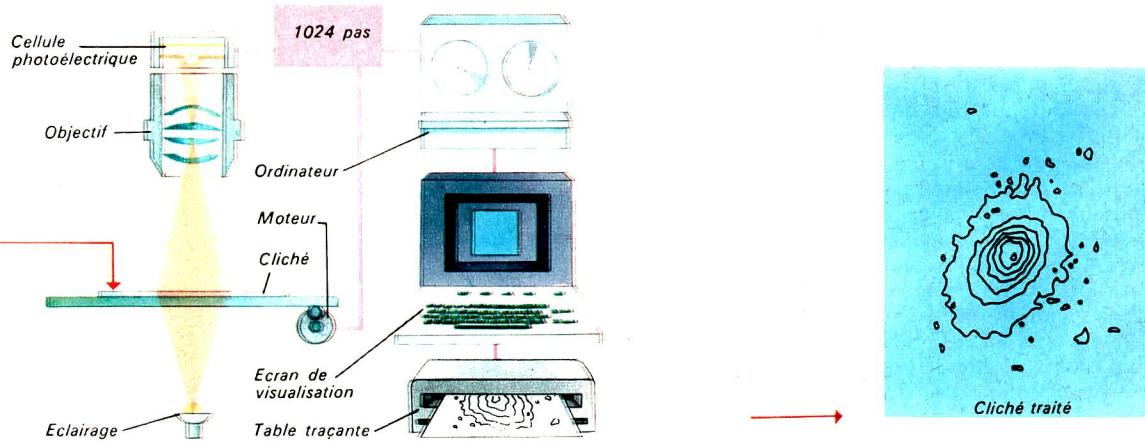


Ces deux termes barbares recouvrent en fait des méthodes mathématiques de traitement des informations fournies par les clichés transmis par les sondes interplanétaires. Chaque cliché est traité séparément, puis ajouté au cliché suivant

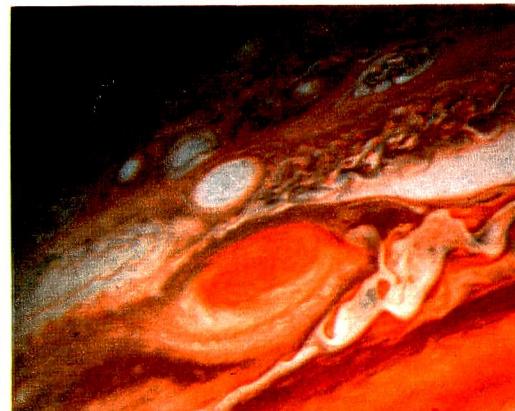
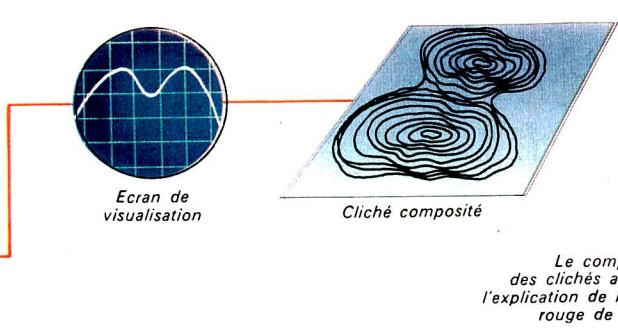
7 POUR MAINTENIR UN ALIGNEMENT RIGoureux SUR UNE ÉTOILE : LE POINTAGE AUTO-MATIQUE



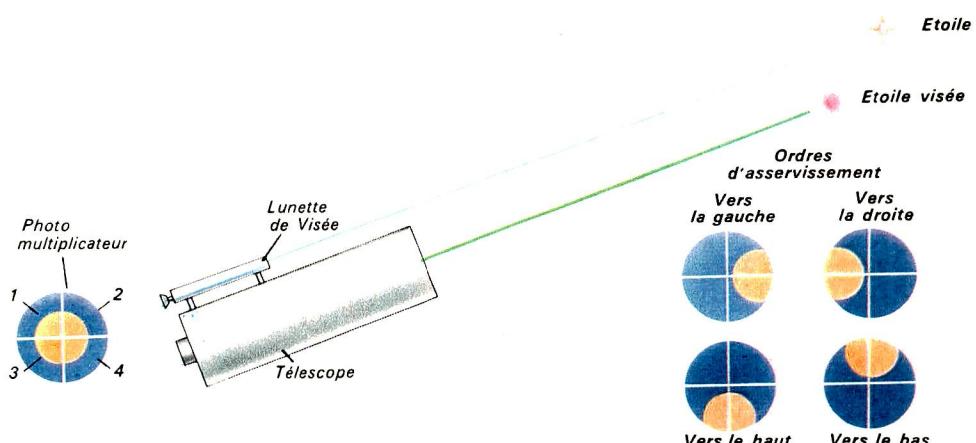
Deux problèmes se posent pour l'observation astronomique. Diriger l'instrument sur l'astre à étudier et le maintenir ensuite dans cette direction avec une grande précision. L'asservissement du télescope à une calculatrice permet de surmonter ces deux difficultés. D'une part, le stockage en mémoire des paramètres relatifs aux étoiles choisies, permet



graphie une véritable opération de chirurgie esthétique, avant de la mettre en mémoire. En composant sur un clavier les paramètres de l'objet, l'image apparaîtra sur un écran de visualisation, et l'astronome pourra même obtenir une photocopie de l'étoile qu'il désire étudier.



de la même région du ciel, jusqu'à obtention d'une image totalement affinée. Sur le document que nous présentons, la méthode a permis, à partir d'une image assez floue, de reconstituer un système d'étoiles doubles.



un calage automatique de l'instrument dans la bonne direction. D'autre part, et cela est surtout valable pour les télescopes en orbite, le maintien dans une direction donnée se fait par centrage photoélectrique de l'image sur une cellule divisée en quatre portions.

petites flèches dont on déduit les équations du mouvement des masses nuageuses. Les clichés faits en infrarouge permettent d'accéder à la température. On obtient alors des cartes de températures dites d'isotempérature. La combinaison de plusieurs relevés permet d'étudier les variations climatologiques.

Si les images prises par les sondes planétaires subissent de nombreux traitements avant d'être utilisables, il en va de même pour certains clichés obtenus de manière plus classique dans les observatoires quand les instruments sont puissants. Ainsi, les télescopes de Schmidt destinés à photographier de vastes régions du ciel, donnent une image mesurant 30 cm sur 30 cm. Une étoile ne mesure que 0,03 mm, et elle se trouve perdue dans des milliers de galaxies, d'étoiles et de poussières. Car la moindre tache, pendant la fabrication, la pause et le développement du cliché, laisse une trace. Ainsi, il faudrait des centaines de bandes magnétiques pour stocker les informations d'une image si riche. Pour faire le tri, on confie le cliché à un appareil qui, dans sa version récente, a abouti au photomètre à barrette, utilisé dans les observatoires de pointe. Ce photomètre a pour mission d'analyser les clichés point par point. Il est muni pour cela d'une barrette où se trouvent mille petits éléments récepteurs de 1/100 de millimètre, semi-conducteurs qui sont, en fait, des diodes. Les clichés sont éclairés par-dessous et observés par un microscope. On explore ainsi mille lignes par mille lignes avec des moteurs au millième de millimètre près. Le tri entre les diverses informations est fait par un microprocesseur, pendant le balayage. On ne met ainsi en mémoire dans l'ordinateur que les régions où se trouve une information utilisable ; cela réduit d'un facteur mille la quantité de données. Ces clichés ainsi décantés sont repris par un autre programme d'ordinateur qui analyse ces informations stockées par le procédé de reconnaissance des formes : le stockage des différents paramètres (magnitudes, positions des étoiles ou des galaxies, leurs couleurs obtenues en plusieurs bandes spectrales) permet la réalisation d'un fichier des objets célestes que l'on peut présenter sur un listing d'ordinateur classique.

L'astronome pourra le consulter facilement. Il aura la possibilité de l'utiliser ainsi ou de le transformer en fonction de son sujet d'étude (distribution en amas des étoiles bleues, chaudes et brillantes, par exemple, ou rouges, froides et faibles).

C'est le stade de l'analyse dite « interactive », car il s'agit d'un véritable dialogue entre le disque magnétique choisi et l'astronome par l'intermédiaire du langage informatique « Fortran ».

L'astronome compose sur un clavier la question qu'il veut poser à l'ordinateur et les réponses apparaissent sur un écran de visualisation. Il peut demander par exemple une carte agrandie d'un amas d'étoiles, puis se rapprocher de l'étoile à étudier.

En appuyant sur un bouton, il obtiendra

automatiquement une photocopie électronique, faite d'un papier spécial brûlé point par point par une décharge électrique.

C'est aussi grâce à un ordinateur que se fait ce que l'on appelle le pointage automatique, lequel permet de suivre tous les objets célestes autres que les étoiles et les planètes principales. En principe, les astres se lèvent à l'est et se couchent à l'ouest. Ce mouvement apparent, qui se fait autour de l'axe polaire nord-sud, est assez facile à compenser : une fois le télescope pointé dans la bonne direction, il suffit de le faire tourner selon un axe parallèle à l'axe nord-sud pour garder l'astre au foyer de l'instrument.

Mais il en va tout autrement avec les comètes, certaines astéroïdes rapides et surtout les satellites artificiels. D'autre part, les instruments autres que ceux à monture équatoriale — une bonne partie des radiotélescopes — nécessitent un double mouvement de rotation pour pouvoir suivre un corps céleste.

Ce double mouvement, très difficile à réaliser avec des moyens mécaniques, entre par contre tout à fait dans le cadre des commandes asservies par ordinateur. Le mouvement de l'instrument est conduit avec une grande précision et presque sans intervention humaine, grâce à un petit ordinateur qui stocke les différents paramètres astronomiques. Les deux mouvements du télescope sont combinés sur deux axes ; en général « vertical » et « horizontal », en introduisant la flexion des montures, les déformations thermiques (un télescope au soleil ou à l'ombre se déforme), les déformations mécaniques et la réfraction atmosphérique.

Pour la poursuite d'une comète qui se déplace par rapport aux étoiles, il est nécessaire de donner à l'ordinateur, en supplément, les paramètres de l'orbite de cette comète. Ces informations sont stockées par un ordinateur. L'astronome compose alors, sur un clavier de visualisation, les coordonnées de l'astre choisi ; l'ordinateur consulte son catalogue de positions. Une horloge astronomique lui donne le temps universel et il pointe automatiquement le télescope vers l'astre choisi. La précision ainsi obtenue est cependant insuffisante ; il est nécessaire de se caler sur une étoile-guide voisine, par un disjecteur spécial qui coupe en quatre l'image de cette étoile.

Des systèmes d'électronique asservie s'assurent que les quatre parties sont toujours égales. On est bien loin de l'astronome perdu dans son catalogue d'éphémérides, l'œil fixé à l'oculaire de l'objectif, cherchant à repérer parmi des millions d'étoiles l'objet de son étude.

Ce principe de pointage automatique est utilisé bien évidemment sur les télescopes mis en orbite de la Terre, comme le IUE lancé en 1978. Il sera installé sur le futur grand télescope spatial en 1983. Le pointage sera opéré par 3 volants disposés selon 3 plans perpendiculaires. Le positionnement sera assuré par des gyroscopes calés sur des étoiles repère brillantes, la

stabilisation devant être faite à 7/1 000 de seconde de degré près par ces systèmes de guidage automatique !

Dans une voie tout à fait différente, un grand progrès a été apporté par ce que l'on appelle la télémétrie à laser. Cette science nouvelle est la future chaîne d'arpenteur de notre système solaire.



Cartographie de Vénus par radar. Complètement caché par des nuages étincelants, le sol de Vénus n'est pas observable par les moyens classiques. Mais le radar traverse l'atmosphère sans mal et permet d'obtenir (à gauche) une carte du relief couvrant 4 500 km en largeur et 2 400 en hauteur. La zone brillante sur la gauche correspond à un plateau volcanique dont l'altitude moyenne est voisine de 10 km. Non loin du centre, on distingue un cratère entouré de zones claires. A droite, une portion plus réduite du sol vénusien — 2 300 km de large pour 1 300 km de haut — tracée par la même étude radar révèle un terrain assez plat semé de quelques rares cratères mesurant de 30 à 60 km de large. La zone claire qui les entoure permet de les repérer facilement. Leur origine, volcanisme ou météorites, reste encore incertaine. (Voir dessin n° 9 page 24.)

Ces observations sont faites principalement à l'Observatoire Mac Donald, au Texas. Elles permettent de calculer les marées terrestres avec une grande précision et de comprendre le mouvement exact de la Lune autour de la Terre, donnée fondamentale de la mécanique céleste.

Le principe en est simple : en calculant le temps mis par un faisceau laser pour faire un aller-retour de la Terre à un astre, on mesure avec précision la distance de cet astre à notre planète. Dans ce style de mesure seul un rayon laser peut être utilisé. Imaginons que l'on se serve d'un télescope comme d'un phare, et que l'on projette un faisceau de lumière ordinaire focalisé avec un miroir. On obtient un faisceau conique dont l'angle d'ouverture est donné par la formule λ/D , λ étant la longueur d'onde utilisée, et D le diamètre du miroir.

Cet angle provient du phénomène de diffraction dû à la nature ondulatoire de la lumière. En utilisant comme lentille le miroir du télescope de 5 mètres de Mont Palomar on obtiendrait une tache de 40 mètres de diamètre sur la Lune. Mais les réflecteurs laser déposés sur la Lune par les diverses missions « Apollo » n'ont qu'un mètre de diamètre.



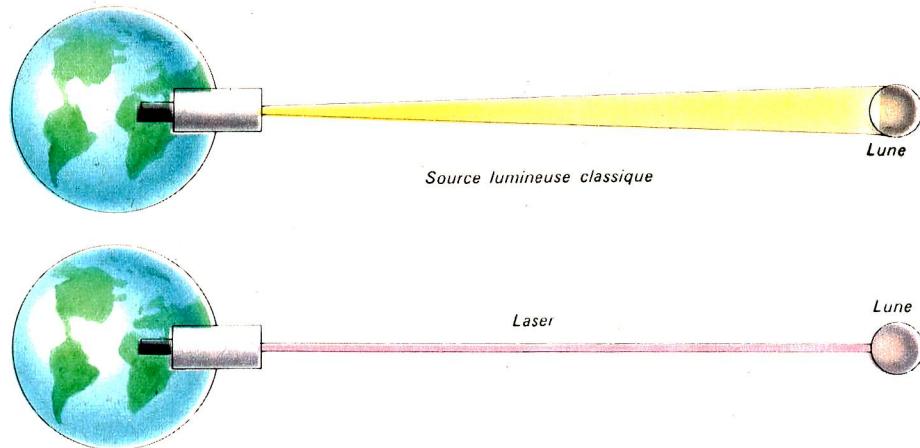
On conçoit aisément que seule une toute petite portion soit renvoyée sur la Terre — exactement 1/1 600. Une si faible fraction serait indétectable. Il est donc indispensable d'utiliser une source laser.

Dans un rayonnement laser, en effet, tous les photons sont émis en concordance de phase (ils quittent tous l'orifice du télescope dans le même état vibratoire) ce qui élimine le phénomène de diffraction. Le spot reçu à la surface lunaire est alors en principe de 5 mètres. La partie réfléchie est considérablement augmentée (1/25).

L'appareil installé sur la Lune consiste en une batterie de petits réflecteurs comportant chacun 3 miroirs à angle droit qui renvoient les rayons reçus exactement « en marche arrière ». Il suffit d'enregistrer le top de départ et le top de retour du rayon laser dans une horloge atomique pour connaître la durée exacte

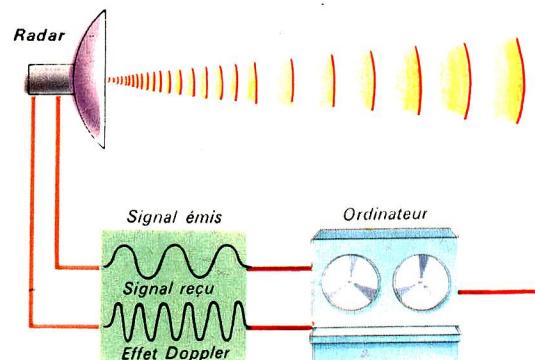
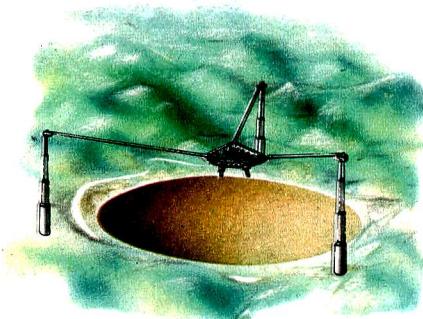
(suite de l'article page 134)

**8 POUR
AVOIR
UNE
HAUTE
PRÉCISION
SUR
LA MESURE
DES
DISTANCES:
LE
TÉLÉMÈTRE
LASER**



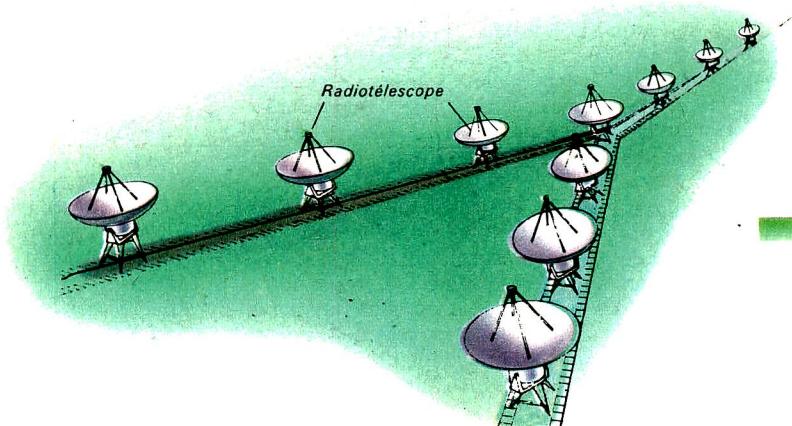
La télémétrie laser repose sur le calcul du temps d'aller-retour d'un faisceau de lumière cohérente émis par un laser. Un faisceau de lumière normale (en jaune) ne garde pas la concentration suffisante. Tandis que celui du laser (en rouge)

**9 POUR TRACER LE RELIEF
D'UN SOL INVISIBLE:
LE RADAR ASTRONOMIQUE**

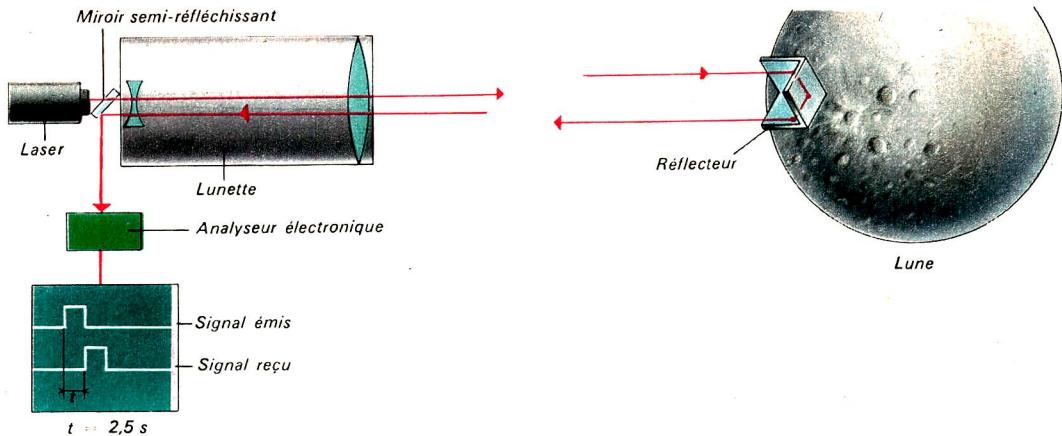


L'immense réflecteur d'Arecibo installé dans une vallée permet d'envoyer des ondes radio jusqu'aux planètes. Un faisceau de très brève durée et de fréquence bien déterminée, parvient ainsi sur le bord de Vénus d'où il est renvoyé avec une

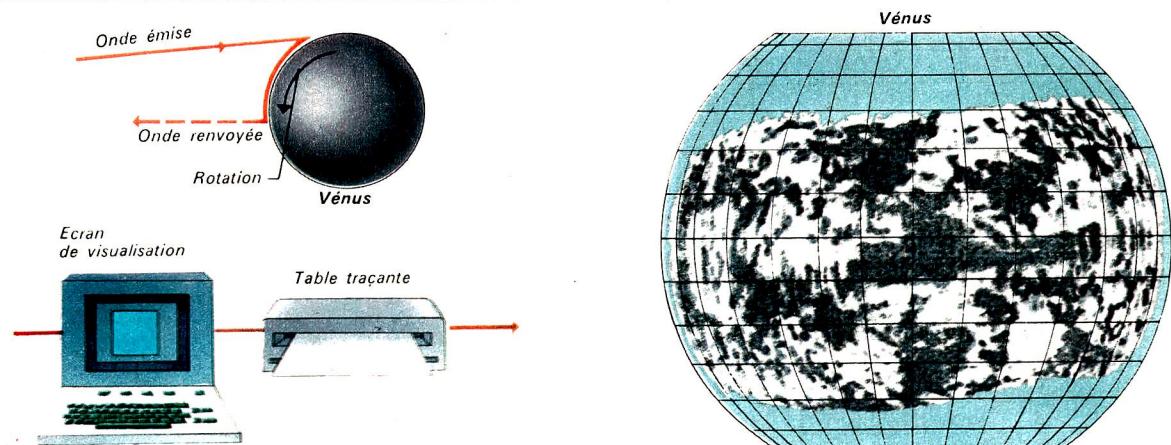
**10 POUR
AVOIR
UNE IMAGE
TRÈS FINE
AVEC
LES ONDES
RADIO:
27 ANTENNES
ÉTALÉES
SUR
60 KM**



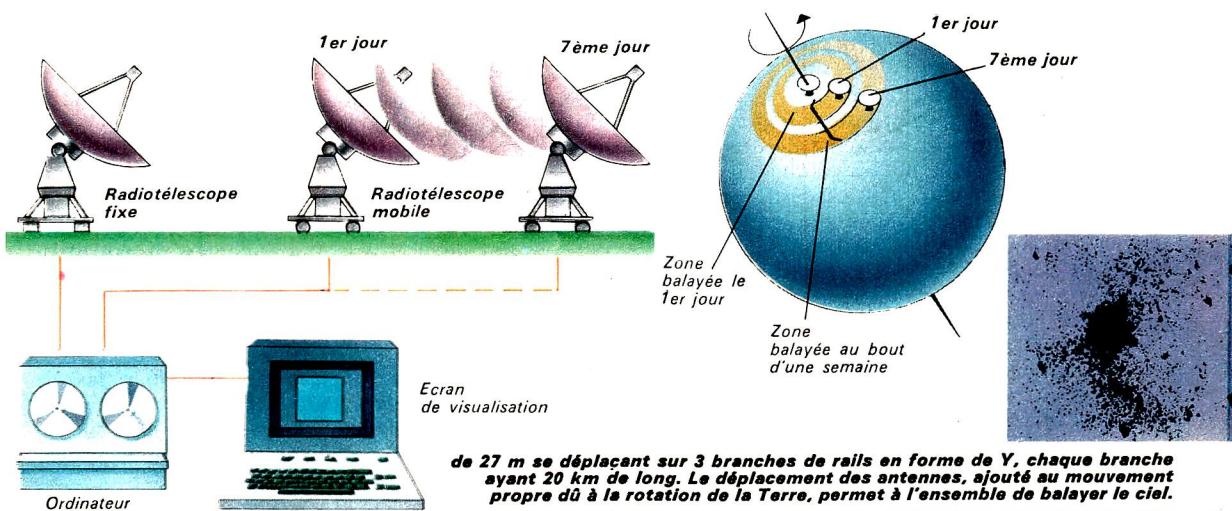
Les ondes radio ayant une longueur d'onde bien supérieure à celle de la lumière, il faudrait une antenne réceptrice mesurant des kilomètres de diamètre pour avoir une image aussi détaillée que celle fournie par un télescope classique. Mais on peut tourner la difficulté en multipliant les miroirs et en les rendant mobiles. Le V.L.A. américain comporte 27 récepteurs



reste assez fin pour toucher pile un réflecteur de petite dimension installé ici sur la Lune. L'onde réfléchie est analysée par un ordinateur et la mesure du temps d'aller-retour fournit la distance avec une extrême précision.



fréquence différente par suite du mouvement de rotation du point visé. Ce décalage permet de connaître la vitesse de rotation. D'autre part, la durée de l'aller-retour du signal permet de mesurer les différences de relief et d'établir ainsi une véritable cartographie de la planète.



de 27 m se déplaçant sur 3 branches de rails en forme de Y, chaque branche ayant 20 km de long. Le déplacement des antennes, ajouté au mouvement propre dû à la rotation de la Terre, permet à l'ensemble de balayer le ciel.

(suite du texte page 134)

DES TERMITIÈRES DE MÉTAUX SUR LA CROUTE OCÉANIQUE

Etrange découverte faite par des géologues sous-marins : des gîtes massifs de sulfures métalliques, en forme de mini-volcans, qui se seraient constitués sous l'action de geysers émergeant à la surface de la croûte océanique. Ils pourraient représenter des millions de tonnes de métaux.

● Dans les entrailles du Pacifique, par plus de 2 500 mètres de profondeur, non loin de la côte ouest du Mexique, existent de vastes dépôts de sulfures polymétalliques. Leur existence a été vérifiée l'année dernière, au cours de la campagne CYAMEX, qui réunissait des scientifiques américains, mexicains et français. Les géologues du monde entier attendent avec impatience les résultats de cette expédition qui permettront vraisemblablement d'expliquer le mécanisme de formation de certains minérais terrestres, dont ils soupçonnaient déjà l'origine marine.

Ce type de campagne océanographique qui dévoile peu à peu les structures géologiques cachées du globe terrestre, s'inscrit dans le programme international RITA, du nom des fractures océaniques Rivera et Tamayo, qui coupent la dorsale du Pacifique Est, véritable système montagneux sous-marin. Les recherches s'étaleront sur trois ans.

Chacun se souvient de l'expédition « Famous » qui avait apporté une contribution importante à la compréhension des phénomènes de dérive des continents et de tectonique des plaques. Il s'agissait alors d'explorer une partie du « rift » méridional, cette étroite vallée qui entaille sur toute sa longueur, le sommet d'une gigantesque dorsale ; c'est là où les roches volcaniques remontent du manteau et où se renouvellent en permanence 60 % de la surface de la Terre.

Après avoir étudié ce type de dorsale dont les crêtes s'écartent lentement l'une de l'autre au rythme de 2 centimètres par an, il s'avérait fort utile d'aller explorer le « rift » du Pacifique, beaucoup plus actif puisque le taux d'ouverture est trois fois plus important : 6 cm par an.

Sur les 21 plongées effectuées par la soucoupe

Cyana du CNEXO (1) au cours de la campagne CYAMEX, trois d'entre elles ont permis de repérer de curieux alignements à quelque 600-700 mètres de l'axe du rift. Imaginez des édifices perdus sur les flancs d'un fossé tectonique, au milieu d'un relief tourmenté et en constante évolution, et qui se présentent sous la forme de termitière de 1 à 8 mètres de hauteur et de 2 à 5 mètres de diamètre à la base. Tel un tableau abstrait, leur surface inégale est recouverte de taches colorées où se mêlent à loisir des touches d'orange, de rouge, de brun, de blanc et de noir. S'élevant sur des champs de lave à peine recouverts de sédiments, ces édifices coniques ont une consistance poreuse et cannelée par un labyrinthe de minuscules canaux. Leur structure peut être, grosso modo, comparée à celle d'une éponge. Leur composition ? Un mélange de silice blanche et translucide, et de sulfures. L'analyse des 14 échantillons prélevés révèle qu'ils contiennent jusqu'à 29 % de zinc, 6 % de cuivre et 42 % de fer, ainsi que de l'argent, du cobalt, du plomb et du cadmium. La croûte océanique pourrait bien y gagner un regain d'intérêt sur le plan économique. Encore faudrait-il avoir une idée de l'étendue de ces formations. Jean Francheau, qui participait à l'expédition, pense qu'elles devraient être assez fréquentes ; il paraît en effet peu probable, qu'explorant une infime partie de l'immense océan, on soit tombé sur les trois seuls gîtes existants. Ces gîtes massifs, s'ils étaient régulièrement répartis de long de certaines dorsales, pourraient bien représenter des millions de tonnes de métaux ! Il est encore trop tôt pour savoir réellement ce qu'il en est. On ne circule pas encore au fond des mers comme on

(1) Centre National pour l'Exploitation des Océans.

le voudrait.

Derrière les deux hublots de la Cyana, trois hommes ont tout de même suivi, lors d'une plongée, un fossé sous-marin encadré par les curieux édifices.

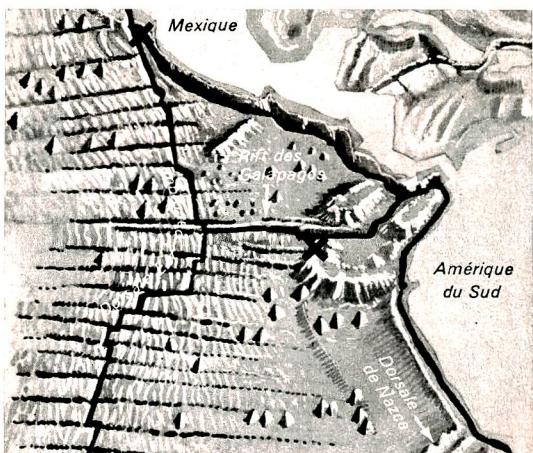
Comment ces métaux se sont-ils accumulés massivement sur la croûte océanique ? La présence d'une cheminée au sommet des édifices coniques et des traces d'écoulement sur leurs flancs, montrent qu'ils se sont construits directement sur la croûte océanique et semblent prouver une origine hydrothermale. Les multiples orifices de ces petits « volcans » ne seraient alors que les issues par lesquelles des eaux chaudes riches en ions métalliques sortaient de la lithosphère. D'autres types de minéralisation moins spectaculaires, comme des encroûtements, des écoulements, accompagnent ces formations, ainsi que de nombreux petits cônes de 10 à 20 centimètres de diamètre, d'un jaune très vif, du soufre natif, surmontés eux-aussi d'un orifice.

L'hypothèse tendant à démontrer que les dépôts de sulfures métalliques correspondent à la zone de décharge d'un vaste système de circulation hydrothermale d'eau de mer avait déjà été avancée pour expliquer les gisements terrestres de sulfures ophiolitiques dont la structure rappelle d'ailleurs celle du fond du Pacifique. C'est à Chypre que l'on en trouve les exemples les plus marquants, mais il en existe à Terre-Neuve, en Californie, en Turquie et en Italie. Les ophiolites sont des morceaux de la croûte océanique, qui par une erreur d'aiguillage de la Nature, au lieu de s'enfoncer dans les fosses océaniques pour regagner le manteau dont elles étaient issues, échouent sur les continents, par un processus qui n'est pas encore totalement élucidé, mais que l'on suppose être un phénomène de chevauchement. Ces ensembles rocheux que l'on retrouve jusque dans les Alpes, ont été cassés, bouleversés et transportés parfois sur plusieurs centaines de kilomètres et il est souvent difficile d'en reconstituer le puzzle. Il représente pourtant l'unique mémoire des anciens océans qui ont disparu à jamais.

D'après sa position par rapport à l'axe de la dorsale, la croûte océanique de la zone explorée pouvait avoir 5 000 à 10 000 ans. Destinée elle aussi à disparaître un jour, engloutie, dans ce cycle incessant auquel seuls les continents, plus légers, échappent obstinément, tout en continuant à dériver à la surface du globe. Quant à l'âge des dépôts, nul ne peut dire encore s'ils sont nés récemment ou il y a 5 000 ans. Seules des études radiochimiques approfondies fourniront une réponse. En revanche, on possède déjà une explication pour leur origine : dans ces zones proches du rift, donc en pleine activité tectonique, la croûte est sillonnée par des fractures ; l'eau de mer froide s'engouffre dans ces fractures, créant une vigoureuse circulation à travers les roches magmatiques remontant du manteau ; sa température s'élève ; or l'eau de mer chaude constitue un très bon agent de lessivage ; elle va donc extirper un certain nombre

d'éléments minéraux aux roches qu'elle rencontre ; par un système de convection, elle remonte ensuite à travers des fissures et jaillit à la surface de la croûte où la différence de température fait précipiter les oxydes métalliques.

Le fait que l'on n'ait pas encore découvert ce type de dépôt dans la dorsale Atlantique, laisse à penser que l'activité hydrothermale serait cor-



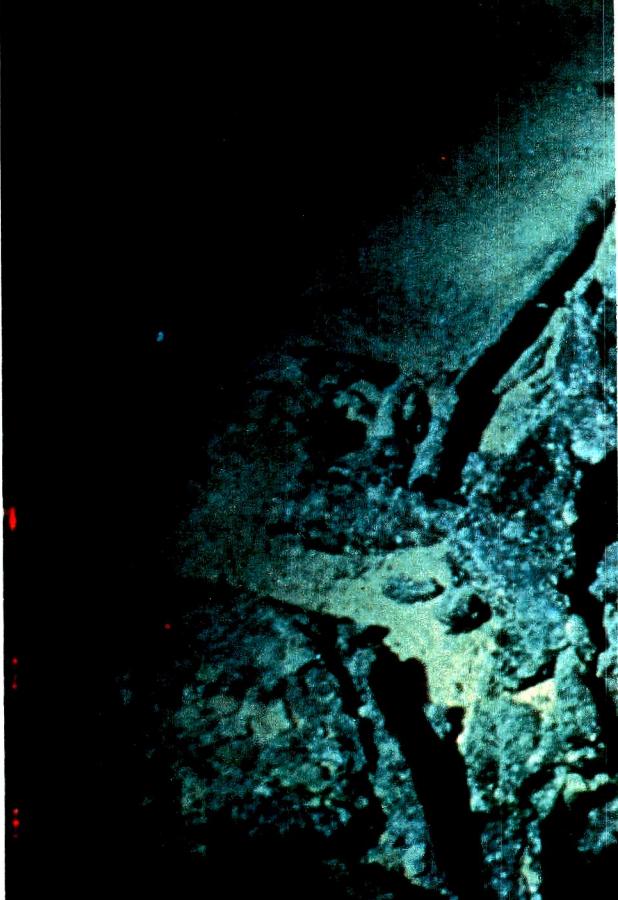
Carte des expéditions sous-marines. L'expédition de recherches sous-marines CYAMEX a effectué les premières plongées sur la dorsale du Pacifique Est (croix rouge), le maillon le plus important avec la dorsale médio-atlantique du système des dorsales océaniques qui encerclent le globe. Près des Galapagos, une expédition américaine avait, en 1977, découvert le long du rift (croix noire) des colonies d'animaux qui loin du soleil, formaient des écosystèmes autour des sources chaudes d'eau de mer.

réelée avec les dorsales rapides, celles qui s'écartent vite, qui fabriquent la nouvelle croûte d'une façon intensive.

L'expédition américaine qui avait exploré une partie du rift des Galapagos en 1977, semble bien corroborer cette hypothèse. Dans le froid habituel aux fonds abyssaux, qui en font de véritables déserts biologiques, les membres de cette expédition avaient en effet eu la surprise de découvrir de curieuses oasis au hasard de leurs plongées. Au nombre de cinq, ces sites abritaient par quelque 2 500 mètres une vie abondante ! Des vers géants, dont l'espèce est inconnue, des poissons, des crabes et des espèces bizarres qui ne ressemblent à aucune autre : filaments blanchâtres enchevêtrés sur les roches, ou encore petit animal sphérique qui se positionne grâce à des filaments identiques à ceux d'une toile d'araignée et que les biologistes baptisèrent « dandelion ». Et surtout des colonies de bivalves géants, sorte de moules ou de coques blanchâtres, grosses comme des assiettes, qui recouvriraient la lave par centaines. Les mesures effectuées montrèrent qu'il y avait bien une source chaude, un geyser, puisque la température s'élevait jusqu'à 17 °C. Une autre preuve de l'activité hydrothermale fut donnée grâce à des prélèvements d'eau ; l'odeur caractéristique

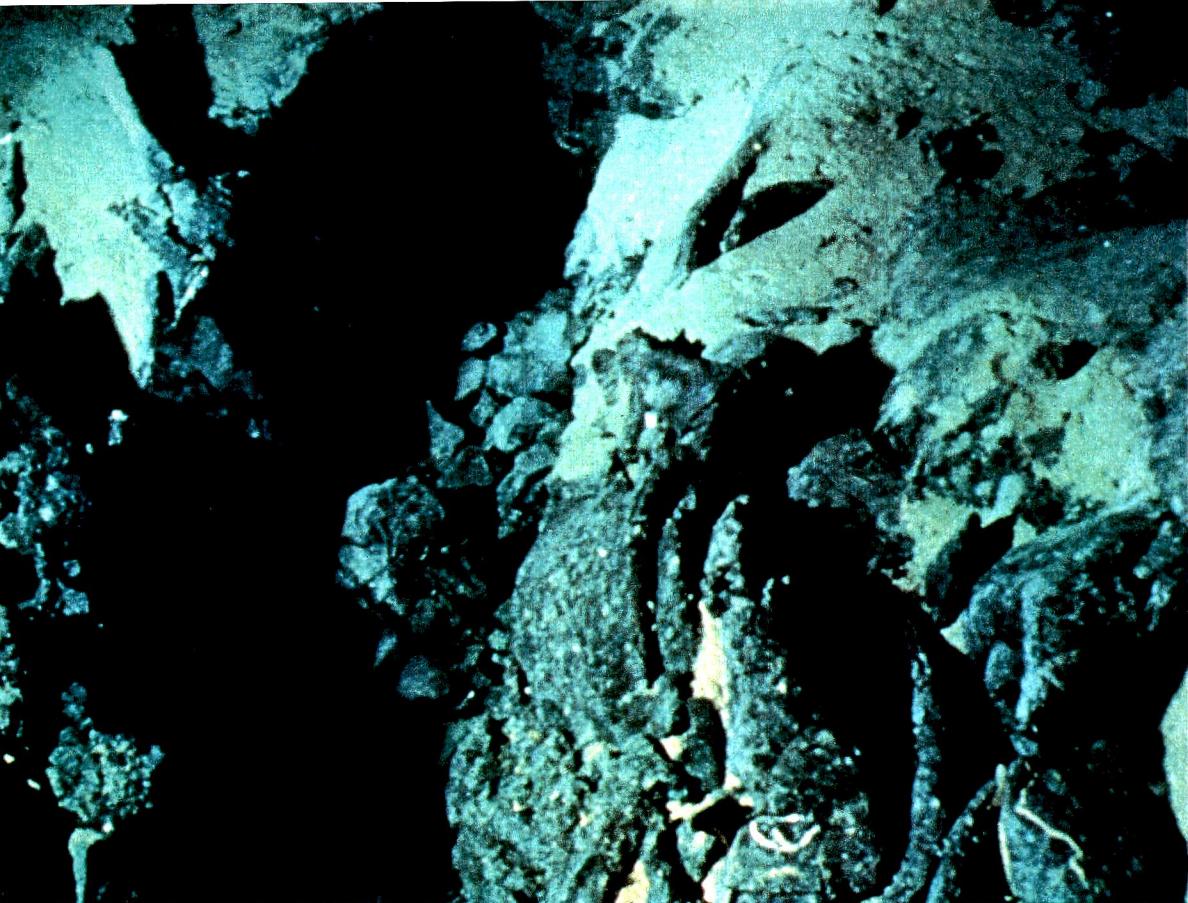
LES CONTINENTS SE FORMENT AU FOND DES MERS

C'est au fond des mers que se fabrique en permanence la surface de notre globe. Le long des dorsales, dont les crêtes s'écartent inexorablement l'une de l'autre, des roches volcaniques remontent du manteau. Tout autour de cette zone, en pleine activité tectonique, le relief est bouleversé par des fissures, des effondrements et des failles « actives » telle que celle-ci, découverte au hasard des plongées de l'expédition Cyamex. (Ci-contre).



Des termitières de métaux : le sous-marin « Alvin » (ci-dessus) avait déjà permis d'explorer, en 1977, une partie du rift des Galapagos. On vient de découvrir sur ces mêmes fonds, de véritables termitières de métaux. L'eau de mer froide s'engouffre dans les failles et les fractures qui entourent les zones proches du rift ; elle se réchauffe au contact des roches qui remontent du manteau et extirpe tous les minéraux qu'elle rencontre ; puis elle jaillit à la surface de la croûte où, à son contact, l'eau froide précipite les sulfures métalliques. La faune existante corrobore cette hypothèse.





Des vers géants au fond du Pacifique : dans des « oasis » sous-marines au fond du Pacifique, non loin des Galapagos, une espèce inconnue de vers géants prospère à proximité de sources d'eau de mer chaude. Ces vers géants, d'un rouge sanglant, et de plus de 2 mètres de long, vivent à l'intérieur de tubes blancs et flexibles qu'ils sécrètent au fur et à mesure de leur croissance. Explication : une activité hydrothermale a permis de transformer les sulfates en sulfure d'hydrogène qui est métabolisé par des bactéries, ceux-ci constituent alors le premier maillon alimentaire.

d'œufs pourris du sulfure d'hydrogène qui s'en dégageait démontrait indiscutablement que l'eau de mer avait bien voyagé à travers la croûte océanique, où sous l'effet de la chaleur et de la pression, les sulfates qu'elle contenait s'étaient transformés en sulfure d'hydrogène.

Restait à expliquer comment cette faune prospérait dans l'obscurité la plus totale, loin du soleil, et donc sans organismes capables d'effectuer la photosynthèse, et figurant le premier maillon de la chaîne alimentaire. Et comment étaient-ils arrivés là. Cette dernière question fut vite résolue, car dans les masses océaniques flottent en grand nombre des larves dont la majorité sont destinées à périr, mais qui, si elles rencontrent au hasard des courants un site favorable, s'y établissent et le peuplent. Les biologistes de l'expédition constatèrent que certaines espèces dominaient, différentes suivant l'oasis observée ; ils en déduisirent que les larves qui avaient été les premières à arriver sur les lieux avaient réussi à imposer leur espèce.

Ils trouvèrent vite le premier maillon de la chaîne alimentaire ; en effet, certaines bactéries sont capables de métaboliser le sulfure d'hydrogène et peuvent ensuite servir de nourriture aux bivalves. Ainsi fonctionnent probablement le long des rifts, des foules d'écosystèmes qui tirent leur énergie des profondeurs de la Terre et non du Soleil !

Jacqueline DENIS-LEMPEREUR ■



Des méthodes modernes permettent maintenant d'acquérir très vite une mémoire excellente

Comment obtenir LA MÉMOIRE ÉTONNANTE dont vous avez besoin

15 ans d'expérience

Avez-vous remarqué que certains d'entre nous semblent tout retenir avec facilité, alors que d'autres oublient rapidement ce qu'ils ont lu, ce qu'ils ont vu ou entendu ? D'où cela vient-il ?

Les spécialistes des problèmes de la mémoire sont formels : cela vient du fait que les premiers appliquent (consciemment ou non) une bonne méthode de mémorisation alors que les autres ne savent pas comment procéder. Autrement dit, une bonne mémoire, ce n'est pas une question de don, c'est une question de méthode. Des milliers d'expériences et de témoignages le prouvent. En suivant la méthode que nous préconisons au Centre d'Etudes, vous obtiendrez de votre mémoire (quelle qu'elle soit actuellement) des performances à première vue incroyables. Par exemple, vous pourrez, après quelques jours d'entraînement facile, retenir l'ordre des 52 cartes d'un jeu que l'on effeuille devant vous, ou encore rejouer de mémoire une partie d'échecs. Vous retiendrez aussi facilement la liste des 95 départements avec leurs numéros-codes. Mais, naturellement, le but essentiel de la méthode n'est pas de réaliser des prouesses de ce genre mais de donner une mémoire parfaite dans la vie courante : c'est ainsi qu'elle vous permettra de retenir instantanément les noms des gens avec lesquels vous entrez en contact, les courses ou visites que vous avez à faire (sans agenda), l'endroit où vous ranger vos affaires, les chiffres, les tarifs, etc. Les noms, les visages se fixeront plus facilement dans votre mémoire : 2 mois ou 20 ans après, vous pourrez retrouver le nom d'une personne que vous rencontrerez comme si vous l'aviez vue la veille. Si vous n'y parvenez pas aujourd'hui, c'est que vous vous y prenez mal, car tout le monde peut arriver à ce résultat à condition d'appliquer les bons principes.

La même méthode donne des résultats peut-être plus extraordinaires encore lorsqu'il s'agit de la mémoire dans les études. En effet, elle permet de retenir en un temps record des centaines de dates de l'histoire, des milliers de notions de géographie ou de science, l'orthographe, les langues étrangères, etc. Tous les étudiants devraient l'appliquer et il faudrait l'enseigner dans les lycées : l'étude devient alors tellement plus facile.

Si vous voulez avoir plus de détails sur cette remarquable méthode, vous avez certainement intérêt à demander le livret gratuit proposé ci-dessous, mais faites-le tout de suite car, actuellement, vous pouvez profiter d'un avantage exceptionnel.

Existe en 4 langues (français, anglais, allemand, portugais) Vous pouvez consulter ou acheter la méthode MÉMO-DIDACT directement au CENTRE D'ÉTUDES, 1, avenue Stéphane-Mallarmé, 75017 PARIS.

GRATUIT

Découpez ce bon ou recopiez-le et adressez-le à : Service M 155

Centre d'Etudes, 1, avenue Stéphane-Mallarmé, 75017 PARIS

Veuillez m'adresser le livret gratuit "Comment acquérir une mémoire prodigieuse" et me donner tous les détails sur l'avantage indiqué. Je joins 2 timbres à 1,20 F pour frais. (Pour pays hors d'Europe, joindre trois coupons-réponses).

MON NOM
(en majuscules S.V.P.)

MON ADRESSE
Code
Postal
Ville

Informations commerciales

RADIO-CASSETTES GRUNDIG

GRUNDIG réserve une place importante à ce type d'appareils que sont les radio-cassettes, devenus les compagnons privilégiés des loisirs de chacun, et élargit sa gamme avec quatre nouveaux modèles, dont deux modèles stéréo haut de gamme :

— Les « mono » RR 200 - RR 300 - RR 400 ;

— Les « stéréo » RR 800 et RR 900.

Tous font appel à une esthétique nouvelle. Leur coffret est de teinte brun métallisé, très sobre. Grâce à leur poignée, ils sont aisément transportables.

Les RR 800 et RR 900 sont identiques dans leurs grandes lignes. Ils sont équipés de la même unité « cassette » et diffèrent essentiellement au niveau de la partie « radio », le RR 900 proposant en outre une présélection de six stations en réception FM.

Cependant, un point commun tout à fait nouveau et des plus intéressants : la « STEREO ELARGIE ».

Ces deux radio-cassettes GRUNDIG sont en effet dotés du tout nouveau système électronique « stéréo élargie », qui restitue l'image sonore stéréophonique comme si elle était obtenue à partir de deux enceintes séparées situées de part et d'autre de la pièce d'écoute. Grâce à ce dispositif, les RR 800 et RR 900 peuvent constituer de véritables petites chaînes stéréophoniques.

RICOH XR-2



RICOH propose un boîtier reflex 24 x 36 compact automatique, à obturateur électronique ; pour le photographe averti qui exige un automatique débrayable, une fiabilité à toute épreuve, une bonne maniabilité associée à un faible encombrement et à une gamme d'objectifs interchangeables à baïonnette type K. Le XR 2 ne pèse que 560 g. Il comprend, entre autres, les différents perfectionnements suivants : viseur bien dimensionné fournissant toutes les données se rapportant à la prise de vues, vitesses, diaphragme, témoin de mise en place du flash, position automatique ou manuelle, test de piles, stigmomètre incliné à 45° pour la mise au point télemétrique, anneau de micropismes pour faciliter la mise au point sur un sujet non géométrique, le tout entouré d'un dépôli uni, à lentille de Fresnel, qui assure une visée particulièrement lumineuse.

L'automatisme repose sur une mesure de cellule à pleine ouverture assurée avec une très grande précision par 3 cellules CdS.

Enfin, ce modèle est muni d'un dispositif permettant les surimpressions.

Garantie 2 ans.

Indications dans le viseur : diaphragmes, vitesses, position automatique, position B et position X (7/90e de seconde) l'aiguille du galvanomètre visible dans le viseur permet également le contrôler les piles.

Le grossissement du viseur est de 0,88. Le taux de recouvrement de la fenêtre est de 93 %.

Mise au point : stigmomètre incliné à 45° entouré d'un anneau de micropisme et d'un verre dépôli uni à lentille de Fresnel.

Contrôle de l'exposition : assuré par 3 cellules CdS TTL à mesure sélective pondérée à pleine ouverture, avec automatisme débrayable ou spot + 2 diaphragmes.

Disponible sur le marché français. Boîtier noir. Garantie 2 ans.



CREDIT GRATUIT POUR S'EVADER

Modèle Tabur III, prix public conseillé du bateau standard au 1.5.79 : 2.537 F.

Crédit gratuit 6 mois sur les bateaux Tabur en Juillet et Août 1979.

Tabur, c'est toute une gamme de bateaux à rames, à moteur ou voiliers, pour pêcher, flâner, bronzer, s'évader des plages encombrées en toute sécurité et tranquillité.

Avec le crédit gratuit 6 mois, Tabur, naviguez en toute liberté.

TABUR 
MARINE

Crédit gratuit sur Tabur II et modèles supérieurs chez les revendeurs acceptant de participer à l'opération "Crédit Gratuit". Après acceptation du dossier par Dicoma, Cétélem, ou Creg, 1^{er} versement comptant légal, les frais de crédit seront pris en charge par le revendeur.

Pouvez-vous m'adresser les coordonnées du revendeur Tabur offrant le "Crédit Gratuit" le plus proche de mon domicile.

Nom _____

Adresse _____

Code postal _____

A retourner à Tabur Marine
Z.I. du Prat, 56006 Vannes.

LES MAMMIFÈRES DU DÉSERT

Ce que la chaleur et la sécheresse n'avaient pas fait, les armes automatiques l'auront bientôt réussi : les derniers ongulés capables de survivre dans le désert ont presque disparu. Aujourd'hui cependant, on songe à exploiter systématiquement la merveilleuse modestie alimentaire des dromadaires, des antilopes Addax, des gazelles Oryx.

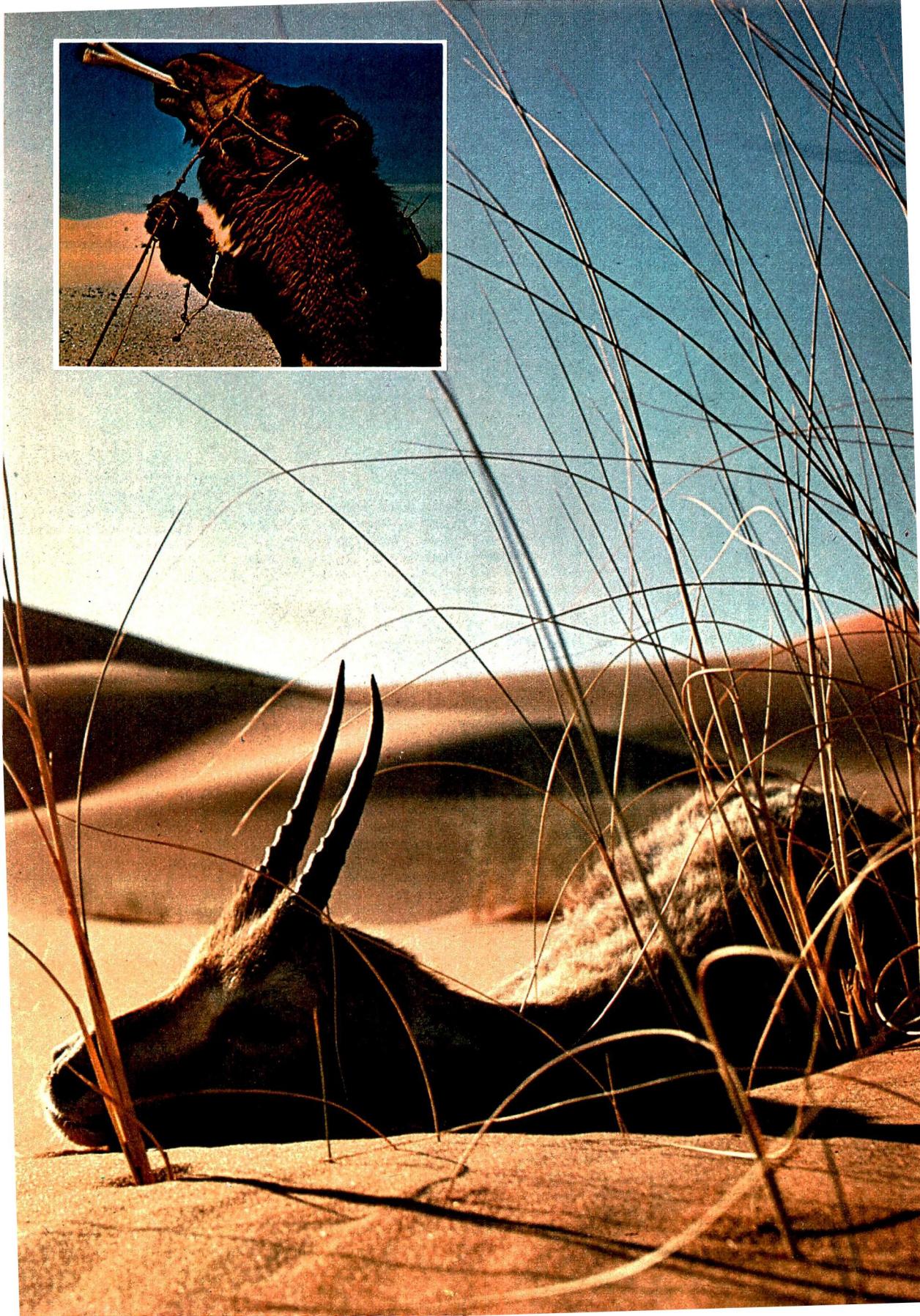
Les ongulés sauvages sont prodigieusement adaptés à un milieu d'aussi faible productivité végétale que l'est le Sahara : moins de 100 t d'herbe fraîche par an pour 100 ha, soit 20 t de matière sèche. Très résistants au manque d'eau et à l'extrême sécheresse — ainsi l'antilope Addax (*Addax nasomaculatus*) ne boit jamais — ces ongulés sauvages, les derniers grands mammifères du désert, ont un comportement alimentaire « très écologique ». Ils mangent des plantes variées choisies à différents stades de leur croissance, exploitant ainsi, tout en préservant les conditions de leur reproduction, de maigres ressources végétales dispersées sur de grandes surfaces. Ce comportement est très différent de celui des chèvres et des moutons dont l'élevage intensif au Sahara a, sans

doute, en raison du surpâturage, contribué à faire disparaître, depuis le néolithique, la couverture végétale.

Et, pourtant, ce bétail domestique représente une quantité de protéines beaucoup plus faible que celle que fournirait à des populations mal nourries, une exploitation rationnelle des ongulés sauvages... A condition, bien entendu, qu'en soit à nouveau tentée la domestication pour un élevage extensif.

Mais en même temps que s'étend la surface des déserts, les animaux les mieux à même d'y survivre — et par là d'y favoriser la survie de l'homme — en disparaissent. Victimes, là encore, de l'imprévoyance humaine. Si certaines évolutions climatiques ont joué un rôle dans la raréfaction de certaines espèces, l'homme est

(suite du texte page 34)

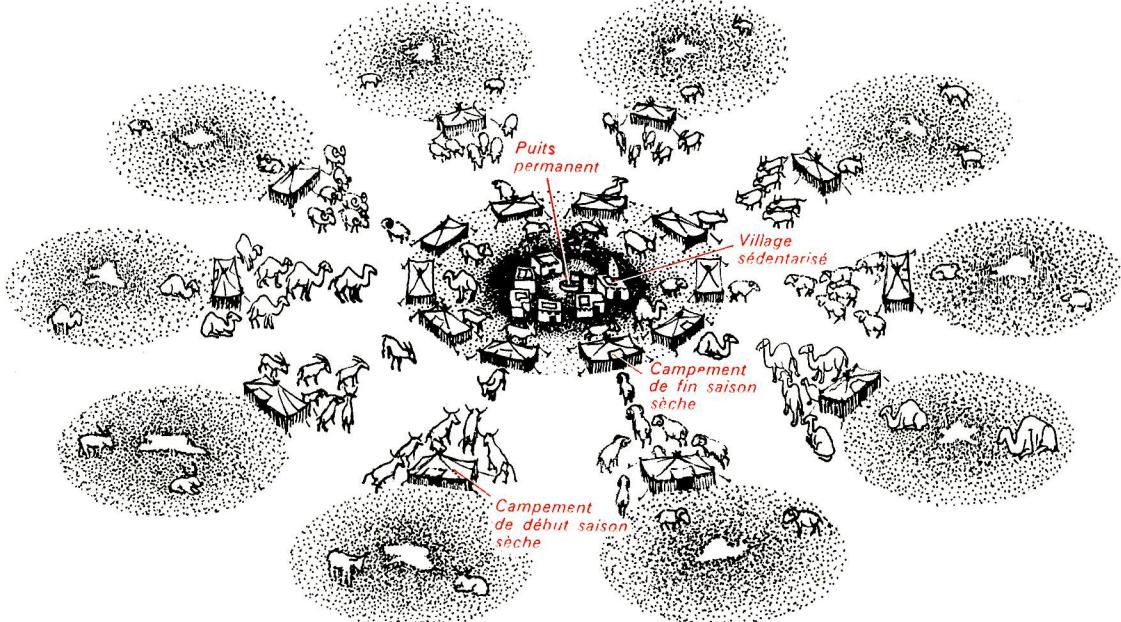


largement responsable de la régression de l'aire des ongulés sauvages. Et plus que les populations locales qui les ont toujours chassés, il faut incriminer au cours des dernières décennies, les Européens. Et notamment les chasses des militaires...

Dès la fin du XIX^e siècle, deux des plus belles espèces d'ongulés, l'antilope Addax et l'Oryx algazelle deviennent très rares en Afrique du Nord. C'est vers 1885 que l'on en aperçoit pour la dernière fois dans le sud tunisien ; et en 1905, le dernier troupeau d'Addax qui subsistait au

la mer Rouge, dans les zones les plus reculées : le Majabât en Mauritanie, le Ténéré au Niger et le Nord Tchad où il existe, à Ouadi Rimé-Ouadi Achim, une réserve de 4 900 000 ha où subsistent d'importants troupeaux d'Addax et d'Oryx algazelle.

Deux espèces de gazelles vivent encore au « vrai » Sahara ; la moins rare est la gazelle dorcas (*Gazella dorcas*) qui réside essentiellement dans les étendues pierreuses et rocheuses. Autrefois abondante au sud de l'Atlas saharien, elle disparaît peu à peu en raison d'une chasse



UNE ROTATION DES PATURAGES POUR ÉVITER LA DÉSERTIFICATION

Si l'on veut lutter contre la dégradation du milieu, il faut considérer les régions arides comme ayant une vocation pastorale. Il est donc nécessaire de préconiser un aménagement pastoral, en particulier par l'utilisation d'un système de pâturage dit en « rotation », en remplacement du pâturage continu. Le mode d'exploitation des parcours permettrait à la végétation vivace de se maintenir (rôle de protection de la surface du sol) et de reconstituer ses stocks de grains. Prévu pour 7 000 têtes de bétail, avec un village où résideraient les familles des pasteurs (étude de l'U.N.E.S.C.O. pour le Sahel), ce territoire circulaire de 20 km de diamètre s'organise autour d'un puits central. Il sert de pâturage de saison sèche. A la périphérie, des pâturages pour la saison des pluies. Cette technique est bien connue de certains nomades et en particulier des Touareg qui la pratiquent depuis toujours. Nous ne faisons que la réinventer afin de ne pas épouser un sol qui produit mieux.

Sahara Nord-occidental (entre Beni Abbès et Tabelbala) fut exterminé dans l'erg Er Raoui. De même, en 1942, une véritable tuerie effaça en quelques heures les derniers Addax du Sahara occidental dans le Rio de Oro. Chasse misérable et d'autant plus facile que l'Addax, malheureusement, est très vulnérable, car il est incapable de courir longtemps sur le sable chaud. Au temps où ils étaient pourchassés par les nomades selon les méthodes ancestrales, leur existence n'était pas trop menacée, mais à présent, les prospecteurs de pétrole, les chasseurs « professionnels » et les militaires les traquent à l'aide d'armes automatiques et de véhicules rapides.

Ils ne survivent que sur une bande restreinte du Sahara méridional, de la Mauritanie jusqu'à

effrénée. La gazelle blanche (*Gazella leptoceros*), très proche de la précédente, est particulière aux grands massifs dunaires du Sahara septentrional. Parmi les mammifères herbivores sauvages, un très beau capriné, le Mouflon à manchette (*Ammotragus lervia*) qui vit dans les régions accidentées et se raréfie.

Cependant, parmi les grands mammifères du désert, une place privilégiée doit être réservée au dromadaire, l'un des plus anciens animaux que l'Humanité ait domestiqué. Sa pénétration en Afrique du Nord, au cours des premiers siècles de notre ère, a rendu possible un nomadisme à grand rayon d'action. En fait, la vie du nomade dépend de lui.

Est-ce pour cela qu'il alimente autant de lé-

gènes qui, malgré de récentes découvertes, ont la vie dure ?

L'une qui circule encore dans certaines encyclopédies, remonte à Pline l'Ancien : le dromadaire possèderait une réserve d'eau dans l'estomac et la bosse. Le Professeur Schmidt-Nielsen a démontré, en 1965, qu'il n'en était rien — cette bosse, constituée de graisse, représente simplement une réserve d'énergie. Par contre, il est vrai que des bédouins sauvent leur vie en tuant leur monture avant de boire le liquide stomacal. La panse du dromadaire contient, comme celui de tout ruminant, une grande quantité de liquide : mais en vérité il ne s'agit pas d'eau « mise en réserve », mais de bouillie alimentaire...

Et ce qui, aussi, ne représente en rien une légende est son extraordinaire résistance au manque d'eau. Grâce à son adaptation au désert, il dépense l'eau avec une très grande parcimonie, en urinant peu et rarement, en transpirant à peine et en éliminant des fèces sèches.

Par très forte chaleur, il ne s'abreuve que tous les 4 à 7 jours, alors que les moutons, chèvres et ânes, sont obligés de boire généralement chaque jour, ce qui réduit ainsi leur aire de pacage. Seul le dromadaire peut exploiter des paturages éloignés des points d'eau.

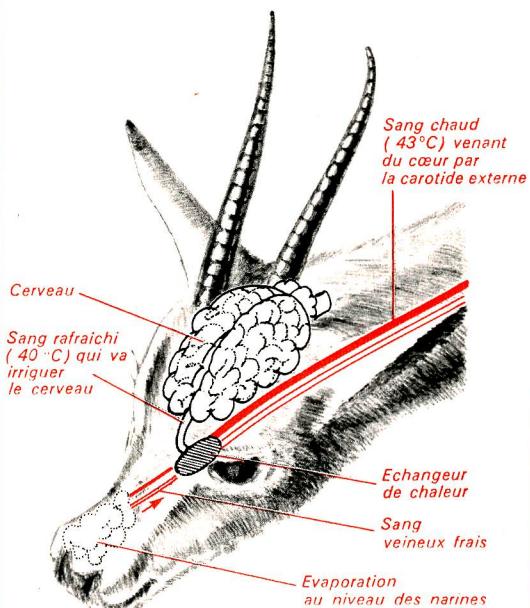
Lorsqu'il ne boit pas, il perd par jour, un volume d'urine correspondant seulement à 1/1 000 de son poids, alors qu'un mouton déshydraté perd 1/200 de son poids, soit 5 fois plus. C'est en faisant varier sa température corporelle selon les conditions extérieures que le chameau peut ainsi limiter ses pertes d'eau. Au lieu de demeurer constante (comme chez l'homme), cette température peut s'élever de plus de 6° en été, passant de 34° le matin à 41 °C au cours de la journée. C'est seulement lorsque la température extérieure atteint ce niveau que le surplus de chaleur est éliminé par évaporation.

Ainsi, à la manière d'un lézard, au cours de la journée, le dromadaire accumule les calories, les relâchent passivement (vasodilation périphérique) par rayonnement avec la fraîcheur du soir et sans dépenser d'eau. Chez l'animal bien hydraté, ou bien à la saison fraîche, la variation journalière maximale de sa température ne dépasse pas 2 °C.

Ce n'est pas là son seul mécanisme de défense contre la chaleur. Son épais pelage dorsal fait écran aux radiations solaires : lorsque la température à la surface de la toison est de 70 °C, elle est seulement de 40 °C au niveau de la peau. De plus, son museau couvert de duvet est sec. Ses narines, fermées les deux tiers du temps, s'ouvrent quelques deux secondes pour respirer, puis se referment pour éviter à la poussière et aux insectes de pénétrer. Le dromadaire n'accélère pas sa respiration pour lutter contre la chaleur. Ainsi, perd-il peu d'eau par les narines, la bouche et les poumons. Il peut encore réduire ses pertes en eau par certains comportements, en se couchant face au soleil, en se serrant étroitement avec ses compagnons pour

PAR DES CHALEURS EXTRÊMES LA GAZELLE GARDE LA TÊTE FROIDE

Le Dr Taylor a essayé de résoudre expérimentalement le paradoxe existant entre les besoins en eau et l'habitat aride des gazelles de Grant et de Thompson (Afrique orientale). Soumises à des températures ambiantes élevées, elles dissipent la chaleur tout d'abord en présentant une polypnée thermique (halètement). Selon le degré de déshydratation de l'animal, la polypnée peut se déclencher à une température plus ou moins élevée. Lorsque la température ambiante est de 45 °C, la température



interne de la gazelle de Grant atteint 46,5 °C, tandis que celle de la gazelle de Thompson n'est que de 43,3 °C, nécessitant de ce fait une perte d'eau supplémentaire par évaporation pour la régulation thermique. Selon cet auteur, il semblerait donc que l'eau préformée (contenue dans les plantes nourricières), ajoutée à l'eau d'oxydation (produite par le métabolisme), suffirait à maintenir l'équilibre hydrique de la gazelle de Grant. Comme pour le dromadaire, en cas d'hyperthermie, leur température interne peut augmenter et être plus élevée que celle de l'air, évitant ainsi une trop grande perte d'eau.

Afin d'éviter une dangereuse surchauffe de la tête, elle dispose d'un système circulatoire spécial dit « à contre-courant ». La carotide externe qui se ramifie en fins réseaux d'artéries amenant le sang oxygéné pour irriguer le cerveau, passe près des veines, lesquelles transportent du sang plus frais venant du museau. Les artéries leur cèdent une partie de la chaleur avant de pénétrer dans le cerveau. En conséquence, un animal hyperthermique conservera une température de la tête plus faible de 3 à 6 °C que celle du corps. D'après Mme Ghobrial, la gazelle Dorcas ne peut pas faire varier sa température interne mais elle supporte une privation d'eau de boisson de 9 à 12 jours en hiver et de 3 à 4 jours en été qui se traduit par une perte de poids de 14 à 20 %. Elle réduit alors 3 à 4 fois le volume d'urine émise et double sa concentration.

réduire la surface corporelle exposée au soleil.

Souvent, il se nourrit de chénopodiacées, plantes très riches en sels. Il peut également absorber sans inconvénient une eau très salée contenant jusqu'à 5 % de sel (soit une concentration supérieure à celle de l'eau de mer) ; le mouton lui, meurt après absorption d'eau en contenant 1,8 %...

Grâce à ces caractéristiques, le dromadaire peut supporter une déshydratation de près de 40 % de son poids, alors que pour la plupart des mammifères une perte d'eau supérieure à 15 % est fatale. Lorsqu'il boit, il peut ingérer en une seule fois la quantité d'eau perdue (de 100 à 200 l) et absorber ainsi, en moins de 10 minutes, une centaine de litres (de 15 à 27 l d'eau/minute). L'eau bue n'est pas mise en réserve, mais se répartit en 48 heures dans tout le corps. Le dromadaire ne fait donc nullement preuve de « prévoyance » et ne fait que rétablir simplement son équilibre hydrique.

Toutefois, quel est le mécanisme physiologique qui permet au dromadaire de tolérer une perte d'eau importante ? 80 % de l'eau perdue au cours de la déshydratation provient essentiellement de l'espace extracellulaire (eau en transit dans le tube digestif) alors que le volume plasmique reste pratiquement constant. Le côlon est doté d'un mécanisme extraordinaire d'absorption d'eau. La circulation du sang, malgré la déshydratation, s'effectue normalement.

Combien de temps le dromadaire peut-il rester sans s'abreuver ?

Ses besoins en eau sont influencés par divers facteurs : la température ambiante, les efforts qu'il fournit, la qualité, la quantité et la teneur en eau de sa nourriture.

Le Dr Gauthier-Pilters qui a réalisé une étude écologique approfondie sur le dromadaire a montré que cet animal est capable de vivre sur des ressources pacagères très faibles tant en qualité qu'en quantité. D'instinct, le dromadaire, quoique peu difficile, varie ses préférences pour certaines plantes fourragères selon les saisons. Il sait de lui-même rechercher les associations végétales profitables et distinguer les plantes dites « chaudes » amères ou salines qui donnent soif, des plantes « froides » au suc doux qui désaltèrent. Ainsi peut-on voir des troupeaux éviter un pâturage verdoyant et succulent pour aller brouter de la paille à 20 km plus loin. Les pâturages, même les plus médiocres, lui fournissent cependant assez d'eau — 10 à 15 l par jour pendant la saison fraîche — pour subvenir à ses besoins. Les troupeaux étant indépendants des points d'eau sont capables de parcourir jusqu'à 1 000 km sans boire.

Ainsi, en été, les troupeaux des hamadas (plateaux) pierreuses parsemées d'une végétation desséchée doivent boire tous les trois à quatre jours alors que ceux des Grands Ergs (massifs à dunes) couverts d'une végétation buissonnante verte ne viennent s'abreuver que tous les quatre à sept jours à la période de la plus forte chaleur

et seulement tous les huit à dix jours dès que les températures nocturnes s'abaissent. On voit par là l'importance que peut revêtir l'aménagement de puits pastoraux pour le maintien du nomadisme.

Le dromadaire est non seulement sobre en boisson, mais aussi en nourriture. A l'opposé de la plupart des autres animaux, il peut s'alimenter même privé d'eau. Si dans les pâturages verdoyants il ingurgite jusqu'à 40 ou 50 kilos de plantes par jour, il peut en revanche, s'accommoder d'une ration quotidienne de 5 kg de fourrage sec seulement, pendant plusieurs mois consécutifs. Dans les pâturages secs, le dromadaire se contente le plus souvent de 10 à 20 kg/j de fourrage correspondant à 5-10 kg de matière sèche, soit une consommation annuelle de 4 à 10 t de fourrage ou 2 à 4 t de matière sèche.

Ainsi un pâturage de graminée (*Stipagrostis pungens*), bien qu'il ne recouvre le sol que sur 10 % de sa surface, donne environ une production annuelle de 230 t/100 ha de matière sèche permettant de nourrir environ 300 dromadaires pendant la saison sèche.

Si sa consommation fourragère journalière paraît faible (de 4 à 50 kg, suivant la saison et la nature du pâturage) par rapport à celle d'une vache (80 kg), étant donné la faible teneur en eau des pâturages sahariens, la quantité de matière sèche ingérée peut être aussi élevée que chez une vache, soit 12 kg/j. Et sa capacité d'emmagasinier de la graisse est fantastique : à la bonne saison, un dromadaire de 500 kg, peut stocker jusqu'à 200 kg de graisse, permettant ainsi à l'animal de vivre sans manger près de six mois...

Les ongulés sauvages, tout comme le dromadaire, ont aussi de remarquables qualités d'adaptabilité au manque d'eau. Ils savent au mieux profiter de l'ombre existante, cependant ils doivent, soit tolérer une élévation de leur température interne, soit dépenser de l'eau par évaporation pour leur régulation thermique.

Le Dr Taylor a étudié chez la gazelle de Thomson (27 kg) et la gazelle de Grant (90 kg), hôtes familiers de la savane aride d'Afrique orientale, leur mécanisme physiologique d'adaptation (voir encadré).

La gazelle dorcas, elle, circule dans les régions où les pâturages sont aussi occasionnels que les pluies. Quelquefois, elle trouve sous le sable des racines gorgées d'eau qu'elle mange. Elle peut aussi, semble-t-il, en grattant à l'aide de ses sabots atteindre à certains endroits la nappe d'eau superficielle pour se désaltérer.

Selon les observations du Dr H. Gillet, au Tchad, l'Oryx serait un nomade à migration saisonnière. A la saison sèche (octobre) dès que les pâturages sont secs, il migre vers le sud pour se nourrir des arbustes encore verts. Il consomme également des plantes spéciales à poils glanduleux hygroscopiques où s'effectue une condensation de gouttelettes d'eau (*Indigofera viscosa*, *Boerhavia repens*). Ces plantes qu'il pré-

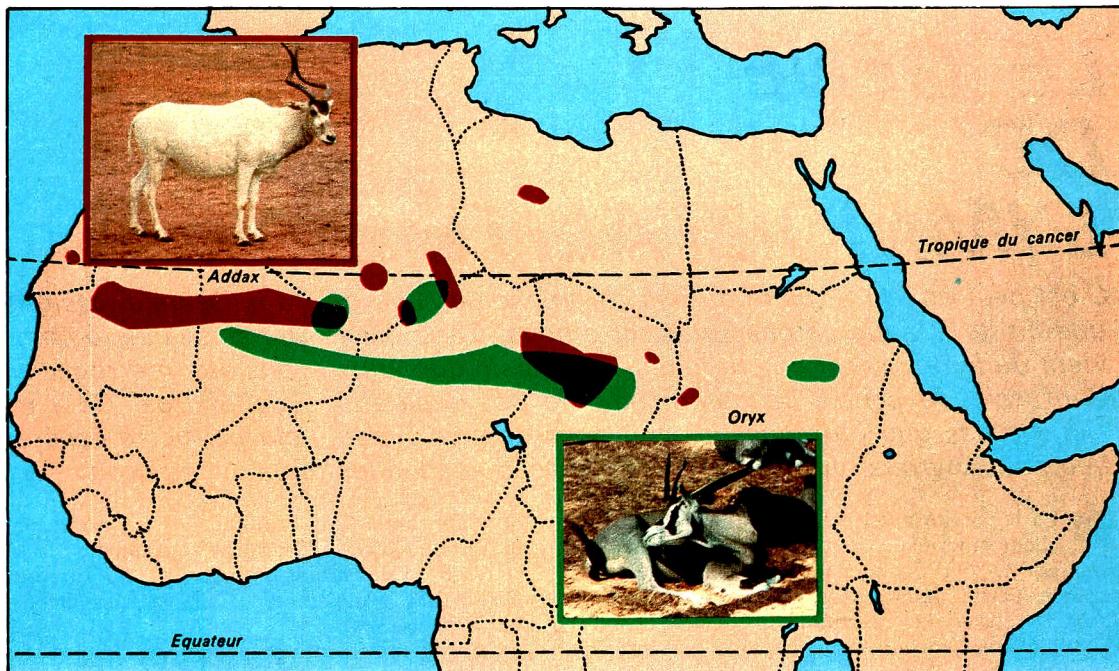
lève aux heures les plus fraîches constituent sa boisson. Au mois de juin, l'Oryx remonte vers le nord, en suivant l'avancée des pluies dues à la remontée du front intertropical. Ainsi les nomades pasteurs, en guidant leurs troupeaux, vers le nord à la saison des pluies ne font qu'imiter ce que font naturellement les ongulés sauvages depuis des générations.

Fait assez remarquable : l'Addax et l'Oryx peuvent distinguer et choisir à l'aide de leur goût et de leur odorat les plantes qui leur conviennent le mieux. Elles saisissent ici et là, l'ex-

efficacement un fourrage pauvre en le transformant en une grande quantité de protéines animales.

Bref, à bien des égards, ces animaux que l'homme a pratiquement supprimés, pourraient représenter l'une de ses chances de survie dans les régions semi-désertiques, en même temps qu'ils en arrêteraient la dégradation.

En 1958, le Pr. Théodore Monod, a estimé de manière approximative, le nombre de têtes d'Addax dans le Majâbat (Mauritanie). La population représentait une biomasse de 5 à 20 kg



UN PROCESSUS DE DISPARITION PROBABLEMENT DÉJÀ IRRÉVERSIBLE POUR L'ADDAX

Une étude de l'U.I.C.N. (Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses ressources) révèle que les dernières populations d'Addax et d'Oryx algazelle diminuent si rapidement que d'ici quelques années, elles auront peut-être dépassé le point de non retour (la gazelle blanche et la gazelle dorcas paraissent également condamnées à plus ou moins brève échéance). Cette carte reproduit la distribution de l'Addax et de l'Oryx algazelle en 1969 (selon H. Gillet).

trémité des touffes et absorbent ainsi le maximum de protéines sans causer de dégâts, chaque plante se trouvant de ce fait revivifiée.

Si ces grands herbivores ont pu se maintenir dans un milieu aussi appauvri, c'est parce qu'ils ont su choisir et « entretenir » leur pâture avec discernement. Les prélevements des herbivores sauvages (y compris le dromadaire) sont répartis sur la presque totalité de la végétation existante et non dirigés sur une ou deux plantes comme c'est le cas pour les chèvres et les moutons. Par là, ces animaux sont des préserveurs de la végétation, au contraire des ongulés actuellement domestiques. Leur efficience nutritionnelle (utilisation des éléments végétaux) est également meilleure car leur tractus digestif est moins développé. Ils peuvent de cette manière utiliser

de poids de viande fraîche pour 100 ha, alors qu'au Nord Kivu (Congo), cette biomasse est de 23 500 kg/100 ha. Cette charge pastorale faible reste plus élevée que celle des animaux domestiques de la même région qui ont le plus souvent un mauvais rendement en viande et en lait.

Le dromadaire, largement sous-exploité, se reproduit certes moins rapidement que la chèvre ou le mouton. Mais il consomme moins de nourriture et, en définitive, un kilogramme de viande de chameau ne vaut guère plus cher qu'un kilogramme de viande d'un animal plus petit.

En intervenant de manière décisive pour précipiter la régression de l'aire de répartition des ongulés sahariens et, en particulier des deux grandes antilopes, l'Addax et l'Oryx, l'homme de l'Afrique maghrébine et tropicale a gaspillé

LE GÈNE DE L'IMMORTALITÉ

C'est peut-être la 6^e paire de nos chromosomes qui, dès la naissance, assigne une limite à la vie de chacun d'entre nous. Car c'est là que se trouve, comme vient de le découvrir un chercheur américain que nous avons été interroger en Californie, le centre de commande de nos réparations cellulaires. Cela ne signifie pas que l'immortalité soit pour demain ; mais cela permet d'espérer que nous vivrons un jour toutes les années auxquelles nous avons droit.

● La longévité aussi est héréditaire. Un chercheur américain vient de démontrer que les chances de vivre jusqu'à un âge avancé sont en grande partie déterminées par quelques gènes dont le rôle est la répartition de l'ADN, la longue molécule torsadée sur laquelle est inscrit, au moment de la fécondation, le message héréditaire particulier à chaque individu. Ce sont, par ailleurs, ces mêmes gènes qui sont responsables du système immunologique, celui qui protège l'organisme contre les agressions extérieures, comme les infections.

Grâce aux travaux du Pr. Roy L. Walford, de l'Ecole de Médecine de l'Université de Californie (Los Angeles), on peut aujourd'hui mieux comprendre la dépendance du vieillissement à l'égard de la réparation génétique. Dans un organisme vivant, les cellules se reproduisent constamment. Se reproduit également, lors de chaque division cellulaire, la longue molécule d'ADN qui se trouve dans le noyau de la cellule et qui en contient le message génétique. Cet ADN est en quelque sorte « photocopié » d'une génération cellulaire à une autre, mais ces répliques ne sont jamais parfaites.

Au fur et à mesure du vieillissement, la fidélité, mais aussi la qualité des répliques, se détériorent, car, si au départ le système de réplication copie le message génétique original, par la suite, ce sont des copies de copies qui se font. Avec l'accumulation des erreurs successives, le message génétique particulier à chaque

individu serait vite brouillé, s'il n'existaient pas un système d'auto-réparation, également inscrit sur le code génétique, qui corrige, au fur et à mesure des répliques cellulaires, les erreurs qui se produisent.

Ce système d'auto-réparation est, selon les individus, plus ou moins efficace. Ainsi, la possession dès la naissance de bons gènes d'auto-réparation, favorise la longévité, qui a donc une composante héréditaire. On s'en doutait d'ailleurs, car on avait maintes fois observé que des gens, ou des groupes ethniques, dotés d'une grande longévité, ont souvent des enfants qui vivent longtemps.

Le mérite des recherches du Pr. Walford, c'est, d'une part, d'avoir identifié les gènes d'auto-réparation, et d'avoir démontré d'une façon rigoureuse que ces gènes contrôlent également le fonctionnement du système immunologique. Or, ce système, lui aussi, joue un rôle primordial dans le vieillissement de l'organisme.

En effet, le système immunologique a une fonction bien précise, qui est de reconnaître ce qui est « soi », de ce qui n'est pas soi. L'identification dans un organisme d'un corps étranger met alors en branle tout un système de défense dont l'objectif est de rejeter ou de détruire ce corps étranger. Ainsi, si on transplante à un homme le rein provenant d'un autre homme, ce rein sera rejeté, et la greffe ne prendra pas.

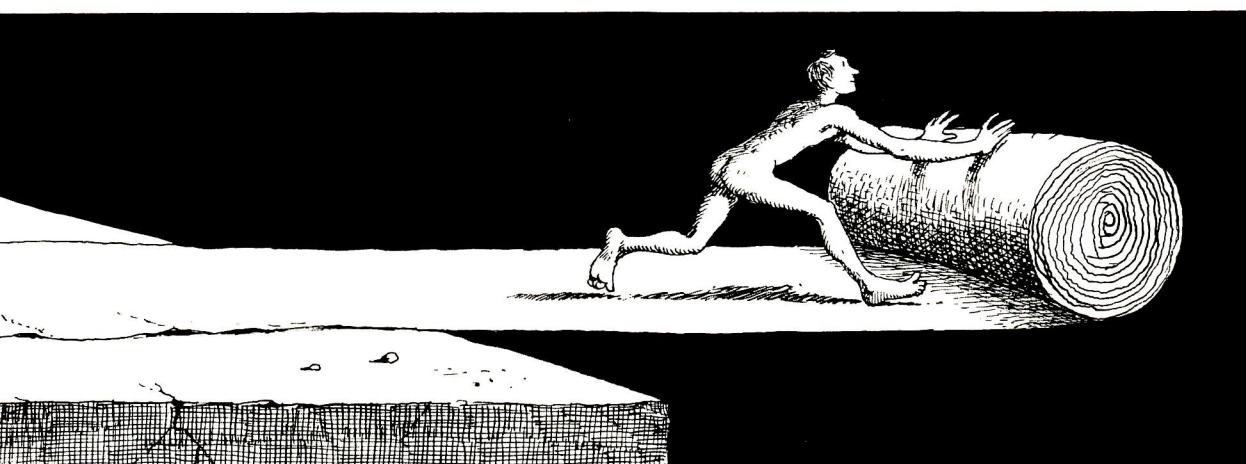
Depuis quelques années, on a une bonne connaissance de ce système immunitaire, notam-

ment grâce aux travaux d'un chercheur français, le Pr. Jean Dausset. On a identifié les éléments du système d'histocompatibilité (ou compatibilité tissulaire) chez l'homme, qui permet d'apparier un donneur d'organe à un receveur ; cela revient, en fait, à tromper l'organisme receveur en lui faisant croire que l'organe étranger qui lui est greffé est son propre organe. Ces connaissances permettent aujourd'hui d'effectuer, pratiquement sans risque de rejet, des greffes telles que les greffes du rein.

Or, ce système immunitaire, dont le code est également inscrit sur l'ADN, subit, lui aussi,

l'ADN se présentent sous forme de ruptures dans cette longue molécule, de superpositions, ou d'erreurs de code qui font qu'un gène n'est plus capable de remplir telle ou telle fonction, par exemple, la synthèse d'une enzyme ou la dégradation d'une protéine. De telles erreurs se produisent déjà dans le métabolisme normal, au fur et à mesure de la réplication cellulaire, mais elles sont favorisées par certains facteurs externes, comme les radiations ou des produits chimiques susceptibles de provoquer des mutations.

Le Pr. Walford a donc prélevé et mis en culture des cellules de la rate des diverses sou-



des détériorations au fur et à mesure du vieillissement. Son habileté à reconnaître le « soi » du « non-soi » se perd graduellement. L'organisme devient plus vulnérable à l'agression extérieure, mais aussi à l'agression contre soi-même, du fait que certaines cellules sont prises, par erreur, pour des corps étrangers, et détruites. Le vieillissement se manifeste donc en partie comme une maladie auto-immune, l'organisme provoquant ses propres lésions.

La démonstration du Pr. Walford a été réalisée sur des souches de souris provenant de l'accouplement pendant des dizaines de générations entre des souris mâles et leurs sœurs. On obtient ainsi des souris qui sont génétiquement identiques. Ensuite, on continue la sélection, de nouveau pendant plusieurs générations, pour obtenir des souches de souris qui ne diffèrent entre elles que par les gènes qui contrôlent leur système immunologique, ou d'histocompatibilité, que l'on appelle H2.

Le Pr. Walford a ainsi obtenu 14 souches différentes de souris, possédant des systèmes immunologiques plus ou moins efficaces ; et il a constaté que plus ce système est efficace, plus les souris vivent longtemps.

Mais les souris dotées d'une plus grande longévité possédaient-elles également les meilleurs systèmes d'auto-réparation de l'ADN ? C'est ce qu'il fallait établir.

On sait que les erreurs de réplication de

ches de souris dont il avait étudié le système immunologique ; il a exposé ces cellules, d'une part à des radiations ultraviolettes, et d'autre part à une drogue, la bléomycine ; on sait que les deux causent des modifications sur les molécules d'ADN, notamment en y provoquant des ruptures.

Ces cellules à l'ADN « incorrect » continuèrent à se multiplier dans leur milieu de culture, et il s'agissait d'observer comment leur système auto-réparateur fonctionnerait pour réparer ces erreurs. Cette partie de l'expérience utilise des techniques biochimiques complexes mais bien connues, qui permettent de reconnaître la production de brins d'ADN anormaux, qui ne devraient pas faire partie du patrimoine génétique de cellules normales.

Or, le Pr. Walford, assisté par la biologiste Kathy Bergman, a constaté que les souris dotées de la plus grande longévité, et qui avaient également les systèmes immunitaires les plus efficaces, possédaient aussi les meilleurs mécanismes d'auto-réparation de l'ADN. Les souris à faible longévité et à systèmes immunitaires déficients avaient, au contraire, des systèmes auto-réparateurs d'ADN moins efficaces.

Non seulement les cellules, provenant des animaux à grande longévité, réussissaient à mieux corriger les erreurs de l'ADN de leurs noyaux, mais aussi ces cellules se reproduisaient mieux et vivaient plus longtemps.

Or, la différence génétique entre toutes ces souris était limitée aux gènes, dont on sait qu'ils contrôlent les fonctions immunologiques ; ces gènes sont situés sur un chromosome bien précis (le 17^e) de la souris. Il semble donc, dit le Pr. Walford, que chez la souris, la reconnaissance des erreurs dans la molécule de l'ADN, et la mise en marche de systèmes réparateurs, passent par le système immunitaire H2.

L'efficacité du système réparateur d'ADN est donc un facteur de longévité, comme l'est celle du système immunologique.

Cette hypothèse est soutenue par les travaux d'autres biologistes, notamment le Pr. Ron Hart, de l'Université d'Etat de l'Ohio, qui a constaté, après l'étude de cellules de plusieurs espèces (musaraigne, souris, rat, chien, cheval, éléphant et homme) que celles qui avaient la plus grande longévité, possédaient également les meilleurs systèmes d'auto-réparation de l'ADN.

On sait que chez l'homme, les gènes qui contrôlent le système d'histocompatibilité se trouvent sur la 6^e des 23 paires de chromosomes caractéristiques de l'espèce humaine. Si, comme c'est vraisemblable, ce groupe de gènes sert à la reconnaissance et la correction des erreurs d'ADN aussi bien qu'à la reconnaissance et la lutte contre le « non-soi » (la défense immunitaire), le rôle des processus immunitaires dans le vieillissement serait confirmé.

Ce rôle avait déjà été suspecté ; on avait même dit que le vieillissement est une maladie auto-immunitaire. Par exemple, plusieurs chercheurs avaient avancé que des facteurs d'auto-immunité interviendraient dans le diabète familial, maladie à composante héréditaire qui se déclare chez les individus d'âge mûr ou âgés ; Or, on a observé chez certains de ces diabétiques l'apparition d'auto-anticorps, sécrétés par un système immunitaire déréglé et s'attaquant aux cellules propres de l'organisme. Cette forme de diabète, remarque le Pr. Walford, est une des maladies les plus caractéristiques du vieillissement.

Une autre maladie, fréquente lors du vieillissement, est l'amyloïdose sénile, caractérisée par des dépôts, entre les cellules, de substances facilement reconnaissables grâce à des colorants. Or, les chercheurs médicaux pensent que le mauvais fonctionnement du système immunitaire joue un rôle important dans le déclenchement de cette maladie. On a d'ailleurs pu provoquer chez la souris l'amyloïdose expérimentale par des techniques qui perturbent les fonctions immunitaires.

Plusieurs autres maladies, évoquant la sénescence, sont également caractérisées par des perturbations du système immunitaire, et mériteraient d'être étudiées à la lumière des constatations faites par le Pr. Walford. Une forme d'ataxie (incoordination des mouvements) héréditaire, se manifestant dès l'enfance, est caractérisée d'une part par des anomalies de l'immunité, et de l'autre par des symptômes évoquant le vieillissement prématûr, tels que la

perte de cheveux. Parmi les patients atteints d'hypogammaglobulinémie (insuffisance de gamma-globulines, donc déficience immunitaire, puisque ces globulines ont un rôle de défense) certains souffrent d'anémie pernicieuse, et on constate chez eux la présence d'auto-anticorps.

Il serait sans doute prématûr de conclure à partir des résultats de ces travaux que le vieillissement n'est que le résultat d'une accumulation d'erreurs dans l'ADN, et d'un mauvais fonctionnement du système immunitaire, qui fait que l'organisme s'attaque à ses propres cellules. D'autres facteurs entrent sans doute en jeu. Mais les recherches du Pr. Walford font fortement pencher la balance en faveur d'une des plus importantes théories sur le vieillissement, et en défaveur d'une autre.

En gros, les deux théories sont les suivantes.

La première, c'est que le programme inscrit dans les molécules d'ADN qui transmettent le message héréditaire d'une espèce est un programme fini. L'homme arrive au bout de son rouleau lorsque le programme en arrive à sa fin et la vie s'arrête, comme s'arrête la bande magnétique sur laquelle est enregistrée la musique des quatre saisons de Vivaldi.

Cette théorie a été publiée après une découverte fortuite, en 1961 ; le cancérologue Léonard Hayflick, professeur à l'Ecole de Médecine de l'Université Stanford (Californie), faisait des recherches sur des cultures de tissus humains ; il remarqua que ces cellules (dont on croyait qu'elles pouvaient se multiplier virtuellement à l'infini) ne se divisaient qu'une cinquantaine de fois, et puis s'arrêtaient ; comme si le nombre de divisions était programmé dès le départ, et limité à ce programme. Si les cellules en culture se divisaient 20 fois et puis étaient rapidement congelées, leur croissance s'arrêtait. Lorsqu'on les dégelaît, elles se divisaient encore 30 fois et puis s'arrêtaient, comme si elles se « souvenaient » que le nombre total prévu était de 50. Ainsi, il y aurait une programmation qui définirait une sorte de limite d'âge pour chaque espèce vivante.

Selon la seconde théorie, formulée par plusieurs chercheurs dont le Dr. Leslie Orgel, du fameux Institut Salk en Californie (créé par le Dr Jonas Salk, inventeur du premier vaccin antipoliomyélitique), le déroulement de la vie ne doit pas se comparer à celui d'une bande magnétique qui en arrive à sa fin, mais plutôt à un disque sur lequel le programme génétique est enregistré. A force d'être joué au fur et à mesure de la reproduction cellulaire dans un organisme, le disque se rase et les erreurs se multiplient. La sénescence serait donc le résultat d'une accumulation d'erreurs. Comme le disait le Dr Orgel : « Si une usine, qui produit des machines, utilisées par une seconde usine, fait des machines défectueuses, la seconde usine fera des produits défectueux. Si la production de cette deuxième usine est assurée par des machines utilisées par une troisième usine, la production de la seconde usine sera inférieure à

RALENTIR L'« HORLOGE » DU VIEILLISSEMENT ? C'EST PEUT-ÊTRE POSSIBLE

Il y a une quinzaine d'années, le Pr. Leonard Hayflick faisait une importante observation : les cellules humaines ne se reproduisent, par division cellulaire, qu'une cinquantaine de fois, comme si elles étaient programmées pour la sénescence. Puis elles meurent. Depuis, il a été démontré qu'une programmation semblable existe chez d'autres animaux. Plus leur durée de vie est brève, moins de fois leurs cellules sont capables de se diviser. Les cellules de souris ne se divisent qu'une vingtaine de fois, et celles du poulet, une douzaine seulement. Ainsi, la longévité d'un organisme semble liée au nombre de doubllements dont ses cellules sont capables.

Qu'est-ce que cela signifie ?

Pour Hayflick il n'est pas certain que cette limitation du doublement des cellules soit une cause du vieillissement. C'est peut-être un épiphénomène.

Hayflick, aujourd'hui professeur de microbiologie à l'Ecole de Médecine de l'Université de Stanford (Californie) pense que le matériau génétique à l'intérieur de chaque cellule n'existerait que pour programmer le développement d'un organisme jusqu'à sa maturité sexuelle. Après qu'il se soit reproduit, l'organisme n'a plus d'utilité pour l'espèce. « Nous étions programmés pour vivre jusqu'à l'âge de 35-40 ans. Rien n'est prévu dans l'appareil génétique pour continuer au-delà. Lors du vieillissement, des détériorations se produisent dans les organes et les systèmes de l'organisme. Mais peut-on dire ce qui est la cause et ce qui est l'effet du vieillissement ? Pas encore. »

Pour Hayflick, l'expérience du Pr. Walford, si elle montre la liaison au sein du matériau génétique, du système de réparation génétique et celui du contrôle des fonctions immunologiques, est très importante, car elle permettrait de se rapprocher du concept « d'horloge biologique » en localisant l'endroit où elle est située.

Les expériences actuellement entreprises par le Pr. Hayflick semblent elles aussi, confirmer l'existence, encore hypothétique, d'une « horlogerie du vieillissement » particulière à chaque espèce. Ces expériences consistent à remplacer le noyau de vieilles cellules par ceux de cellules jeunes. Le reste de la cellule, son cytoplasme, semble alors trouver un regain de vigueur. Hayflick tente aussi de remplacer les noyaux de cellules prélevées sur un organisme par ceux prélevés sur d'autres. Une expérience en cours devrait donner des résultats intéressants : on préleve le noyau cellulaire de grandes tortues des îles Galapagos dont la longévité est légendaire (mais pas connue avec précision) et on le transplante dans une cellule humaine. Va-t-on en prolonger la longévité ?

Hayflick pense comme Walford que réparation génétique, autodestruction par détérioration immunologique, et capacité de division cellulaire, sont liées. Les résultats des travaux en cours sont de plus en plus précis. Ainsi, en observant la capacité de reproduction de quelques cellules prélevées sur un homme, le Pr. Hayflick peut donner son âge, à deux ou trois ans près. Mais il reste beaucoup à faire avant de pouvoir affirmer avec certitude, si le vieillissement est programmé dans les gènes de l'individu ou si c'est le résultat d'une accumulation d'erreurs.

F. H.-M. □

celle de la première, et la production de la troisième usine sera certainement encore plus mauvaise que celle de la seconde. Et ainsi de suite ».

A cette théorie, et à la suite de l'observation de défauts du système immunitaire dans certaines maladies de la sénescence, s'est ajoutée la théorie immunologique du vieillissement, variante selon laquelle c'est surtout la dégradation du système immunitaire qui contribue à la sénescence.

Les travaux du Pr. Walford non seulement soutiennent la théorie « du disque usé », mais démontrent que le même groupe de gènes qui est responsable pour la protection contre l'usure (par réparation du matériau génétique et correction des erreurs au fur et à mesure de la réplication cellulaire) est aussi responsable de l'efficacité du système immunitaire. On est tenté de dire que c'est trop beau pour que ce soit une coïncidence. D'autant plus que l'on a constaté chez plusieurs espèces ce même parallélisme entre la longévité et la faculté réparatrice de l'ADN, que le Pr. Walford a démontré entre plusieurs individus d'une même espèce (la souris).

Il est vraisemblable que ce mécanisme joue non seulement chez les vertébrés supérieurs, mais aussi aux degrés inférieurs des espèces animales. Jusqu'au début des années 1960, remarque le Pr. Walford, il n'était guère pensable d'envisager le mécanisme immunologique du vieillissement chez les animaux inférieurs aux vertébrés, tout simplement parce que l'on pensait que ces animaux ne possédaient pas de véritable système immunologique. Aujourd'hui, on a démontré que de tels systèmes, avec des « mémoires » biochimiques au niveau cellulaire, permettant l'immuno-reconnaissance, existent, au moins chez les échinodermes, les annélidés et les céphalopodes, et il n'est pas exclu que même les bactéries possèdent un système immunologique, aussi primitif soit-il.

On sait aussi que la longévité peut varier indépendamment de la position d'un être vivant sur l'échelle évolutionnaire. Ainsi, certains vertébrés vivent moins longtemps que certains reptiles ou même que certains insectes (il y a des fourmis dont la longévité est d'une vingtaine d'années, et des tortues qui vivraient jusqu'à 150, peut-être même 300 ans !).

Ainsi, pour le Pr. Walford, il n'est pas impensable que les manipulations génétiques puissent améliorer la longévité, ou tout au moins prévenir certains troubles de la vieillesse. Jusqu'à présent, dit-il, nous connaissons deux moyens, largement expérimentés, de prolonger la vie de certains animaux. L'un d'entre eux est d'abaisser la température corporelle. Ceci se solde par une sorte de ralentissement des fonctions et peut donner des résultats spectaculaires, surtout chez les poissons : leur longévité peut être doublée et même triplée.

L'autre est la sous-nutrition calorique : l'animal reçoit une alimentation faible en calories,

(suite du texte page 151)

POURQUOI DEUX YEUX NE PRODUISENT QU'UNE SEULE IMAGE

Une série de travaux récents menés en France et aux Etats-Unis vient seulement d'expliquer certains points de la vision binoculaire. Elle met également l'accent sur l'importance des premières semaines de la vie dans l'établissement d'une vision correcte.

● C'est pendant les neuf premières semaines après la naissance que le cerveau du singe, et probablement aussi celui de l'homme, mettent en place les structures de la vision binoculaire. Dès lors, tout est joué. Le fait revêt une grande importance, car il arrive que l'on bande un œil chez de très jeunes enfants, par exemple pour une irritation ou une blessure de la paupière. Or, le fait de masquer cet œil entraîne une perte, partielle ou totale, de l'acuité visuelle. Mais encore, cet œil est condamné à ne plus pouvoir s'aligner correctement sur l'autre, c'est-à-dire que l'enfant risque, par la suite, d'être atteint de strabisme. Et, même après rééducation ou opération de cet œil, la vision binoculaire parfaite ne sera jamais rétablie. En fait, cette découverte découle de la réponse à la seconde question. Comment le cerveau organise-t-il la vision binoculaire des choses ? Quelques notions de base permettront de mieux comprendre les travaux des chercheurs (1) qui ont élucidé ce point.

On peut dans une certaine limite, comparer l'œil à un appareil photographique. Le cristallin, comme une lentille, règle sa mise au point pour former une image nette sur la rétine. L'iris, qui règle la quantité de lumière entrant dans l'œil, aide le cristallin à parfaire la netteté de l'image, exactement comme un diaphragme d'appareil photo. Enfin, à la manière d'une plaque photographique, les cellules nerveuses de la rétine contiennent des pigments que la lumière transforme en fonction de sa longueur d'onde.

(1) M. François Vital-Durand, chargé de recherches à l'INSERM (Unité 94, Lyon-Bron) ; Dr Lawrence J. Garay, Université de Lausanne (Suisse) ; Pr. Colin Blakemore, Université d'Oxford (Angleterre).

Les cellules nerveuses de la rétine sont les cônes et les bâtonnets ; leur nombre total atteint 130 millions. Les cônes sont responsables de la vision des couleurs et les bâtonnets, plus nombreux sur les bords de la rétine, sont responsables de la vision nocturne ou en faible lumière. Le système des bâtonnets, très hypersensibles, est en effet excité par des radiations lumineuses environ mille fois plus faibles que celles nécessaires pour exciter le système des cônes. La lumière réfléchie par chaque point des objets du monde environnant atteint les cônes et les bâtonnets où, par un mécanisme photochimique, elle déclenche des influx nerveux, c'est-à-dire des messages codés ; ceux-ci sont alors conduits au cerveau par le nerf optique.

Comment ? Quand on suit le trajet des deux nerfs optiques (un pour chaque œil) on constate qu'ils se rencontrent au niveau d'une structure du cerveau : le chiasma optique. Là, les fibres de chaque nerf se scindent en deux groupes à peu près égaux. Les fibres du premier groupe se croisent au niveau du chiasma, alors que celles du second effectuent seulement un virage à ce niveau. Il en résulte qu'à la sortie du chiasma, les deux nerfs (appelés alors bandelettes optiques) contiennent des fibres issues des deux yeux.

Ensuite, les bandelettes font relais dans les corps genouillés du thalamus et de là, ce que l'on nomme les radiations optiques conduisent les influx dans les zones du cortex situées à l'arrière des lobes occipitaux, les aires visuelles. Là, les influx produisent les images des objets que nous discernons à n'importe quelle distance.

L'agencement des fibres nerveuses au niveau du chiasma optique fait en sorte que le cortex visuel gauche reçoit les messages correspondant

au champ visuel droit, alors que le cortex visuel droit reçoit les messages correspondant au champ visuel gauche. Autrement dit, si l'on regarde une flèche placée horizontalement, la pointe à droite et l'empennage à gauche, l'image de la pointe se forme sur le cortex visuel gauche, alors que l'image de l'empennage se forme sur le cortex visuel droit. Comment le cerveau rétablit-il ensuite l'ordre des deux images ? Cela reste à établir. Ce que l'on sait, c'est comment chacune de ces deux images se forme sur les aires visuelles du cortex. Dans le cas de la flèche, l'image de la pointe placée à droite apparaît sur le cortex visuel gauche. Or, cette pointe est perçue par les deux yeux. De ce fait chaque œil apporte au cortex visuel gauche un influx correspondant à chaque point de la flèche. Jusqu'ici on ignorait la destinée de ces influx dans le cortex. Maintenant, on sait qu'ils se projettent d'abord dans l'épaisseur du cortex visuel au niveau de ce que l'on appelle la couche IV. Là, on a pu montrer que la perception de chaque point de la pointe de la flèche met en jeu deux influx (un pour chaque œil) qui, dans la couche IV, donnent deux images.

Or, ces deux images d'un même point ne sont pas tout à fait identiques, puisqu'elles sont vues sous un angle différent. En effet, les deux yeux sont séparés d'environ huit centimètres. C'est dans les couches supérieures du cortex visuel que les deux images se fondent pour finalement donner une image unique. De ce fait, nous voyons une seule image de la flèche et non deux : c'est la vision binoculaire.

Et comment s'opère la fusion des deux images ? La démonstration a pu être faite grâce à une découverte très récente. En effet, il n'y a pas très longtemps on considérait les fibres nerveuses, c'est-à-dire les longues chaînes de cellules nerveuses, uniquement comme des fils électriques qui transmettent des signaux électriques. Or, il a été prouvé (2) que les fibres transportent aussi (dans les deux sens) des quantités de substances, telles que lipides, protéines, acides aminés, sucres. Et que ces substances peuvent franchir les synapses, c'est-à-dire les jonctions entre les cellules nerveuses. On a alors eu l'idée de marquer avec un atome radioactif de tritium, soit un acide aminé, soit un sucre, etc. c'est-à-dire une substance véhiculée normalement par les fibres nerveuses. La substance marquée a été ensuite injectée dans l'œil droit d'un singe, plus exactement dans l'humeur vitrée (gelée épaisse qui baigne la chambre postérieure de l'œil). La substance fut alors absorbée par les cellules nerveuses de la rétine d'où elle fut progressivement transportée le long des fibres nerveuses jusqu'aux deux aires visuelles.

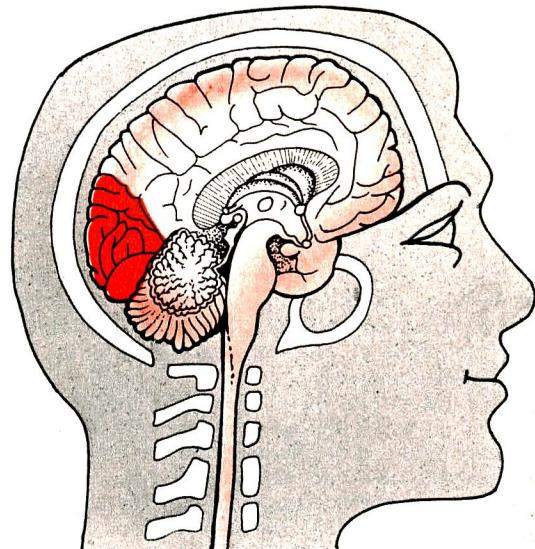
Pour le mettre en évidence, on a fait des coupes dans l'épaisseur du cortex visuel. Dans sa profondeur, au niveau de la couche IV, on a

obtenu une photo en peau de léopard : les taches blanches correspondaient à l'émission radioactive produite par les terminaisons nerveuses des fibres reliées directement à l'œil droit, alors que les taches noires correspondaient aux terminaisons nerveuses des fibres provenant de l'œil gauche qui, lui, n'avait pas reçu la substance marquée. Les influx électriques émis par ces fibres nerveuses doivent suivre exactement le même trajet que les substances véhiculées par les fibres nerveuses.

Autrement dit, les influx véhiculés par l'œil droit doivent être décodés et transformés en images au niveau des taches blanches, alors que les influx véhiculés par l'œil gauche doivent être, eux, décodés et transformés en images au niveau des taches noires. Mais encore faut-il en apporter la preuve.

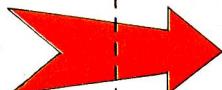
Celle-ci a également été faite chez un singe, préalablement anesthésié ; elle a consisté à utiliser des électrodes très sensibles, capables de détecter l'activité électrique des cellules nerveuses. On a successivement bandé l'œil gauche, puis l'œil droit de l'animal. Devant l'œil resté ouvert, on a agité un objet de manière à déclencher des influx nerveux. Résultats : lorsque l'objet était agité devant l'œil droit, seules les électrodes implantées dans les taches blanches enregistraient une activité électrique, alors que pour l'œil gauche, c'étaient les taches noires. Donc, au niveau de la couche IV, les informations en provenance de chaque œil sont bien séparées.

Quand on photographie le cortex successivement au niveau des couches III, II et I, c'est-à-dire quelques microns au-dessous de la couche IV, on observe une dilution progressive des taches, de telle sorte qu'au niveau I ou II, près de la surface du cortex, la photographie est uni-

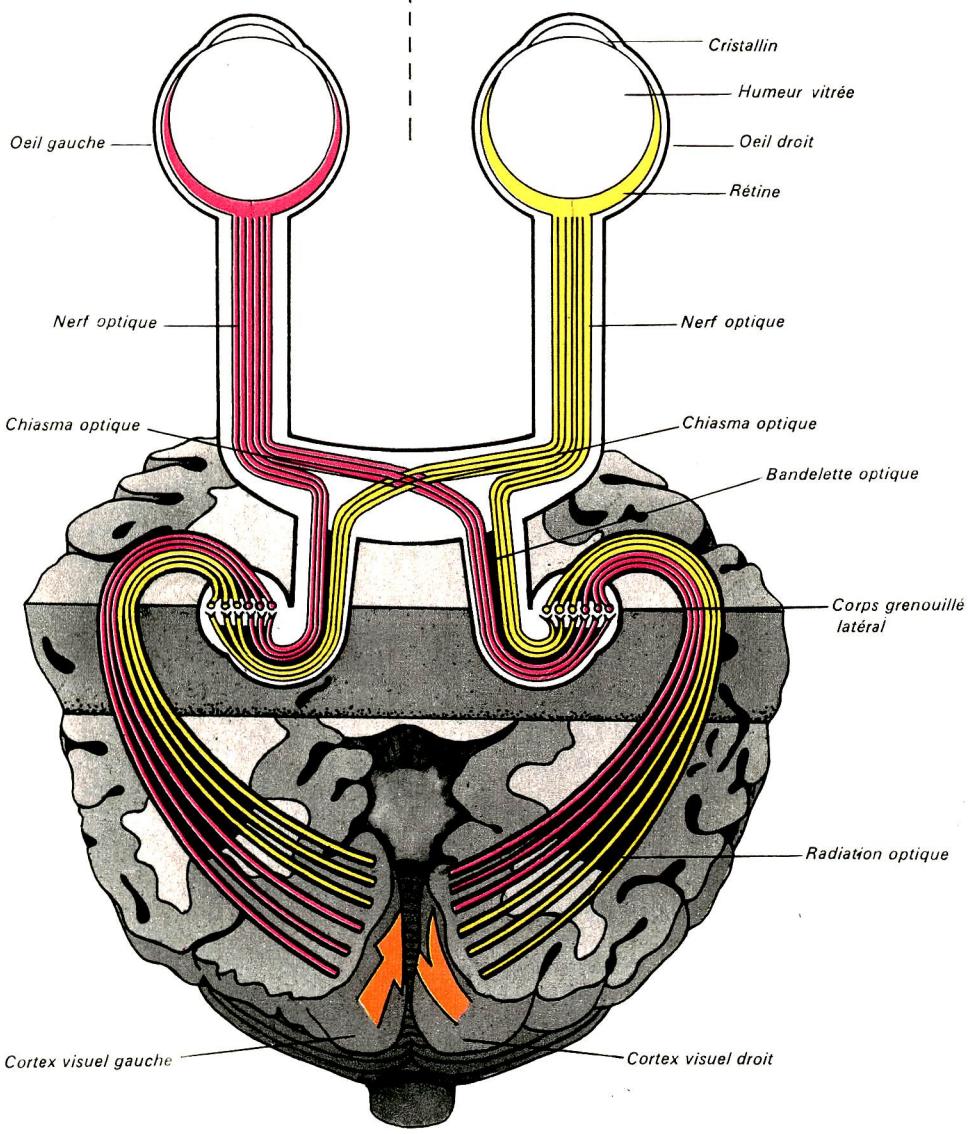


Le cerveau ordinateur de l'œil. Les cortex visuels droit et gauche ou aires visuelles sont situés à l'arrière du cerveau dans les lobes occipitaux. Si cette région du cerveau est lésée, une cécité plus ou moins partielle est inévitable.

(2) *Travaux des Français B. Droz et C.P. Leblond (CEA, Paris), confirmés en 1972 à Washington par W.M. Cowan. Ces travaux révolutionnaires risquent de bouleverser toute la neurophysiologie.*



NOS YEUX NE VOTENT



Dessins Cl. Barrué

formément grise. Cela signifie qu'à ce niveau les cellules nerveuses sont en jonction avec les fibres provenant de l'œil droit et de l'œil gauche, ce qui de ce fait, entraîne une dilution de la substance marquée.

Pour les influx, on a observé le même phénomène. Il a été mis en évidence chez le singe en implantant des micro-électrodes au niveau des cellules nerveuses situées dans les couches I, II, III du cortex visuel. En agitant un objet successivement devant les yeux gauche et droit de l'animal, on a constaté que les micro-électrodes enregistraient une activité électrique, quel que soit l'œil stimulé. Cela prouve qu'au niveau des couches supérieures du cortex visuel il se produit une fusion des influx en provenance

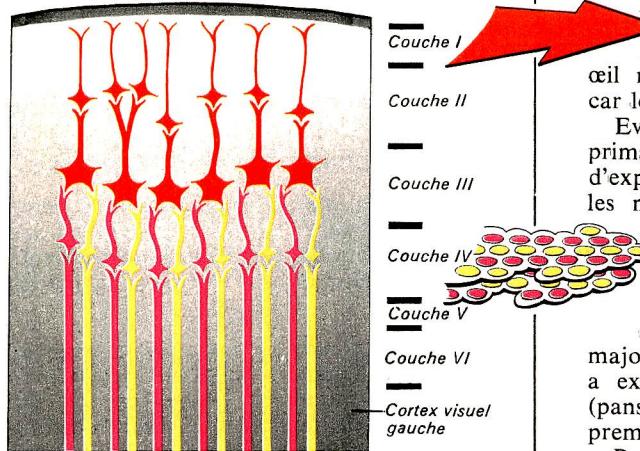
des deux yeux. Influx qui sont ensuite décodés en une image unique, celle que l'on voit dans la vision binoculaire normale.

Le mécanisme de la vision binoculaire est-il inné ou acquis ? Un travail américain du Pr. Pasko Rakic, attaché à l'Université Harvard, à Boston (Massachusetts), a montré que chez le macaque, les structures qui sous-tendent le mécanisme sont en place avant la naissance. Pour le démontrer, le Pr. Rakic a utilisé une technique radiologique particulière, la radioautographie. Résultats : à la moitié de la gestation (170 jours chez un macaque), les deux yeux sont encore en connexion avec l'ensemble du cortex visuel. Puis, progressivement apparaît une séparation entre la zone corticale contrôlée par

NI A GAUCHE NI A DROITE

Où se forment les images des choses ? Lorsqu'on regarde une flèche, pointe à droite, empennage à gauche, l'image de la pointe se projette sur le cortex visuel gauche, alors que l'image de l'empennage se projette sur le cortex visuel droit. Cela est dû à ce que les fibres qui prolongent les cellules nerveuses situées dans la partie gauche de la rétine, c'est-à-dire les cellules qui perçoivent le champ visuel droit (en l'occurrence la pointe de la flèche) se dirigent vers le cortex visuel gauche, alors que les fibres qui prolongent les cellules nerveuses situées dans la partie droite de la rétine se dirigent vers le cortex visuel droit. On ne sait toujours pas comment les cortex visuels « recollent » les deux morceaux de la flèche pour en donner une image unique.

Et comment se forment-elles ? Limitons-nous à la pointe de la flèche. Elle est perçue par les deux yeux. De ce fait, chaque œil envoie par ses fibres nerveuses, des messages sous forme d'influx au cortex visuel gauche (vu ici en coupe verticale ; les fibres provenant



de l'œil droit sont en jaune, les fibres de l'œil gauche, en rose) où ils sont décodés et transformés en images. Au niveau de la couche IV du cortex, les influx provenant de chaque point de la pointe donnent deux images (une pour chaque œil), alors qu'au niveau des couches II et I, ces deux images ont fusionné. A ce niveau, les fibres en provenance de chaque œil sont désormais réunies en une fibre unique. Il en résulte donc qu'on voit une seule image de la pointe (représentée orange) : c'est la vision binoculaire.

l'œil droit et la zone contrôlée par l'œil gauche. Si bien, que trois à quatre semaines avant la naissance, chaque œil a établi son propre territoire cortical sans que, bien entendu, aucune expérience visuelle ne soit intervenue.

Cette situation est très fragile. En effet, ces territoires ne pourront se consolider que si l'animal n'est pas perturbé. Sinon, tout peut être remis en question. Pour le montrer, les chercheurs ont utilisé une série de singes auxquels ils ont, dès la naissance, masqué un œil durant une période variable. Lorsque la période excérait neuf semaines, l'œil masqué était définitivement perdu et l'animal de surcroît louchait. Cela s'explique par le fait que les zones du cortex dévolues à l'œil fermé avaient été enva-

hies par l'œil resté ouvert. Pour le démontrer, les chercheurs ont exploré dans leur épaisseur, différentes couches du cortex visuel avec des micro-électrodes et ils ont constaté que toutes les cellules nerveuses n'étaient sensibles qu'à l'œil resté ouvert.

Par contre, si la durée du masquage est inférieure à neuf semaines, l'œil obturé peut malgré tout être plus ou moins récupéré, à condition d'être rééduqué dans le délai des neuf premières semaines de la vie (sinon l'œil ne récupère rien et l'individu se mettra à loucher). Pour le prouver, on obture l'œil resté ouvert et on rouvre l'œil qui avait été fermé. Alors, on constate qu'après trois jours le tiers des cellules nerveuses répondent à l'œil réouvert, qu'après 6 jours il y en a environ 50 % et qu'après 15 jours on a inversé le phénomène. Autrement dit, tout se passe comme si, pendant les neuf premières semaines, les territoires corticaux respectifs ne sont pas stables et peuvent être modifiés. Mais après la neuvième semaine, le fait de masquer l'un ou l'autre œil ne perturbe en rien la vision binoculaire car les territoires corticaux sont désormais fixés.

Evidemment les travaux ont porté sur des primates, mais l'homme en est un aussi. Faute d'expériences sur l'homme, il faut supposer que les mécanismes de synthèse de la vision humaine sont les mêmes que ceux des primates. D'ailleurs, un Japonais, le Pr. S. Awaya, a établi par une étude statistique que la fixation des territoires corticaux se fait, elle aussi, avant un an. En effet, la majorité des enfants atteints de strabisme qu'il a examinés avaient eu une privation visuelle (pansement sur l'œil par exemple) durant les premiers mois de la vie.

Pourquoi un œil privé de stimulations visuelles se met-il à loucher ? Nous avons vu qu'un œil fermé temporairement perd en partie ou totalement son accès au cortex visuel. Or, ce cortex ne recevant pas ou peu d'images en provenance de cet œil ne dispose plus des informations nécessaires pour ajuster la position de cet œil avec l'autre. L'œil désorienté dévie alors progressivement jusqu'à adopter une position convergente ou divergente. Pour corriger cette anomalie, les ophtalmologistes utilisent des verres opaques qui obligent l'œil « paresseux » à reconquérir son territoire cortical. Mais même dans le meilleur des cas — correction entreprise très tôt — il est difficile de restaurer une vision binoculaire normale. Le sujet voit toujours deux images non totalement fusionnées. Cela vient du fait qu'une répartition égale des territoires corticaux est difficile à obtenir quand les deux yeux n'ont pas travaillé ensemble dans les premières semaines de la vie. Enfin, quand il est trop tard pour corriger un strabisme, le dernier recours est la chirurgie. L'opération consiste à tirer sur le muscle de l'œil malade. Il s'agit là seulement d'esthétique, car le sujet n'y voit pas mieux pour autant.

Pierre ROSSION ■

LE LABOUREUR ET SES ENFANTS

Un nouveau projet de loi devrait permettre aux jeunes agriculteurs d'hériter de leur père sans s'endetter auprès de leurs co-héritiers. Le projet n'est que le dernier chapitre d'une longue histoire qu'une équipe d'ethnologues vient de déchiffrer dans les « coutumiers », énormes registres où les juristes du 16^e siècle consignaient les différentes coutumes de chaque région française.

● La paysannerie française croule sous le poids des dettes. Les raisons ne manquent pas pour cela. Non seulement les agriculteurs doivent sans cesse acheter de nouveaux équipements pour améliorer leur productivité, mais ils ont à faire face à des charges foncières de plus en plus lourdes. Les terres à louer se faisant de plus en plus rares, les jeunes agriculteurs doivent acheter ou attendre d'hériter. Ce qui est aussi une occasion de s'endetter, car l'agriculteur qui reprend l'exploitation familiale doit payer à ses frères et sœurs la part qui leur échoit dans la succession.

Le projet de loi d'orientation de l'agriculture qui a été adopté par le Conseil des Ministres du 3 mai dernier et qui sera prochainement discuté à l'Assemblée Nationale, prend ces faits pleinement en compte. Loin de remettre en question l'objectif de modernisation qui dominait la loi d'orientation précédente — elle date de 1962 —, le gouvernement se propose surtout de transformer les structures foncières. Notamment en modifiant la réglementation sur l'héritage afin de favoriser l'héritier exploitant aux dépens des autres. Un tel projet a de quoi surprendre. Et il peut même choquer : ne s'agit-il pas d'une atteinte à la justice la plus élémentaire ?

Il n'est évidemment pas question de modifier les règles de partage équitable qui ont été prévues dans les textes du Code Civil sur l'héritage. L'œuvre de Bonaparte et de Cambacérès n'est pas en cause... Il s'agit plutôt d'introduire de nouveaux artifices dans la réalisation du partage dans le cas de biens fonciers. Le morcellement des terres étant la pire des solutions, la régle-

mentation vise à alléger la charge financière que représente, pour l'héritier qui reprend la totalité de la propriété familiale, le « paiement des soultres », c'est-à-dire le paiement des parts des co-héritiers.

Le premier des moyens envisagés consiste à donner la possibilité aux héritiers de baisser artificiellement le montant des soultres, soit en attribuant aux terres agricoles une valeur agro-nomique, soit en diminuant de 25 % le prix courant des terres.

Le second, tout aussi ingénieux, est de faire passer le délai de remboursement de cinq à dix ans : l'inflation aidant, la part des frères et sœurs va fondre au soleil...

Un des avantages dont bénéficient déjà depuis le début du siècle ceux des héritiers qui participent à l'exploitation, va enfin être sensiblement amélioré. Il s'agit du « salaire différé » qui correspond au travail non rémunéré qu'ils ont effectué jusque-là à la ferme et qui leur permet de recevoir une fraction des biens hors partage. Une fraction qui va désormais être nettement plus importante, puisque les dispositions du projet de loi reviennent à augmenter de 40 % environ le salaire fictif à prendre en considération dans le calcul.

Il a été, en outre, prévu de généraliser d'autres solutions déjà existantes pour retarder, ou même éviter, tout paiement. La nouvelle loi permettra par exemple de diviser le domaine foncier, à la succession, en obligeant les co-héritiers non-exploitants à louer leur part par bail à long terme à l'héritier exploitant. C'est ce que les juristes appellent « l'attribution préférén-

tielle en jouissance ». Une formule qui devrait d'ailleurs connaître un essor remarquable au cours des prochaines années, si l'on en croit les experts. Les co-héritiers pourront aussi constituer un groupement foncier agricole (GFA), c'est-à-dire une société civile qui sera propriétaire de l'ensemble du domaine et qui le donnera en fermage à long terme à l'exploitant, ce dernier ayant la possibilité d'acheter peu à peu les actions attribuées aux autres membres du groupement. Mais ce système, qui a été créé en 1960, n'a pas eu beaucoup de succès jusqu'ici, malgré les avantages fiscaux dont il bénéficie.

Cet ensemble de mesures qui favorisent unilatéralement les héritiers exploitants doit rapprocher la législation française de ce qui se pratique déjà depuis plus d'un demi-siècle dans la plupart des autres pays européens. Le projet de loi a toutefois provoqué de vives protestations de la part des organisations de propriétaires. Pour l'un des responsables de la Fédération Nationale des Propriétaires Agricoles (FNPA), « il n'y a aucune raison de faire payer la note par les co-héritiers de l'agriculteur : ils ne sont pas forcément plus fortunés que ce dernier ». Quant aux formations syndicales agricoles, elles sont encore divisées sur certains points du projet. La plus importante d'entre elles, la FNSEA, n'en a pas moins participé activement à l'élaboration des textes auxquels elle apporte publiquement son soutien.

Pour les agriculteurs, les problèmes d'équité et de droit à la propriété sont somme toute secondaires. Car de tous temps, la sauvegarde de l'unité d'exploitation a été placée au premier plan. Il suffit d'examiner les droits coutumiers de la France d'Ancien Régime pour s'en convaincre. Malgré la diversité des traditions et des modes de cultures, tous les systèmes de succession tendaient à lutter contre le morcellement foncier en confiant de préférence la totalité de l'exploitation familiale à un seul des héritiers. Ce qui diffère avec les régions, c'est l'importance des compensations qui sont offertes ou non aux autres enfants de la famille.

Les coutumes de l'Ile-de-France sont de

celles qui, à la veille de la Révolution, tentent d'établir un juste équilibre entre les héritiers. Jusqu'au XVI^e siècle, les coutumiers — ces énormes registres où les juristes de l'époque consignent les us et les coutumes de chaque région — indiquent que la volonté du père de famille devait être scrupuleusement respectée. Afin de faciliter l'installation de son successeur, celui-ci s'efforçait d'exclure les autres enfants en les mariant et en les dotant : une charre, quelques bêtes, quelques meubles et un faible pécule étaient alors le prix du renoncement définitif à l'héritage. Avec le temps, toutefois,

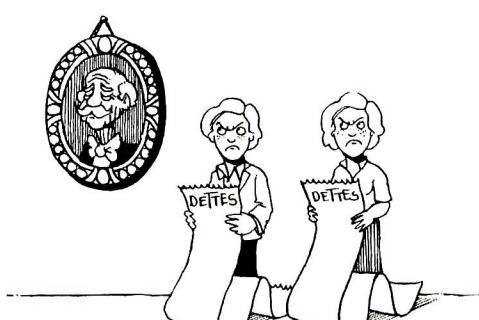


Ile-de-France :
le renoncement pour une dot

le sort des exclus s'est lentement amélioré. L'influence des juristes, au XVII^e et au XVIII^e siècle, a imposé une plus grande égalité entre les enfants. Ceux qui ne se marient pas et restent sur l'exploitation, se voient accorder automatiquement le droit à une part d'héritage. Quant à ceux des enfants qui ont quitté le toit familial, ils peuvent réclamer leur part si toutefois leur contrat de mariage contient une clause de rappel. Une clause qui permet de rendre la dot et de récupérer de ce fait tous les droits de succession. La plupart des mariages se faisant sans contrat sous l'Ancien Régime, cette disposition a, en fait, assez peu joué dans la réalité.

Il n'en reste pas moins que la maison est presque toujours transmise à un seul des enfants, celui que les parents jugent le plus apte. Prenant peu à peu en charge la totalité du travail, ce dernier devra en outre assister ses parents dans leur vieillesse et supporter leur autorité. Alors qu'au XVI^e siècle l'héritier peut être n'importe lequel des enfants, la règle de masculinité tend à s'imposer avec le temps.

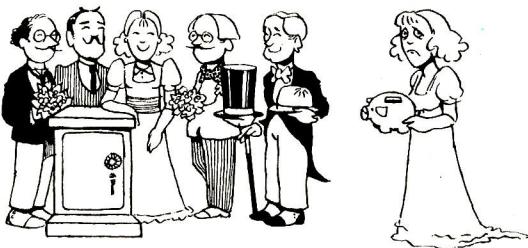
Dans l'Ouest de la France (Bretagne, Normandie, Poitou-Charente) par contre, l'égalitarisme est beaucoup plus anciennement et fortement accusé. Aucun des héritiers, en effet, n'est favorisé, qu'il soit homme ou femme, aîné ou cadet. Les coutumes scandinaves, dont on peut trouver trace dans le droit normand, pourraient expliquer en grande partie ce souci d'égalité qui est assez rare dans l'Ancienne France. Ce sont les dots qui, dans ce système, doivent



Normandie :
les dotés sont comptables de ce qu'ils doivent

fournir une juste compensation à tous les enfants qui quittent la maison. Mais ici, les dotés sont comptables de ce qu'ils reçoivent. Car au moment de la succession, ils doivent obligatoirement rendre la dot afin que les parts puissent être exactement calculées et également réparties.

En Normandie, ces beaux principes ne s'appliquent toutefois pas aux femmes qui doivent se contenter d'une dot souvent assez chiche et qui perdent leurs droits à la succession. Autre exception, géographique cette fois, celle du pays de Caux où existe un droit d'aînesse. Mais en Bretagne, au Poitou, en Touraine (sans oublier la Champagne et la Brie qui ont des coutumes tout à fait comparables), aucune exception à la règle d'égalité n'est tolérée. Les Bretonnes sont



Pays d'oc :
l'héritier est investi au moment de ses noces

admises à la succession au même titre que leurs frères.

On n'exclut même pas les brebis galeuses : malgré l'observation d'un code moral très rigoureux, la famille bretonne respecte tous les droits de la fille aux mœurs légères ou du fils malhonnête. D'autre part, lorsque des enfants nés de lits différents héritent de leur parent commun, ils ont tous les mêmes droits. Ce qui diffère des usages de la région parisienne où l'on distingue les alliances : dans l'ouest, le mariage n'est pas considéré comme une fin en soi, mais seulement comme le moyen de perpétuer la lignée.

Le troisième grand groupe de provinces est, en ce qui concerne les coutumes d'héritage, celui des pays de langue d'oc. Dans ces régions de droit écrit où la tradition s'appuie sur l'ancien droit romain, la puissance du pater familias est inébranlable. Conséquence logique, il a capacité de choisir celui de ses enfants qui lui succédera en excluant systématiquement du partage les enfants déjà dotés. C'est le « préciput ».

La Gévaudan, qui se situe à la limite nord de cette région du droit écrit, offre un bon exemple de cette pratique. Le système successoral a ici clairement pour but principal la conservation de l'ostal, c'est-à-dire de la maison familiale avec l'ensemble des terres qui en dépendent et des gens qui y habitent. Dans un pays pauvre qui vit de la culture du seigle et

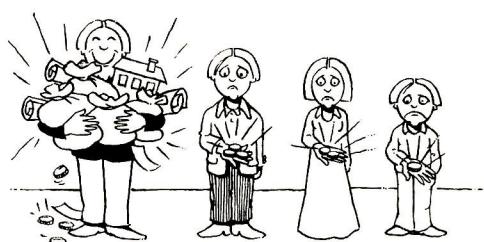
du tissage de la laine, il n'est en effet pas pensable de rompre par un partage l'équilibre déjà fragile des exploitations.

Le problème de l'héritage ne se pose pas dans ces pays au moment de la mort du père de famille mais bien avant. C'est en général au moment de ses noces que l'héritier désigné est investi dans ses nouvelles fonctions. A partir du moment où le choix a été fait, la vie de la famille change totalement : chacun des frères et sœurs doit trouver un nouveau statut social. L'importance des dots qui pourront être données à chacun et qui leur tiendront lieu de part d'héritage, déterminera par exemple les mariages possibles. Les plus défavorisés dans ce système sont évidemment les cadets à qui on ne peut offrir la moindre dot. S'ils ne trouvent pas à se marier et s'ils restent sur l'ostal, leur situation ne sera guère plus enviable que celle des domestiques.

Qui choisit-on pour hériter ? Curieusement, il n'y a pas de règle. Pas de droit d'aînesse ni de principe de masculinité. L'historien Pierre Lamaison l'a vérifié en étudiant deux mille mariages célébrés du début du XVII^e siècle à la fin du XVIII^e siècle dans le Gévaudan. Dans 24 % des cas, l'héritier est l'aîné, dans 20 % des cas le second, dans 16 % le troisième, dans 11 % le quatrième, et dans 29 % le cinquième ou au-delà. Et dans 57 % des cas, au XVII^e siècle, cet héritier est un homme.

La tendance défavorisant les femmes se renforçant peu à peu, il est vrai, jusqu'à devenir presque systématique au XIX^e siècle.

Il est significatif que ce mode de transmission des domaines fonciers se soit maintenu au XIX^e siècle en contradiction avec l'égalitarisme imposé par la loi jacobine. Les textes proclamant dès 1791 que « tous les héritiers en égal degré » succéderont par portion égale dans chaque souche « sont ignorés ». Tout comme l'interdiction faite en 1793 de disposer de ses biens par testament ou par donation. Les paysans du Gévaudan ont d'abord espéré que leur coutume leur serait vite rendue. Mais il n'a pas fallu longtemps aux juristes du midi pour trouver des subterfuges permettant de détourner la loi. Des actes nouveaux, tels que des accords devant notaire entre les héritiers pour éviter le partage ou encore des déclarations d'abandon d'héritage,



Projet de loi 1979 :
alléger le montant des « soultés »

ont permis de maintenir la tradition de l'héritier unique. L'étonnant système de la fausse reconnaissance de dette a également été couramment utilisé pendant la période révolutionnaire. Le père de famille venait déclarer devant le notaire être en dette envers l'enfant qui était seul resté travailler sur l'exploitation. Le prix du travail fourni étant alors estimé à une somme colossale, le père se déclarait incapable d'acquitter sa dette en espèces et contraint de céder à la place « partie ou même totalité de son bien ». Lorsque la possibilité de rédiger un testament fut rétablie en l'an VIII, les Lozériens trouvèrent d'autres astuces pour détourner la clause de la loi qui limitait au quart des biens l'avantage dont pouvait bénéficier l'héritier présomptif avant partage. Il suffisait que le notaire sous-estime la valeur des biens correspondants au quart hors-part ainsi qu'à la part de l'héritier désigné et qu'il surestime celle des biens attribués aux frères et sœurs. Une telle machination, est-il besoin de le souligner, suppose que les héritiers lésés acceptent de se prêter à ce partage injuste et truqué pour perpétuer l'unité de l'exploitation familiale. Très peu nombreux sont les cadets défavorisés qui ont profité des garanties que leur offrait la loi pour faire valoir leur droit. En fait, dans cette société rurale idéologiquement inébranlée, le préciput apparaît comme la seule solution pour s'assurer des exploitations viables : le système tient bon durant tout le XIX^e siècle. Il semble qu'aujourd'hui encore la coutume soit respectée dans le Gévaudan.

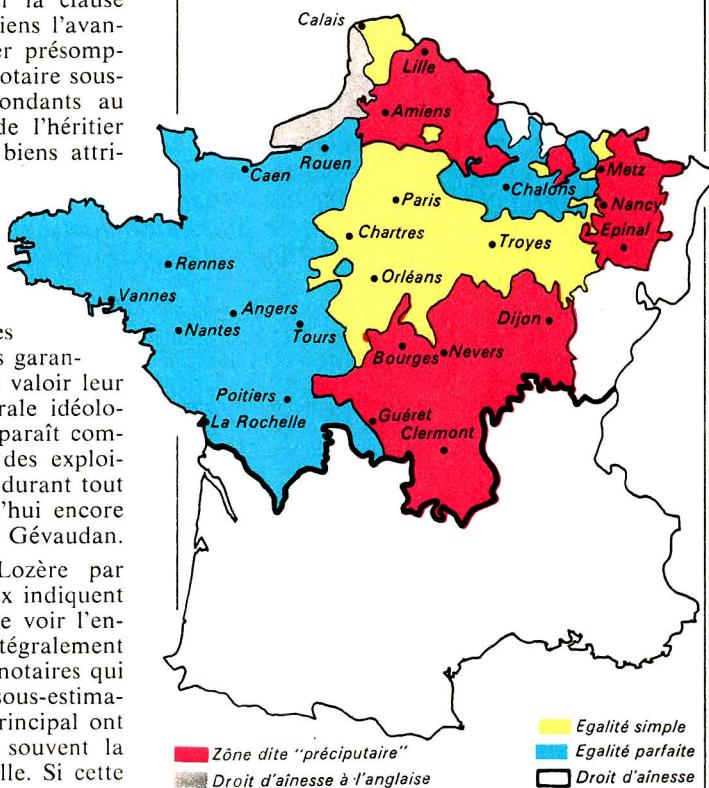
D'après une enquête menée en Lozère par Pierre Lamaison, sept notaires sur dix indiquent qu'il est fréquent ou très fréquent de voir l'ensemble d'une exploitation reprise intégralement par une seule personne. Et ceux des notaires qui ont accepté d'aborder le sujet de la sous-estimation des biens attribués à l'héritier principal ont précisé que la valeur estimée était souvent la moitié voire le tiers de la valeur réelle. Si cette coutume qui permet de lutter contre le morcellement semble être respectée par les paysans, les Lozériens partis à la ville n'hésitent plus depuis une dizaine d'années à réclamer terres et maisons lors des partages successoraux. Le développement du tourisme et le goût des résidences secondaires est venu déséquilibrer la vie d'une région jusqu'ici purement agricole.

C'est dire qu'au Gévaudan comme dans bien d'autres régions menacées par l'émiettement du terroir, le projet de loi d'orientation agricole est le bienvenu. Pour de nombreux agriculteurs, ce texte facilite la conservation intégrale des patrimoines fonciers et qui reprend à son compte l'idéologie des anciennes coutumes est un rempart nécessaire. Même s'il entraîne certaines injustices. La perpétuation de l'agriculture française en dépend.

**Régine DALNOKY
et Olivier NÈGRE**

LES MODES D'HÉRITAGE DANS LA FRANCE D'ANCIEN RÉGIME

Source principale de l'ancien droit français, la coutume régissait le Nord et le Centre de la France, qu'on appelait « pays de coutume » en opposition avec le Midi, pays de droit écrit, où subsistaient davantage les prescriptions du droit romain. La plupart des coutumes furent rédigées sous Louis XII, de 1506 à 1510. Les coutumes



ont été abolis par la loi du 30 ventôse an XII (21 mars 1804) qui a créé le Code civil. Donc, jusqu'à la Révolution de 1789, la France connaît des modes successoraux très différenciés selon les régions. Le sud du pays reste sous l'influence de l'ancien droit écrit romain et favorise la transmission du patrimoine à un seul héritier.

Le Nord, soumis aux droits coutumiers, se divise en plusieurs blocs. Celui des provinces de l'ouest très attaché au maintien de l'égalité entre les héritiers, qu'ils soient mâle ou femelle, aîné ou cadet. Celui du centre et des zones ici marquées en rouge qui s'efforce, tout comme la France du sud, de ne choisir qu'un seul héritier pour éviter le morcellement des terres. Celui, enfin, de l'Ile-de-France et de la Flandre qui, quoique très attaché à la non-division des exploitations agricoles, se refuse d'exclure systématiquement les enfants dotés.

LES PLUS VIEILLES TRACES DE PAS HUMAINES

Un peu moins de quatre millions d'années, c'est l'âge des traces de pas découvertes il y a quelques mois en Afrique. Elles émeuvent les savants, parce qu'elles ont été laissées par les premiers êtres qui marchaient naturellement sur deux pieds. Ils n'étaient ni grands ni beaux, mais c'étaient les premiers humains...

Une série de 20 traces de pas humains figées dans une vieille couche de boue de poussière volcanique et une autre de 27 traces, toutes deux découvertes ensemble à Laetolil, en Tanzanie, dans les dernières semaines de 1978, émeuvent les paléontologues du monde entier. Datée au potassium-argon, la boue s'est révélée, en effet, vieille de 3,6 à 3,8 millions d'années. C'est-à-dire que ce sont les plus vieilles empreintes de pieds humains. C'est-à-dire également que l'homme est apparu il y a encore plus longtemps qu'on le pensait, au Pliocène.

L'homme ? L'homme et la femme : les six meilleures empreintes de la première série sont effectivement celles d'un homme (les autres ont été effacées, mais il est vraisemblable qu'elles ont été faites par l'un des premiers humains à part entière). Les neuf meilleures empreintes de la deuxième série sont celles d'une femme ; elles sont plus petites.

Ce sont bien des empreintes de pieds humains : le pouce n'y est plus opposable, comme chez les grands singes, mais parallèle aux autres orteils, et la voûte plantaire est déjà marquée. Le pied qui s'est imprimé dans la boue de Laetolil est presque semblable au nôtre.

Le territoire où cette découverte a été faite aura suggéré aux spécialistes et aux amateurs que c'est peut-être l'un des célèbres Leakey qui en est l'auteur ; c'est exact : ces traces de pas ont été repérées par le Dr Mary

D. Leakey, veuve du célèbre Louis S.B. Leakey, qui fit il y a quelques dizaines d'années des découvertes importantes sur les premiers humains, dans les gorges de l'Olduvaï, à une cinquantaine de kilomètres au nord de Laetolil. Mary Leakey est la mère de Raymond Leakey, autre paléontologue réputé.

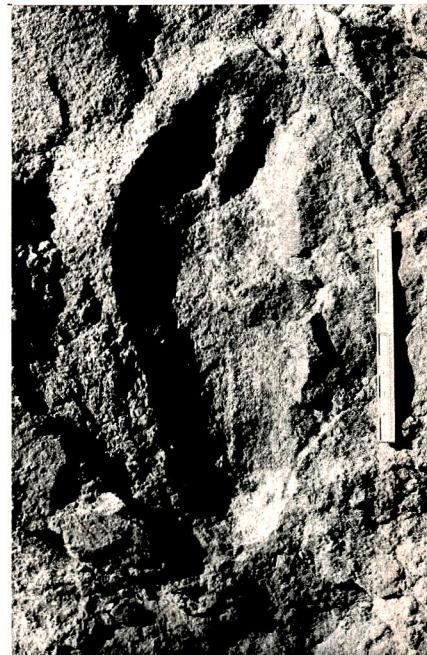
Australopithecus afarensis est le nom donné par Mary Leakey à ce premier humain. L'espèce aurait d'abord vécu en Tanzanie, à l'époque indiquée plus haut, puis en Ethiopie, il a de 3,3 à 2,6 millions d'années. Il s'agit peut-être d'un chaînon entre les Ramapithèques et les Australopithèques.

On en connaît à peu près l'anatomie, d'après les 52 fragments de squelette mis au jour dans la région, en 1974, et attribués à une femme fictivement nommée « Lucy ». D'autres fragments de squelettes, des os d'enfant, deux mâchoires inférieures et un fragment de mâchoire supérieure, ainsi que plusieurs dents d'adulte retrouvés près des traces de pas vont permettre de reconstituer avec plus de précision l'anatomie d'*A. afarensis*.

On savait déjà, par la conformation du bassin et des fémurs de Lucy qu'elle se tenait naturellement debout. Cette posture, libérant les membres supérieurs, permet de développer l'habileté manuelle et donc de créer les premiers outils. En se basant sur le fait que la longueur d'un pied représente environ 15 % de la taille d'un individu, et en se ba-

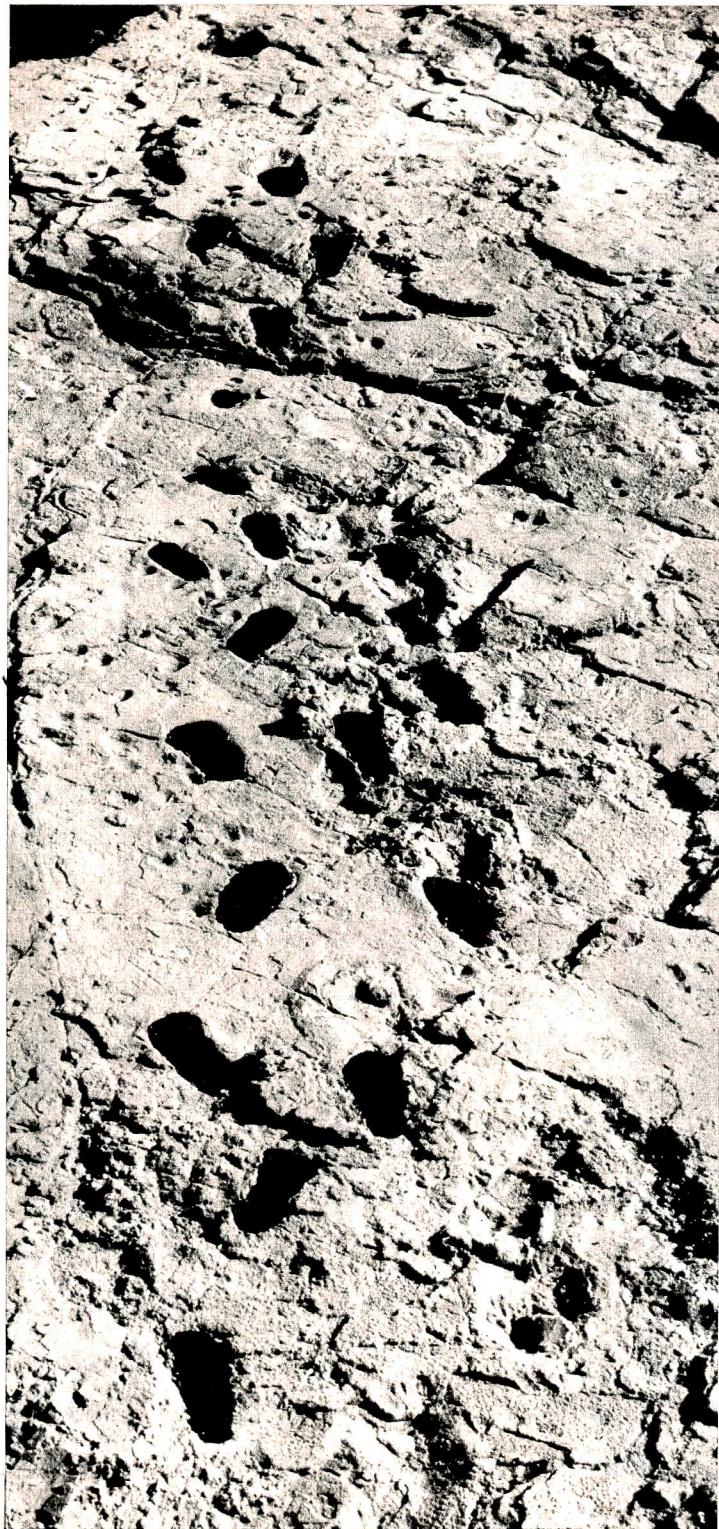
sant sur l'étude de Lucy, Mary Leakey croit pouvoir aussi supposer que *A. afarensis* n'était pas grand : de 1,30 à 1,50 m. Reste à évaluer le volume de la boîte crânienne.

En attendant, l'étude de Lucy a déjà permis de savoir que la face d'*A. afarensis* était marquée par un fort prognathisme et que la nuque était musculeuse. Détail important : la denture se différencie de celle des Australopi-



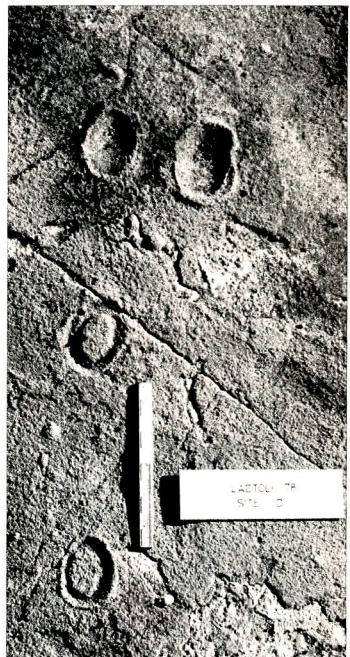
thèques. Les canines étaient fortes et dépassaient en hauteur molaires et prémolaires. Mais cette denture n'était pas encore tout à fait la nôtre, parce que la troisième molaire était plus forte que la seconde, ce qui est l'inverse chez l'homme. Par ailleurs, l'arcade dentaire était presque rectangulaire et non parabolique. Ce qui permet de supposer qu'*A. afarensis* est bien un ancêtre direct, mais non immédiat : il y a peut-être encore « quelqu'un » à trouver... A moins qu'il ne soit déjà trouvé.

Les travaux, déjà anciens, de l'Anglais W.E. Le Gros Clark donnent en effet à penser que le ou plutôt les successeurs d'*A. afarensis* auraient été l'*Australopithecus africanus*, puis l'*Australopithecus robustus*. Or, Louis et Mary Leakey avaient déjà trouvé en 1959, toujours dans les gorges de l'Olduvaï, des restes d'Australopithèque, qui passeraient à l'époque pour être les plus vieux que l'on connaît. Ils avaient baptisé cet Australopithèque,



La série de traces retrouvée en Tanzanie par Mary Leakey. Pour les rendre plus visibles, elles ont été remplies de sable noir. Sur la mieux préservée, (photo page de gauche) on distingue la marque accusée du talon, la voûte plantaire et le gros orteil aligné sur les autres. « Elles sont si modernes... » a dit le Dr Louise Robbins de l'Université de Caroline du Nord...

vieux de quelque 2 millions d'années seulement, *Zinjanthropus bosei* (Zinj est l'ancien nom de l'Afrique de l'est et « bosei » est un hommage rendu à Charles Bose, qui avait financé une partie des recherches). Toutefois, *Z. bosei* est également connu sous le nom de *Paranthropus bosei* et il ne semble être, jusqu'à nouvel ordre, qu'un autre nom d'*A. africanus*. *A. robustus*, qui serait notre ancêtre immé-



Ces traces trouvées sur le même site ont le même âge mais ce sont celles d'un lièvre...

diat, aurait, lui, habité l'ouest de l'Afrique.

Notre arbre généalogique semble donc complet. Mais il s'écoulera sans doute bien des années avant qu'il soit accepté par l'ensemble du monde scientifique et de nouvelles découvertes permettront peut-être de le raffiner encore. Et comment donc les empreintes de pas ont-elles été conservées ? L'explication est la suivante : le volcan voisin de Sadiman avait recouvert la région de cendres épaisse d'une vingtaine de centimètres. Une première ondée de la saison des pluies en fit une boue très visqueuse. Un couple s'aventura dessus, peut-être pour chercher un nouveau refuge. Puis d'autres boues recouvriront et protégeront les traces de leurs pas, pendant que le jour de l'espèce humaine se levait...

Régine DALNOKI ■

OLYMPUS OM-10: UN AUTOMATISME PLUS INTELLIGENT.

Entre l'appareil haut de gamme surdoué et l'appareil automatique classique, il n'y avait rien ou plutôt un vide que vient combler un nouveau reflex électronique, l'Olympus OM-10.

S'appuyant sur la technologie sophistiquée de l'OM-2, il est simplement d'un abord plus facile. Comme son prix (1).

Mesure en temps réel et cellule à l'envers.

La presque totalité des appareils automatiques mesure la lumière avant la prise de vue.

Ce qui explique pas mal de loupés jusqu'à présent inexplicables.

L'OM-10 utilise un système de mesure d'avant-garde: une des cellules est orientée vers le film et analyse en "temps réel", c'est-à-dire pendant l'exposition, ce qui s'inscrit sur la pellicule.

Dès que la quantité de lumière optimale est atteinte, un micro-ordi-

nateur commande la fermeture de l'obturateur.

Tout ceci étant automatique, plus qu'une sécurité, c'est l'assurance de voir toutes vos prises de vues réussies.

Le premier reflex sonore.

Comme il se doit sur un appareil automatique intégral, le contrôle des informations est aussi simple que précis. Mais cette fois, tout se passe en son état.

Des témoins sonores et lumineux vous avertissent de l'état des piles ou du fonctionnement du déclencheur à retardement.

Le viseur intègre également 11 diodes électro-luminescentes pour l'affichage des vitesses. Plus une pour prévenir de toute exposition. Plus une pour indiquer que le flash Olympus T-20 est prêt à fonctionner. Et ensuite, que la photo est réussie.

A noter que ce viseur est surdimensionné et plus lumineux que les viseurs habituels.

Vous voyez grand, vous voyez mieux.



13 diodes électro-luminescentes dans le viseur.

Ses accessoires : le Système Olympus OM.

L'OM-10, comme l'OM-1 et l'OM-2, est naturellement compatible avec les 33 objectifs interchangeables et 240 accessoires du Système Olympus OM. Notamment avec l'ensemble macro, le plus complet, le plus simple à utiliser et qui autorise, grâce à la mesure en temps réel, des gros plans spectaculaires, sans calcul ni compensation.

La réussite est automatique.

Avec la mesure en temps réel, l'OM-10 vous libère de toute contrainte technique, son micro-ordinateur réagissant pendant l'exposition.

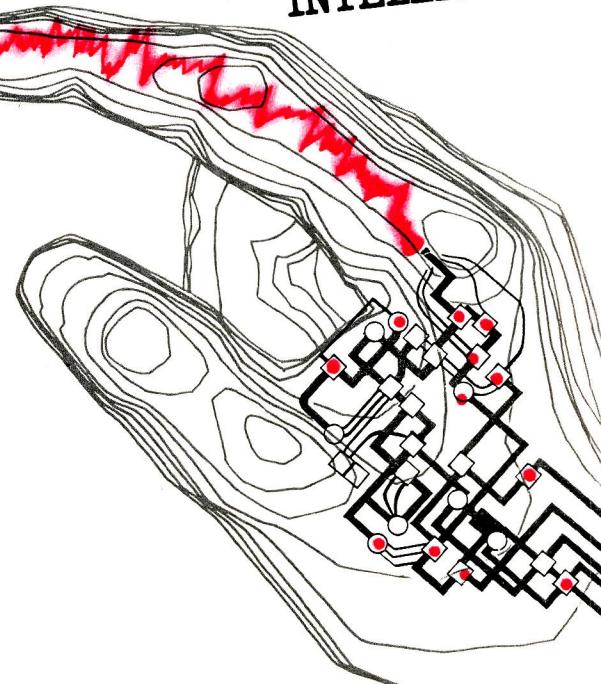
Et si vous voulez réaliser un effet particulier, un adaptateur de 7 gr. vous permet de débrayer l'automatisme pour travailler à la vitesse de votre choix, sans perdre le contrôle cellulaire. (2)

Compact, d'une remarquable souplesse d'utilisation, l'OM-10 maîtrise intelligemment une électronique d'avant-garde.

(1) Pnx moyen du marché mai 79: 1800F (boîtier avec objectif 1:8 de 50 mm).

(2) En option.

OLYMPUS OM-10 INTELLIGENT



DES « SOLITONS » POUR EXPLIQUER L'ATOME

Dernière « clef » pour forcer les serrures des constituants du noyau atomique : le « soliton » ou onde solitaire. Cette onde qui ne se déforme pas et résiste même aux collisions a été découverte... il y a près de 150 ans. On l'avait oubliée. Elle redevient de nos jours l'enfant chéri de la physique.

● Par ses rebondissements, l'histoire des solitons évoquerait assez bien un feuilleton d'Alexandre Dumas. Le premier épisode se situe en août 1834, avec l'observation par l'ingénieur écossais John Scott Russel, d'un curieux phénomène. Voici le récit, considéré aujourd'hui comme la première description d'un soliton, qu'il en fit devant l'Association Britannique pour le Développement des Sciences : « J'observais le mouvement d'un bateau que deux chevaux halaiient rapidement le long d'un canal étroit, lorsque le bateau s'arrêta subitement ; mais il n'en fut pas de même pour la masse d'eau qu'il avait mise en mouvement dans le canal : elle s'accumula autour de la proue du bateau dans un bouillonnement violent, puis s'en sépara et se mit à progresser à vive allure, sous la forme d'une grande bosse solitaire, aux contours nets et arrondis ; elle poursuivit sa course le long du canal, sans changer de forme ni ralentir. Je la suivis à cheval et la dépassai alors qu'elle avançait encore à une vitesse de huit ou neuf miles à l'heure, conservant ses dimensions initiales de trente pieds de long pour environ un pied et demi de haut. Elle se tassa peu à peu, et après une poursuite de un à deux miles, je la perdis dans les méandres du canal... »

Baptisée « onde solitaire » par l'ingénieur écossais (ce n'est qu'en 1965 que les physiciens américains Zabusky et Kruskal introduisirent le terme de « soliton », pour désigner non-seulement l'onde de Scott Russel, mais toute une catégorie d'ondes analogues), cette grande vague qui se déplaçait sans changer de forme intrigua fort les savants de l'époque. Etant donné son amplitude importante, l'onde aurait dû présenter des effets « non-linéaires » ; en termes moins abstraits, les calculs montraient que la crête

de l'onde devait se propager plus vite que les creux ; de sorte que le profil de l'onde serait devenu de plus en plus abrupt en avant et de plus en plus étalé en arrière. Au lieu de cela, on observait un profil parfaitement stable.

Le problème donna lieu à une controverse qui dura plus d'un demi-siècle et vit s'affronter les plus brillants spécialistes d'hydrodynamique de l'époque. Toute la question était de savoir si une équation d'onde non-linéaire (c'est-à-dire contenant les effets non-linéaires mentionnés plus haut) pouvait présenter une solution stable du type de l'onde solitaire. Ce n'est qu'en 1895 que l'énigme fut résolue par deux physiciens hollandais, Korteweg et de Vries, qui établirent une équation admettant comme solution particulière l'onde solitaire.

L'interprétation physique de l'équation de Korteweg-de Vries est la suivante : sous certaines conditions, l'effet non-linéaire peut être exactement compensé par un autre effet, la *dispersion*. Celle-ci est due au fait qu'une onde est constituée en général d'un grand nombre de composantes de longueurs d'onde différentes, et que ces composantes ne se propagent pas toutes à la même vitesse. Par exemple, un faisceau de lumière blanche comporte une infinité de radiations de couleurs différentes, ou ce qui revient au même, de longueurs d'onde différentes, que l'on fait apparaître en dispersant la lumière à travers un prisme. De même, une vague dans un canal est un paquet d'ondes de longueurs d'onde distinctes ; comme les composantes ne se propagent pas toutes à la même vitesse, la vague tend à s'étaler, comme le peloton du Tour de France qui s'étire à mesure que les différences d'allure creusent les écarts entre les coureurs.

Dans le cas de l'onde solitaire, l'étalement dû à la dispersion « adoucit » le profil de l'onde que la non-linéarité tend au contraire à « aiguiser », de telle manière que les deux effets se contrebloquent.

Le résultat est l'onde stable et localisée observée par Scott Russel (localisée signifiant ici que l'onde a la forme d'une « bosse » unique, et non d'un train d'ondes comme les ronds successifs que l'on produit en jetant un caillou dans un bassin).

Paradoxalement, une fois l'énigme résolue, on cessa de s'y intéresser : l'onde solitaire fut reléguée au rang d'une curiosité mathématique sans conséquence pour la théorie physique.

Au début des années 1960, nouveau rebondissement : avec le développement des ordinateurs, il devenait possible de tester, par calcul direct, le comportement des ondes solitaires. En 1965, les Américains Zabusky et Kruskal, étudiant l'équation de Korteweg-de Vries, firent une découverte qui allait à l'encontre des suppositions généralement admises : lorsqu'on les faisait entrer en collision, deux ondes solitaires se traversaient sans se déformer et ressortaient intactes de la collision ! On croyait, au contraire, que les effets non linéaires auraient dû détruire complètement la structure des ondes. Mais il fallait bien s'incliner devant le résultat indiscutable fourni par l'ordinateur.

A vrai dire, le phénomène avait déjà été observé trois ans plus tôt, également grâce à une étude sur ordinateur, due à Perring et Skyrme ; cette étude portait non sur l'équation de Korteweg-de Vries, mais sur une « parente éloignée » de celle-ci, dite « équation de Sine-Gordon ». La parenté résidant dans le fait qu'il s'agit également d'une équation non-linéaire présentant des solutions de type onde solitaire. En fait, la famille définie par ces caractéristiques est fort nombreuse et inclut toute une série d'équations provenant des branches les plus diverses de la physique. L'onde solitaire n'apparaissant plus comme nécessairement liée à un problème d'hydrodynamique, Zabusky et Kruskal introduisirent le terme nouveau de *soliton* ; il désigne d'une manière générale les solutions d'équations non-linéaires, qui présentent, comme l'onde de Scott-Russel, un profil localisé et stable, et préserveront leur forme dans une collision.

On se mit alors à découvrir des solitons dans les domaines les plus variés de la physique. L'équation de Korteweg-de Vries utilisée pour analyser certaines ondes de plasma (un plasma est un gaz ionisé), les ondes de pression dans des mélanges liquide-gaz, les ondes longitudinales dans une barre élastique, et bien d'autres phénomènes. Une des premières applications de l'équation de Sine-Gordon concerne la physique des solides. Précisons que dans un morceau de matière solide, les atomes sont en général disposés régulièrement, selon un motif qui se répète comme celui d'un papier peint. Pour simplifier, considérons un solide formé de rangées d'atomes

alignées l'une à côté de l'autre. A l'équilibre, les atomes de deux rangées voisines se font face, mais on peut aussi envisager l'existence d'un *défaut* : un atome d'une rangée peut se trouver « célibataire », situation analogue à ce qui se produit lorsqu'on boutonne trop rapidement sa chemise, et qu'on « saute » un bouton. Le défaut peut se déplacer le long des rangées d'atomes,



Ce personnage distrait va nous servir de « modèle » du comportement des solitons, ces ondes pas comme les autres. Une onde est une perturbation qui se propage dans un milieu donné : l'air, la surface d'un liquide, les atomes d'un solide, ou même le vide, dans le cas des ondes lumineuses. En général, une onde s'atténue au cours du temps : lorsqu'on jette un caillou dans un lac, les « ronds » s'aplatissent à mesure qu'ils s'élargissent, jusqu'à disparaître totalement. Les solitons sont des ondes qui ne se déforment pas : ils occupent à tout instant une région précise du milieu, et se déplacent sans s'atténuer. Les mésaventures de notre personnage montrent pourquoi il n'est pas facile de les faire disparaître.

de proche en proche, de la même façon que le bouton de chemise privé de boutonnière va occuper successivement toutes les positions possibles jusqu'à ce que la situation soit rétablie (si cela ne vous paraît pas clair, boutonnez une chemise en sautant un bouton au milieu ; essayez alors d'éliminer le « défaut » en procédant de proche en proche, c'est-à-dire en ne déboutonnant pas plus d'un bouton à la fois).

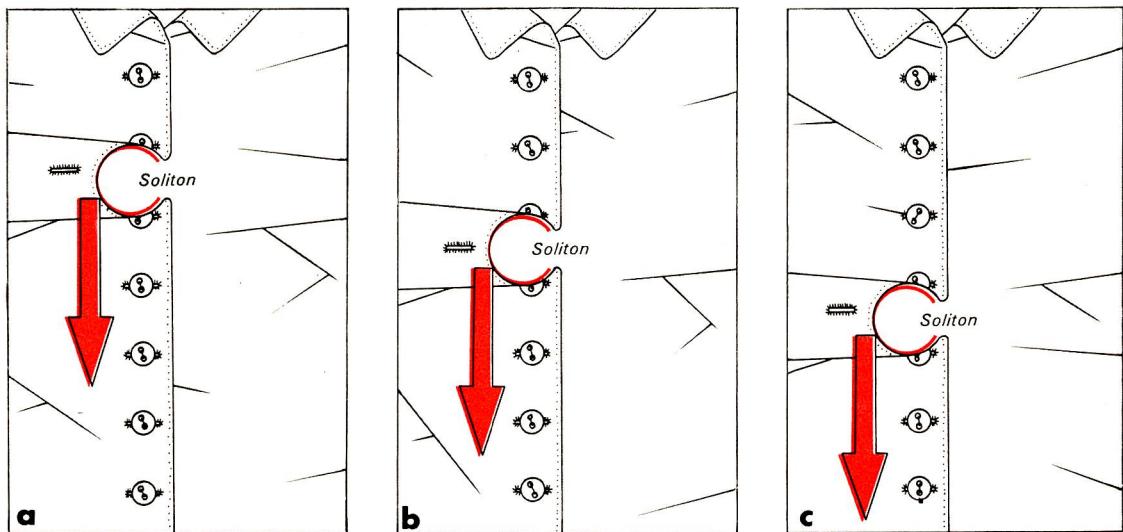
Dans ce modèle simplifié, le mouvement d'un défaut obéit à l'équation de Sine-Gordon. C'est un soliton différent de celui de Korteweg-de Vries, dont le mécanisme est plus intuitif : il ne peut pas s'éliminer pour la même raison qu'un nœud sur une corde supposée infinie ne pourrait

éprouvée, bien intégrée à la théorie. Il existe néanmoins un secteur de la physique où leur introduction n'a pas fini de provoquer des bouleversements : les particules élémentaires.

Le lien entre la théorie des boutons de chemise ébauchée plus haut et celle des particules élémentaires n'est pas aussi artificiel qu'on pourrait le croire à première vue :

- comme un soliton, une particule telle qu'un électron, un proton ou un neutron, possède une structure stable et occupe une région définie de l'espace ;
- lorsque deux particules du même type entrent

ELLE COURT, ELLE COURT, « L'ONDE-BOUTONNIÈRE »...



En boutonnant trop vite sa chemise, (a) le personnage a « sauté » une boutonnière, créant un « défaut » qui perturbe l'ordre normal de la chemise. Cette perturbation est parfaitement localisée : elle occupe une région bien précise du « milieu » que constitue la rangée de boutons et de boutonnières.

Notre (anti)héros cherche à rétablir la situation avec méthode (b) : procédant pas à pas, il réussit à déplacer le défaut d'un « cran ». Le milieu est maintenant le siège d'une perturbation en mouvement, autrement dit d'une onde. Encore un petit pas en avant, (c), ou plutôt vers le bas. Mais il est clair que le défaut ne s'éliminera pas avant d'avoir atteint le bout de la rangée. L'onde ne peut pas se déformer ni « s'échapper », à cause de la structure particulière du milieu : c'est un soliton.

être défait sans couper la corde. Par ailleurs, comme l'onde de Scott-Russel, c'est un phénomène localisé (le défaut occupe à chaque instant une position précise dans le solide), stable, et préservant sa structure lors d'une collision.

Les exploits du soliton de Sine-Gordon ne se limitèrent pas à la dynamique des défauts dans les solides : il permit notamment de décrire le mouvement des *parois de Bloch* dans un matériau magnétique (lesdites parois étant en quelque sorte les frontières qui délimitent, dans un solide magnétique, une région de polarité nord d'une région de polarité sud) ; ou bien la propagation d'un « tourbillon » magnétique dans certains dispositifs supraconducteurs que l'on appelle des *jonctions Josephson*.

Dans ces différents domaines, l'utilisation des solitons constitue désormais une « recette »

en collision, elles ne se détruisent pas mais conservent leur structure ;

- chaque particule possède une « antiparticule », avec laquelle elle s'annihile lors d'une collision ; ce phénomène se retrouve avec les solitons ; dans le « modèle » des boutons de chemise, il correspond à la rencontre d'un « soliton » (bouton célibataire) avec un « antisoliton » (boutonnière célibataire).

Si convaincantes qu'elles soient, ces analogies ne suffisent pas à assimiler solitons et particules élémentaires. Encore faut-il que les équations de la théorie des particules admettent effectivement des solutions qui soient des solitons. En d'autres termes, ce n'est pas parce que l'on sait que les oranges poussent dans des climats chauds, que l'on en déduit automatiquement qu'il y a des oranges dans toutes les régions

chaudes : encore faut-il que l'on ait réellement planté les orangers...

On est donc parti à la recherche des orangers, ou plutôt des solitons, et le résultat semble devoir être positif. Mais avant d'aller plus loin, il est nécessaire d'introduire certains concepts de base de la physique des particules.

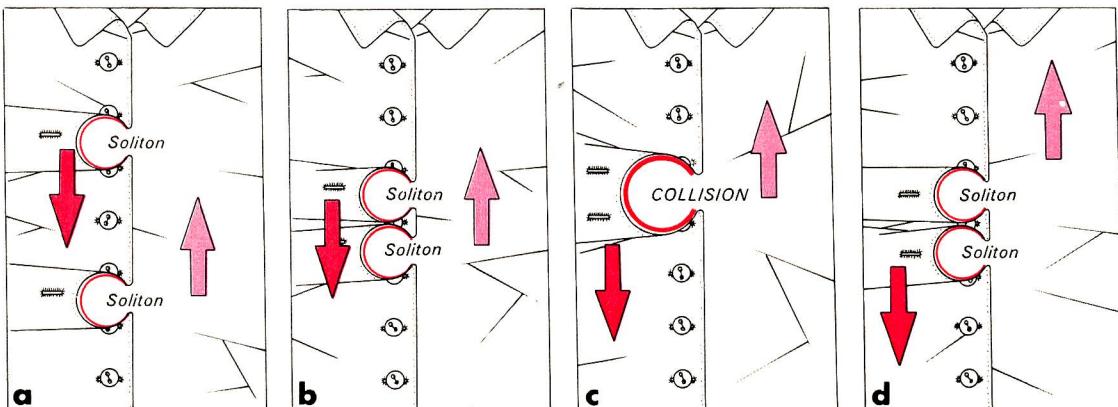
Les physiciens classent les particules selon les forces, ou *interactions*, dont elles sont responsables. Il y a trois types d'interactions :

- l'interaction électrique, dans laquelle n'interviennent que les particules électriquement chargées comme le proton ou l'électron ; c'est tout simplement la force qui fait s'attirer deux char-

ges dans un même cadre mathématique. Par contre, on a pu construire des modèles unifiés des interactions faibles et électromagnétiques qu'on appelle *jauge de saveurs* ; d'autre part, les interactions fortes sont décrites par des *jauge de couleurs* (¹)...

Or, on a découvert récemment que les équations qui interviennent dans ces théories de jauge pouvaient admettre des solutions de type soliton. Il s'agit d'équations de champ, c'est-à-dire d'équations qui ne décrivent pas une particule isolée, mais un système comportant autant de particules en interaction qu'on le désire. Dans ces théories de champ, les particules sont habituellement construites selon une méthode

... INDIFFÉRENTE AUX COLLISIONS...



De plus en plus distrait (a), notre Gribouille a maintenant oublié deux boutonnières. Il en profite pour tenter une expérience : provoquer une « collision » entre solitons, en dirigeant les deux défauts l'un vers l'autre. Un pas vers le bas (b) pour le soliton du haut, un pas vers le haut pour celui du bas : dans un instant, le choc ! Quant un soliton rencontre un autre soliton (c), ils se croisent sans s'adresser la parole...
... Et sans se déformer (d) : les deux ondes émergent intactes de la collision, et poursuivent chacune son chemin.

ges de signes opposés et se repousser deux charges de même signe ;

- l'interaction forte, responsable de la cohésion des noyaux atomiques ; c'est elle qui rend les noyaux si difficiles à briser ; les particules qui entrent en jeu sont naturellement les constituants des noyaux, protons, neutrons et mésons (ainsi que quelques autres), que l'on regroupe sous le terme générique de *hadrons* ;
- l'interaction faible, responsable de la désintégration spontanée des éléments radioactifs tels que le radium, et où interviennent des *leptons*, particules extrêmement légères.

Comme son nom l'indique, l'interaction forte est beaucoup plus importante que les deux autres (c'est ce qui explique, par exemple, que plusieurs protons puissent rester liés dans un noyau, alors que la force électrique tend à les séparer, puisqu'ils ont la même charge). A titre de comparaison, on peut associer l'interaction forte à la surface totale des océans, l'électrique à celle de la Méditerranée, et la faible à celle d'une piscine.

Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de théorie unitaire permettant de faire entrer les trois inter-

dites « des perturbations ». L'idée de base de cette méthode est que chacune des particules qui interagissent peut effectuer de petits mouvements en étant à peu près indépendante des autres. On pourrait, en gros, comparer le système de particules à un réseau de boules liées par des ressorts très souples : si l'on déplace légèrement une des boules, ses voisines ne sont que légèrement affectées, et plus on s'éloigne de la première boule, plus l'effet est faible. On peut alors décrire l'interaction d'une particule avec les autres, comme une somme de termes d'importance décroissante : le premier terme représente la particule « libre » (c'est-à-dire sans interaction), le second terme son interaction avec la particule la plus proche, le troisième avec les deux particules les plus proches, etc.

Inversement, si l'on connaît cette somme de termes, on peut remonter à la particule puis-

(¹) Dans le vocabulaire imagé de la physique moderne, les saveurs désignent trois variables qui sont attachées à une particule : sa charge électrique, son charme et son étrangeté... Quant aux couleurs, il s'agit d'un degré de liberté supplémentaire attribué aux quarks, et qui peut prendre trois valeurs : bleu, blanc ou rouge...

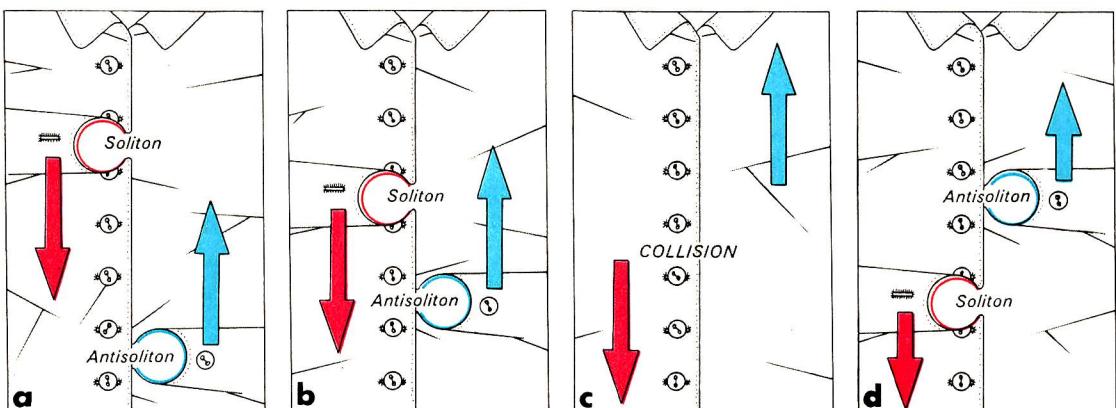
qu'elle s'identifie au premier terme. C'est par cette méthode des perturbations, ainsi nommée parce que les interactions sont conçues comme des *perturbations* du mouvement de la particule libre, qu'on détermine les caractéristiques d'un grand nombre de particules.

La méthode perturbative ne « marche » que s'il peut y avoir de petits mouvements — ou pour utiliser un terme plus scientifique, de petits paramètres — et si les « ressorts » qui lient les particules sont assez souples pour qu'en première approximation, chacune soit indépendante des autres. En théorie des champs, le caractère plus ou moins souple des ressorts est mesuré par un nombre, la *constante de couplage*.

les moyens actuels, être mises en évidence expérimentalement. En effet, leur masse, qui doit être de l'ordre de cent fois celle du proton, est trop grande pour qu'on puisse les détecter dans les accélérateurs de particules actuels, insuffisamment puissants. Si elles existaient, elles auraient la propriété tout à fait extraordinaire d'être des *monopôles* magnétiques, c'est-à-dire qu'elles seraient comme des aimants qui n'auraient qu'un pôle nord ou un pôle sud, chose qui n'a encore jamais été observée.

La découverte de ces monopôles serait indiscutablement l'épisode le plus spectaculaire du roman des solitons, depuis leur découverte. En attendant, les chercheurs s'efforcent d'obtenir

... PASSÉE PAR ICI, ELLE REPASSERA PAR LÀ...



Lorsqu'on oublie un bouton au lieu d'une boutonnière (a), on crée aussi un défaut, en quelque sorte l'inverse de l'autre. En dirigeant le soliton du haut vers (b) « l'antisoliton » du bas, on va provoquer une nouvelle collision... ... Dont les effets sont plus radicaux que ceux de la première (c) : le bouton retrouve sa boutonnière, et les deux ondes s'annihilent. Ce processus ressemble à celui d'un choc particule-antiparticule.

Après la collision, une nouvelle paire soliton-antisoliton émerge (d), ce qui se produit aussi dans un choc particule-antiparticule.

Pour les interactions faible et électrique, cette constante est petite, et la méthode des perturbations s'avère efficace. Elle donne, par exemple, une bonne description des électrons.

Rien n'oblige, toutefois, à se limiter aux particules construites par la méthode des perturbations. Considérer les solitons est une autre manière de « fabriquer » des particules. Cela revient à s'intéresser, dans les équations de champ, à d'autres solutions que celle qu'on obtient par le traitement perturbatif ; les solitons ne peuvent pas être obtenus par ce traitement, ce sont des objets fondamentalement extérieurs au schéma des perturbations. Or, on a pu démontrer que dans certaines des théories de jauge de saveurs évoquées précédemment (et qui concernent, rappelons-le, les interactions faibles et électriques), il existe des solitons. Comme l'explique Jean-Louis Gervais, directeur du Laboratoire de physique théorique de l'Ecole Normale Supérieure de la rue d'Ulm, cela signifie que « la théorie contient plus de particules que celles que l'on obtient par le schéma perturbatif ordinaire ».

Ces particules différentes ne peuvent pas, avec

des résultats aussi intéressants pour les interactions fortes, autrement dit les jauge de couleur. Dans ce domaine, la situation est plus confuse que dans celui des interactions faibles et électriques. En fait, il n'y a pas, à l'heure actuelle, de théorie des interactions fortes qui « marche » vraiment bien, c'est-à-dire qui explique de manière cohérente les données expérimentales.

Premier « os » : on ne sait pas très bien quels sont les objets « fondamentaux » qui interviennent, autrement dit de quoi sont faits les hadrons (c'est-à-dire, rappelons-le, les particules telles que les protons, neutrons et mésons, responsables des interactions fortes). Il semble qu'ils soient composés d'autres éléments, plus petits : lorsqu'on envoie sur un hadron une radiation de longueur d'onde très courte, on « voit » effectivement les constituants.

On a donc supposé que les hadrons étaient composés d'autres particules appelées *quarks* : ainsi, le proton et le neutron comporteraient chacun trois quarks, tandis que le méson, deux seulement. Ces quarks ont été introduits en 1963, par l'Américain Gell-Man, qui a tiré leur nom d'un passage du livre « *Finnegan's Wake* »,

(suite du texte page 148)

LA RÉVÉLATION DE L'ADN «BALADEUR»

Il existe, on vient de le découvrir, des morceaux d'ADN qui, dans certains organismes, semblent ne servir à rien. Curiosité de la nature ? Non, Sir Francis Crick, l'un des deux découvreurs de la structure de l'ADN, estime que c'est là une découverte qui en apprendra long sur l'évolution. Elle servira aussi à l'ingénierie génétique.

Cette merveille qu'est l'ADN, cet escalier en colimaçon qui mène de l'Inerte au vivant, n'est parfois pas sûr à emprunter ; certaines de ses marches sont flottantes, elles sont là pour rien.

C'est Francis Crick, le découvreur même de l'ADN, qui vient de l'annoncer *, après environ deux ans de recherches et de méditations sur cette singularité. En septembre 1976, il ne le savait pas ; en août 1977, il devint évident que, dans les gènes de certains virus de mammifères, il y avait quelque chose qui clochait.

Effectivement, les séquences en sont cassées et, entre elles, il y a des « marches », pour nous référer à l'image plus haut, qui sont étrangères à la structure de ces gènes.

Le long de l'ADN, il existe une bande qui comporte les informations de celui-ci, codées pour sa réplication ; cette bande, c'est l'ARN (acide ribo-nucléique) messager. Pour bien identifier les morceaux qui, dans les cas présent, appartiennent bien à la structure, et ceux qui n'y appartiennent pas, on recherche leur codage correspondant dans l'ARNm ; si celui-ci en comporte le codage, ces fragments sont appelés des « exons » ; s'il ne le comporte pas, ils sont bien étrangers et on les appelle des « introns » (la terminologie a été inventée par le généticien britan-

nique W. Gilbert). Les introns sont donc des intrus. Qu'est-ce qui a causé cette fragmentation et l'apparition de morceaux étrangers ? Crick propose quatre hypothèses :

- L'ADN de la cellule qui reproduit le message du virus s'est réarrangé de manière à éliminer les séquences qui ne sont pas nécessaires à celui-ci ;
- l'ADN n'a pas changé de structure, mais dans sa transcription, l'ARN a « sauté » les introns, de telle sorte que ce sont seulement les exons qui apparaissent ;
- les exons sont transcrits séparément par l'ARN, puis correctement mis bout à bout pour former l'ARNm ;
- l'ARN transcrit tout, introns et exons et, en dernier contrôle, remet les exons dans l'ordre et élimine les introns. Crick ne croit guère à la deuxième et à la troisième hypothèses ; il retient surtout la quatrième ; il existe un « contrôleur » final qui arrange logiquement les informations nécessaires et élimine les informations parasites.

Ce « contrôleur », *deus ex machina*, dont l'existence est au moins aussi surprenante que la structure même de cet ADN sur lequel il intervient, s'est-il déjà manifesté ? C'est ce que l'on essaie actuellement de déterminer : en étudiant les exemples d'ADN en morceaux et d'ADN « baladeur », débris de non-sens insérés ça et là dans une séquence logique.

C'est ainsi que le gène de la globuline est cassé dans certaines espèces animales (la globuline est une protéine d'un poids moléculaire élevé et d'une grande importance biologique, que l'on retrouve dans le blanc d'œuf, le lait et surtout dans le sérum sanguin). On ne connaît pas d'exemple de telles cassures chez les vertébrés supérieurs, ni chez les végétaux. Mais, si les cas sont rares, ils existent. N'existerait-il qu'un seul cas certain, cela suffirait à démontrer la réalité de l'intelligence génétique.

Il se pourrait, selon Crick, que les fragments surnuméraires soient dus à une singularité qui, elle, est très répandue : « Les chromosomes ont tant d'ADN qu'ils ne savent qu'en faire », écrit-il. Par ailleurs, les virus font fabriquer par leur ADN plus de protéines qu'ils n'en ont besoin. C'est ainsi qu'un gène du virus SV-40, par exemple, fabrique deux protéines différentes qui comportent chacune une séquence identique.

En d'autres termes, il y aurait dans l'ordinateur de la cellule des imprimantes en surplus, fonctionnant en même temps et produisant trop de bandes perforées. Le « contrôleur » de l'ARNm rétablit à coup de ciseaux et de colle un peu de logique dans cette pléthora.

Crick note bien que ce désordre apparent peut avoir joué un rôle au cours de l'évolution ; il est, en effet, significatif que ce soit toujours dans les prokaryotes, les cellules qui ont un noyau, et non dans les eukaryotes, qui n'en ont pas et qui se trouvent à un niveau d'évolution antérieur, que se trouve de l'ADN « baladeur ». Ces erreurs peuvent s'être installées dans la cellule au moment où le noyau se mettait en place ; ou peut-être qu'elles ont été programmées exprès, afin que l'ARNm apprenne à sélectionner les fragments d'ADN dont le codage serait utile à la cellule. La situation serait comparable à celle d'un bricoleur qui ramasserait plus de bois qu'il ne lui en faut pour construire un meuble, se disant qu'en cours de construction tel tasseau ou telle planche pourraient bien lui rendre service...

Mais Crick met en garde contre des interprétations hâtives de l'utilité de l'ADN baladeur dans l'évolution. « On ne connaît même pas le phénomène à fond », dit-il en substance ; il serait donc prématuré d'en tirer des conclusions. De fait, ce sont trois théories et non une, qui circulent

actuellement pour expliquer selon quel plan l'ARNm réorganise les fragments qui sont mis à sa disposition.

- C'est l'ADN lui-même qui donnerait à l'ARN le signal de découpage, de manière encore inconnue ;
- ou bien, le fragment d'ADN baladeur comporterait à ses extrémités des séquences qui donnent le signal de découpage ;
- il y aurait multiplication de fragments baladeurs et c'est ce qui alerterait l'ARN qui, s'il avait manqué de détecter un seul fragment, ne manquerait certes pas d'en détecter deux.

Quant à la méthode de découpage, elle repose sur des enzymes de restriction, ces mêmes enzymes qui permettent à l'ingénierie génétique de réarranger l'ADN en

laboratoire, à sa guise, dans des bactéries par exemple.

La singularisation que représentent les fragments baladeurs d'ADN pose un problème philosophique qui évoque la fameuse discussion sur le hasard et la nécessité : est-ce que l'ADN des chromosomes a commencé comme une séquence ininterrompue et parfaite, à la manière de ces dessins que les artistes virtuoses exécutent d'un seul trait ininterrompu, ou bien est-ce qu'il s'est formé à partir de morceaux épars, plus tard arrangés par l'ARN ? Crick ne prend pas formellement parti pour l'une ou l'autre de ces théories, mais il semble pencher pour la seconde, suivant en cela l'avis de son collègue Gilbert. Ces fragments sont-ils simplement

le vestige d'une erreur ou d'un tâtonnement de la nature ?

N'ont-ils servi à rien ? En dépit de sa

prudence, évoquée plus haut, Crick estime que la multiplication des fragments baladeurs aurait été particulièrement utile à l'évolution ; cette multiplication, c'est

le mécanisme

auquel se réfère la troisième des théories résumées plus haut. Ainsi, dans le cas où les introns seraient petits et risqueraient d'échapper à l'attention du « contrôleur », leur multiplication, elle, alerterait celui-ci. Mais, dans le cas où l'intron serait suffisamment grand, le mécanisme évoqué par la deuxième théorie suffirait à expliquer sa détection par l'ARN : ses séquences terminales seraient assez « voyantes » pour être facilement décelées.

La longueur du fragment baladeur joue donc un rôle, elle aussi. Elle joue même un rôle très complexe. En effet, il semble rare qu'un fragment baladeur soit totalement supprimé ; c'est là une intervention extrêmement précise ; si elle est ratée, si l'ARNm ne coupe, par exemple, qu'un morceau de l'intron, et s'il en transcrit le reste, cet ARNm devient inutilisable et représente un danger de chaos pour la cellule. Cette opération devient particulièrement risquée avec les petits introns, qui auraient donc de plus grandes chances d'échapper au « contrôleur » ; mais elle est plus facile avec de grands introns.

Et comment produire de grands introns quand il n'y en a dans l'ADN que des petits ? « On » leur ajoute de l'ADN ; dans ce cas, ils se multiplient et on peut

les couper plus facilement. En effet, deux petits introns en valent un grand !

En fin de compte, les fragments baladeurs semblent quand même avoir été d'une grande utilité à l'évolution : ils auraient déclenché la formation d'enzymes spécifiques qui protègent le code de la cellule. Et, une fois que de tels enzymes ont été créés, ils restent en place ; ce sont comme des clauses de garantie inaliénables. Mais Crick suppose aussi que le « contrôleur » n'est pas toujours efficace : il pourrait bien exister des fragments baladeurs qui ont fabriqué des protéines spécifiques, leur permettant de résister à l'action des enzymes de restriction. « Il me semble plus que probable », écrit-il, « que la nature ait développé un tel mécanisme pour certains introns. Mais je répugnerais beaucoup à dire combien d'introns sont contrôlés de cette manière ».

De toute manière, la chasse aux introns est ouverte. Les spécialistes de l'arrangement cellulaire, qui s'appellent des taxonomistes cellulaires, vont être à la fête, prédit Crick. « Il est virtuellement certain que l'on va faire des découvertes qui vont modifier radicalement nos idées sur les détails de l'évolution », écrit-il encore. Déjà, la découverte de l'ADN baladeur a causé un choc parmi les généticiens. Il n'en était que quelques-uns à supposer que la transcription de l'ARN subissait des manipulations ; mais ce n'était là qu'une supposition.

L'on va, désormais, mesurer les fragments baladeurs, pour savoir s'ils sont très anciens, ce qui est sans doute le cas des petits, ou relativement récents, ce qui sera sans doute le cas des grands, ceux qui, pour une meilleure détection, ont été répliqués dans l'ADN même. On va également étudier de près les enzymes de restriction, leurs méthodes de découpage, de collage, d'emballage...

Cela sera certainement précieux pour les connaissances fondamentales en matière de génétique et d'évolution, mais il est probable que cela servira aussi à l'ingénierie génétique.

Comme on l'aura compris, en effet, l'homme n'est pas le seul à faire de l'ingénierie génétique : l'ARN, lui aussi, en fait, depuis le temps des prokaryotes, c'est-à-dire depuis longtemps.

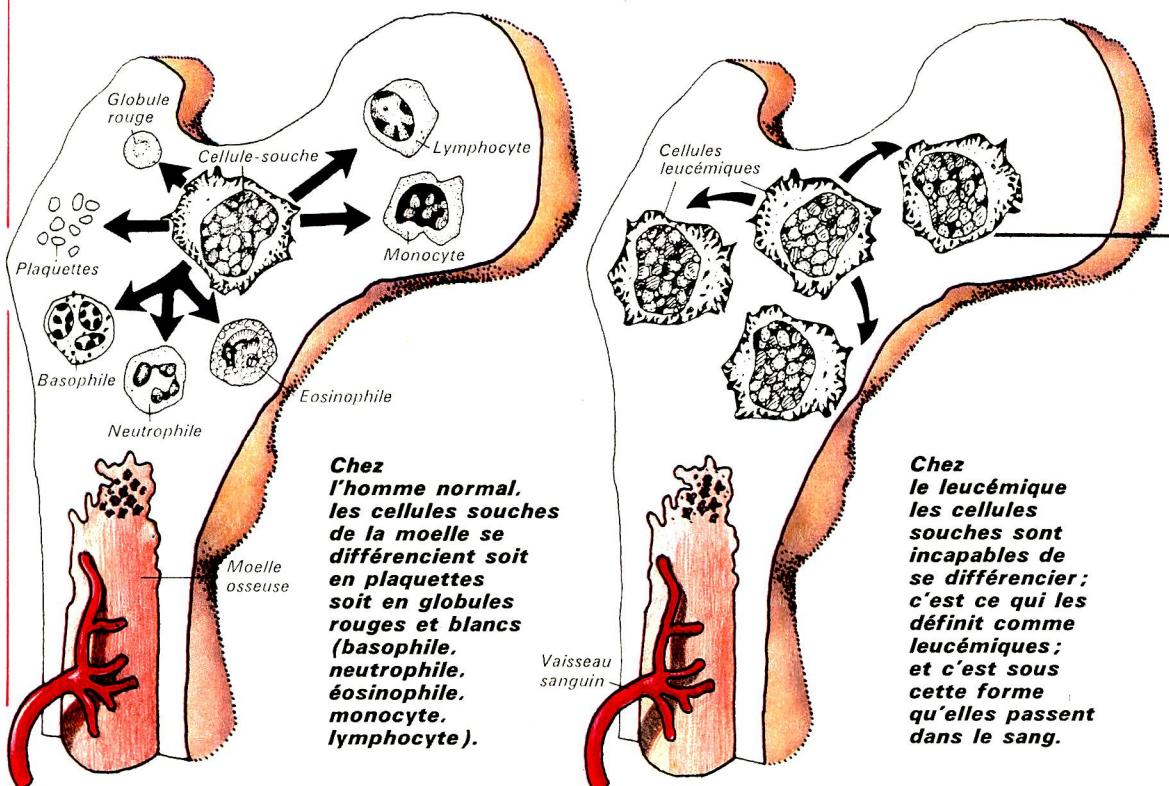
* * Split Genes and RNA Splicing *,
« Science » 20 avril 1979.

IL EXISTE DEUX SORTES DE CELLULES LEUCÉMIQUES

Des travaux menés à Grenoble ont permis de découvrir qu'il existe des cellules leucémiques qui peuvent redevenir normales, et d'autres qui restent toujours leucémiques. Et cela va déjà modifier le traitement de la leucémie.

d'un anneau de nylon sur lequel sont collées des membranes poreuses. Les pores qui ont $0,2\ \mu$ de diamètre, permettent seulement l'échange de substances nutritives et humorales entre l'extérieur et l'intérieur de la chambre. Autrement dit, les cellules leucémiques soustraites à leur propre environnement trouvent chez la souris un autre milieu, sain cette fois, qui leur permet de continuer à se reproduire.

Après 25 jours, les cellules de chaque chambre sont extraites de la souris d'où elles sont ensuite cultivées sur boîte de Pétri dans un milieu nutritif contenant de l'agar-agar. Chez la moitié des leucémiques, les cellules retrouvent un comportement analogue aux cellules prélevées chez des sujets normaux.



Il existerait deux sortes de leucémies et non pas une seule, comme on le croyait jusqu'ici. Dans l'une, les cellules seraient potentiellement capables de se différencier en cellules normales, alors que dans l'autre, les cellules resteraient leucémiques. Une expérience spectaculaire a permis de mettre en évidence ce fait capital. Capital, car il promet d'orienter les traitements selon une nouvelle approche. C'est dans le cadre d'un contrat

de recherche passé entre le Centre hospitalier universitaire de Grenoble et le Département de la recherche fondamentale que le Pr. Daniel Hollard a conduit son expérience. Elle a consisté à implanter dans la cavité sous-péritonéale d'une souris saine, des chambres de diffusion contenant des cellules leucémiques humaines. Chaque chambre contenait environ 200 000 cellules leucémiques. Dans son principe, la chambre de diffusion est constituée

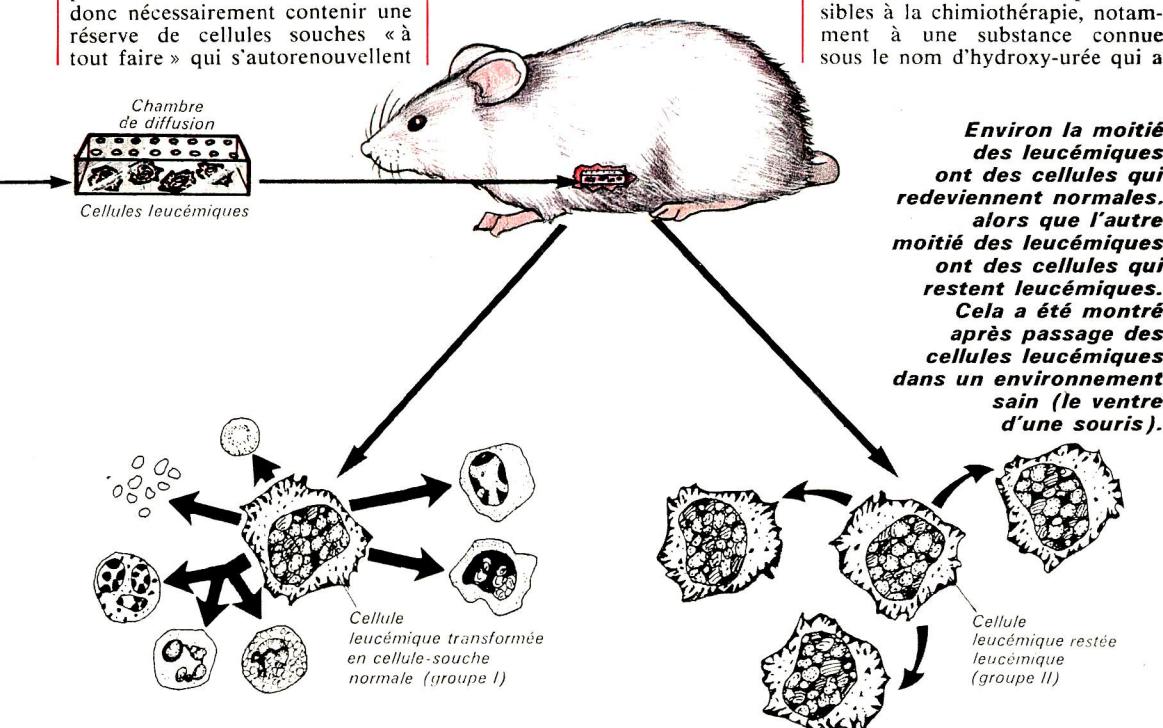
En d'autres termes, ces cellules auraient perdu leur anomalie la plus importante, c'est-à-dire leur caractère leucémique. Chez l'autre moitié des leucémiques, par contre, les cellules ont un comportement tout à fait anormal. Les deux types de leucémies ont été classés respectivement en groupes I et II. Selon cette découverte, il semblerait que les modalités qui auraient provoqué la cancérisation des cellules sanguines ne seraient pas identiques.

Par exemple, si un virus est impliqué dans la leucémie, on peut supposer que seules les cellules du groupe II seraient contaminées et de ce fait resteraient leucémiques, alors que les cellules du groupe I ne deviendraient, elles, leucémiques qu'au contact de l'environnement. Alors dans ce cas, seul l'environnement serait impliqué puisqu'un environnement sain peut, comme l'a prouvé l'expérience, transformer ces cellules leucémiques en cellules normales. C'est la moelle osseuse qui chez l'homme normal produit les plaquettes sanguines et les globules rouges et blancs, qui à chaque instant sont déversés dans la circulation sanguine où ils remplacent les mêmes éléments âgés et détruits.

On estime que quarante milliards de globules et de plaquettes meurent par heure et sont ainsi remplacés. La moelle osseuse doit donc nécessairement contenir une réserve de cellules souches « à tout faire » qui s'autorenouvellent

lui-ci, on a en effet authentifié les facteurs cellulaires responsables de cette première différenciation. Ainsi une hormone, l'érythropoïétine, donnerait à partir des cellules souches, les précurseurs des globules rouges. Le CSF ou clone stimulating factor donnerait, lui, les précurseurs de certains globules blancs comme les polynucléaires et les monocytes. Enfin, un facteur encore hypothétique serait à l'origine des plaquettes sanguines. Tous les précurseurs évolueraient ensuite normalement en globules et plaquettes bien différenciées. Qu'est-ce qu'une cellule leucémique ? Ce serait une cellule souche qui répondrait anormalement aux facteurs responsables de la différenciation. De ce fait, cette cellule serait incapable de se différencier en globules et plaquettes normaux. Cette perturbation de la

fonction de ces androgènes sur les cellules leucémiques placées en chambre de diffusion. Pour cela il a injecté à des souris, auxquelles on avait « greffé » dans le ventre de telles chambres de diffusion, des doses de stanozolol, qui est un dérivé, non virilisant, d'hormone androgène. Là, il a constaté que le produit n'était pas actif chez les cellules du groupe I, alors qu'il l'était chez les cellules du groupe II. En effet, les cellules du groupe I retirées de leur chambre et cultivées ensuite en boîte de Pétri, donnaient des globules et des plaquettes normaux, comme elles l'avaient fait dans l'expérience initiale, c'est-à-dire en l'absence de dérivé androgénique. Alors que les cellules du groupe II proliféraient considérablement tout en restant leucémiques. Or, c'est un fait d'observation courant, les cellules qui se divisent activement sont plus sensibles à la chimiothérapie, notamment à une substance connue sous le nom d'hydroxy-urée qui a



et se différencient selon les besoins. Autrement dit, ces cellules souches seraient multipotielles, c'est-à-dire capables de se différencier soit en globules, soit en plaquettes.

Le mécanisme de différenciation des cellules souches en globules et en plaquettes est maintenant assez bien connu. Les cellules souches passeraient d'abord par un stade de précurseurs des globules et des plaquettes, sous l'effet de l'environnement. Dans ce-

cellule souche pourrait être due à un virus (cas des leucémiques du groupe II) ou à une modification de l'environnement (cas des leucémiques du groupe I).

L'expérience grenobloise a des implications thérapeutiques. En pratique hospitalière, on constate sans se l'expliquer que la chimiothérapie jointe à l'administration d'hormones androgènes, aboutit à des rémissions parfois durables chez les malades. Le Pr. Hollard a alors eu l'idée de tester les ef-

fects de ces androgènes sur les cellules leucémiques placées en chambre de diffusion. Pour cela il a injecté à des souris, auxquelles on avait « greffé » dans le ventre de telles chambres de diffusion, des doses de stanozolol, qui est un dérivé, non virilisant, d'hormone androgène. Là, il a constaté que le produit n'était pas actif chez les cellules du groupe I, alors qu'il l'était chez les cellules du groupe II. En effet, les cellules du groupe I retirées de leur chambre et cultivées ensuite en boîte de Pétri, donnaient des globules et des plaquettes normaux, comme elles l'avaient fait dans l'expérience initiale, c'est-à-dire en l'absence de dérivé androgénique. Alors que les cellules du groupe II proliféraient considérablement tout en restant leucémiques. Or, c'est un fait d'observation courant, les cellules qui se divisent activement sont plus sensibles à la chimiothérapie, notamment à une substance connue sous le nom d'hydroxy-urée qui a

Pierre ANDÉOL ■

DEMAIN, LES GREFFES CONTRE LA MALADIE DE PARKINSON

Des greffes de tissu jeune effectuées sur des cerveaux de rats parkinsoniens ont guéri ceux-ci. On peut imaginer que, dans un avenir encore indéfini, on puisse pratiquer sur l'homme une intervention similaire. Néanmoins, bien des inconnues restent à résoudre.

● Pourra-t-on dans l'avenir remplacer les structures défectueuses du cerveau par des structures en bon état ? C'est la question que l'on peut se poser après la greffe réussie de tissu cérébral sur un cerveau de rat atteint de la maladie de Parkinson ; quelques semaines après l'opération, l'animal avait retrouvé une motricité normale.

Le tissu greffé provenait d'un embryon de rat. C'est-à-dire qu'il était constitué de cellules nerveuses jeunes, donc encore capables de se multiplier ; ce qui n'est plus le cas des cellules d'un tissu nerveux adulte. C'est pourquoi le greffon a pu s'implanter en lieu et place du tissu lésé.

Il faudra de nombreuses années avant que l'on puisse passer de l'animal à l'homme, comme on le devine. Ce qui n'enlève certes rien à l'importance de la prouesse réalisée aux Etats-Unis. Car la démonstration est faite que des lésions cérébrales irréversibles peuvent être réparées. La maladie de Parkinson, à laquelle se sont attachés les chercheurs (1) en est un bon exemple.

Décrise en 1817 par James Parkinson, dans son « Essai sur la paralysie agitante », elle se caractérise par son développement dans la deuxième moitié de la vie et par une évolution lente et progressive. En effet, les premiers signes sont souvent peu évocateurs : douleurs, fatigabilité rapide, réduction de l'activité. Et, il n'est pas rare que ces manifestations initiales conduisent à un diagnostic de rhumatisme ou d'état dépressif. Mais dès qu'apparaissent des tremblements et des troubles de la posture et des

mouvements, le diagnostic peut alors être sûrement établi.

La plupart des auteurs admettent que cette maladie serait héréditaire, c'est-à-dire liée à un gène anormal qui entraînerait la dégénérescence d'une structure bien particulière du cerveau (le locus niger). Normalement, mouvements et posture sont contrôlés et régulés par des systèmes logés dans la profondeur du cerveau : les noyaux gris centraux ; c'est-à-dire le striatum (noyau caudé et putamen), le pallidum et le locus niger.

Le locus niger est le chef d'orchestre des autres noyaux. En effet, on a remarqué qu'il leur est relié par des fibres nerveuses et que c'est par un médiateur chimique, la dopamine, qu'il leur envoie ses instructions. En fait, ces ordres sont envoyés directement au striatum ; c'est-à-dire au noyau caudé et au putamen, d'où après relais, ils sont transmis au pallidum. Comment ? La dopamine libérée au niveau du locus niger provoque un influx dans la cellule nerveuse en contact avec ce noyau. La cellule ainsi stimulée libère à son tour de la dopamine qui déclenche un influx dans la cellule nerveuse suivante et ainsi de suite. De ce fait, lorsque le locus niger est lésé, il s'ensuit une baisse de dopamine à son niveau et une absence d'ordres au putamen et au noyau caudé. Livrés à eux-mêmes, ceux-ci agissent alors n'importe comment, avec pour conséquence les troubles caractéristiques du syndrome parkinsonien.

Normalement, le traitement des parkinsoniens devrait faire appel à la dopamine. En fait, on sait

depuis longtemps que cette substance administrée par voie générale ne traverse pas la barrière hémato-méningée, c'est-à-dire qu'elle ne pénètre pas dans le cerveau. Aussi, lui préfère-t-on son précurseur la L. dopa qui, elle, n'a pas cet inconvénient. Administrée par inhalation, la L. dopa, une fois dans le système nerveux, est transformée en dopamine sous l'action d'une enzyme, la dopa décarboxylase.

Tout serait parfait si la L. dopa ne présentait pas certains inconvénients, au premier rang desquels une diminution croissante d'efficacité ; ce qui oblige à augmenter les doses.

Comme il n'existe pas naturellement de rats parkinsoniens, les chercheurs ont été obligés d'induire la maladie chez ces animaux. Pour cela, ils leur ont détruit unilatéralement, à l'aide de 6-hydroxydopamine, les fibres nerveuses qui relient le locus niger aux autres noyaux.

La destruction ayant eu lieu dans l'hémisphère droit, les troubles moteurs sont apparus dans les membres opposés à cet hémisphère, c'est-à-dire dans les membres gauches. Troubles qui se sont traduits par de légères rotations des animaux sur eux-mêmes, dans le sens des aiguilles d'une montre. En fait, ces troubles n'étaient pas assez accentués pour être mesurés. Autrement dit, si on avait pratiqué directement la greffe à ces animaux, il aurait été difficile de comparer leur démarche avant et après l'opération. Les chercheurs ont donc procédé autrement : avant de faire la greffe, ils ont injecté aux rats un dérivé de la morphine, l'apomorphine. Cette substance a une action identique à celle de la L. dopa, mais en beaucoup plus accentuée. L'apomorphine a donc stimulé fortement les récepteurs dopaminergiques du noyau caudé et du putamen situés dans l'hémisphère droit. Car, rappelons-le, ces récepteurs n'étant plus innervés du fait de l'administration des 6-hydroxydopamine, pouvaient être, par conséquent, atteints directement.

L'administration de cette substance a entraîné le rétablissement des mouvements des membres gauches. Mais ces mouvements étaient, bien entendu, beaucoup plus accentués que ceux des membres droits soumis, eux, au seul contrôle dopaminergique de l'hémisphère gauche non lésé. Du fait de ce déséquilibre, les animaux ont tourné sur eux-mêmes

de manière très caractéristique cette fois, dans le sens contraire des aiguilles d'une montre. Pour chaque animal on a compté le nombre de rotations à l'heure. Puis, ces animaux reçurent un greffon de tissu nerveux prélevé dans le mésencéphale ventral d'un cerveau de fœtus de rat. De par son origine, ce greffon était susceptible de contenir des cel-

nombre de tours avait décrété de 70 %, furent rangés dans le groupe I, alors que les quatre autres chez qui le nombre de tours avait seulement décrété de 10 %, furent classés dans le groupe II. Puis on disséqua les animaux. Les études histologiques montrèrent que le tissu greffé avait bien survécu chez les rats-hôtes et qu'il s'était développé normale-

chez tous les rats, une invasion du noyau caudé par les fibres nerveuses provenant du greffon : les fibres formaient un véritable treillis autour de ce noyau. Curieusement, cette invasion ne toucha ni le putamen, ni le pallidum. On remarqua aussi que quelques fibres s'étaient infiltrées dans d'autres tissus profonds du cerveau, comme l'hippocampe et le fornix, ce qui pourrait expliquer les attitudes pathologiques notées chez ces animaux. Enfin, toutes ces fibres contenaient de la dopamine.

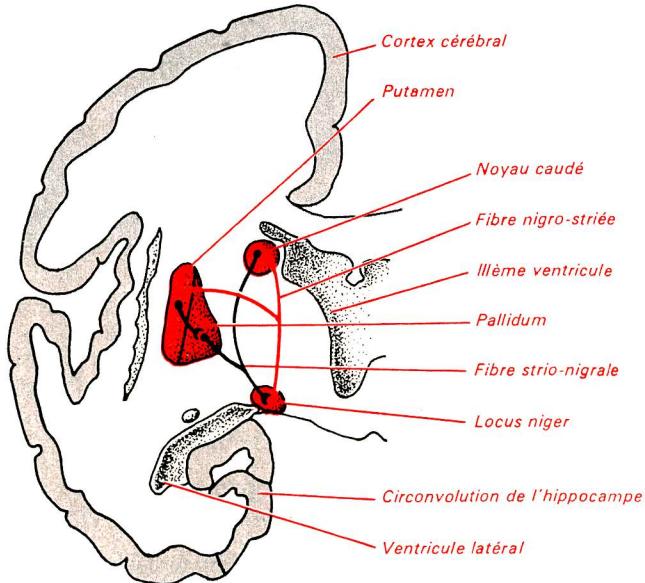
Enfin, on sut pourquoi les rats des groupes I et II présentaient un comportement différent. D'une part, il était à mettre au compte des différentes opérations pratiquées chez les animaux. Chez ceux du groupe I, elles avaient été faites correctement, notamment celle qui consistait à détruire avec la 6-hydroxydopamine, les fibres innervant le putamen et le noyau. Chez les rats du groupe II, par contre, on releva des fautes de manipulations, avec la mise en évidence de cellules résiduelles. D'autre part, ce comportement différent provenait de la localisation du greffon : chez les rats du groupe I, il se trouvait situé dans la partie antérieure du ventricule latéral de l'hémisphère droit, alors que dans le groupe II, il se trouvait situé plus postérieurement.

Pratiquer un tel type de greffe chez l'homme soulève de nombreux problèmes moraux, techniques (stockage, conservation) et de compatibilité tissulaire.

La fréquence de la maladie de Parkinson dans la population paraît être de l'ordre de 0,6 à 1,14 %. C'est à la fois peu et beaucoup. On comprend donc l'espérance des médecins et des malades. Mais on insistera sur la nécessité de ne pas « s'emballer ». Car, comme nous l'a dit le Dr James Goldberg, neurochirurgien à l'hôpital Necker, à Paris : « La complexité du cerveau humain est telle, qu'on risquerait, en pratiquant une telle opération, de lésier des centres vitaux, ce qui conduirait les patients à une mort certaine. Certes, il s'agit là d'une belle expérience, mais elle soulève trop de questions auxquelles personne ne peut répondre à l'heure actuelle. »

Pierre ROSSION ■

(1) Mark J. Perlow, William J. Freed, Richard Jed Wyatt, Institut National de la Santé, Washington DC (Etats-Unis) ; Barry J. Hoffer, Université du Colorado, Denver (Etats-Unis) ; Ake Seiger, Lars Olson, Institut Karolinska, Stockholm (Suède).



Qu'est-ce que la maladie de Parkinson? Les mouvements volontaires et les adaptations fines des gestes sont contrôlés par les noyaux gris centraux du cerveau : locus niger, noyau caudé, putamen, pallidum. Du locus niger sont envoyés des ordres, par l'intermédiaire d'un médiateur chimique, la dopamine, au noyau caudé et au putamen, où ils sont intégrés. De là, ils reviennent au locus niger par un système en feed back, via le pallidum, où ils sont modulés. Toute altération du locus niger entraîne par insuffisance de dopamine, des troubles moteurs : la maladie de Parkinson.

lules nerveuses sécrétrices de dopamine. La greffe elle-même a consisté à injecter, à l'aide d'une seringue, le greffon dans le ventricule latéral de l'hémisphère droit. Neuf animaux furent ainsi traités ; quatre semaines après la greffe, ces animaux reçurent une nouvelle dose d'apomorphine. Surprise ! Les animaux tournaient moins en rond qu'avant. Autrement dit, cela pouvait témoigner que les récepteurs du noyau caudé et du putamen avaient retrouvé une innervation normale ; c'est-à-dire qu'ils seraient devenus sensibles à la dopamine seule et non plus à l'apomorphine qui n'aurait plus eu accès à ces récepteurs. Mais encore fallait-il en apporter la preuve.

Après avoir compté le nombre de rotations à l'heure pour chaque rat, on a départagé les animaux. Cinq rats, chez qui le

ment. Ces faits appellent deux questions. Apparemment, les chercheurs ne s'étaient pas inquiétés de la compatibilité tissulaire entre le donneur (le fœtus) et le receveur (le rat greffé) ; aussi, logiquement, on aurait dû s'attendre au rejet de la greffe ; or, il n'a pas eu lieu.

Une hypothèse que l'on peut avancer pour expliquer la réussite serait que le fœtus, n'ayant pas encore développé de système immunologique, présente des tissus tolérables par le receveur. La prolifération du tissu greffé chez le receveur est plus claire. En effet, les cellules nerveuses de ce tissu étant encore au stade de neuroblastes, c'est-à-dire à un stade non différencié, conservent la potentialité de se diviser et de se multiplier, ce que ne font pas les cellules nerveuses adultes. Une dissection plus fine révéla

Renseignez-vous avant de lui offrir l'éternité.

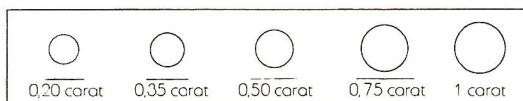


Renseignez-vous sur votre diamant de fiançailles, c'est lui qui donne toute sa valeur à votre bague.

Il n'existe pas deux diamants pareils et pour estimer leur valeur et leur prix, on tient compte de quatre facteurs : le poids, la taille, la couleur et la pureté.

Qu'est-ce que le carat ?

Unité de poids du diamant, le carat est divisé en centièmes de carat ou points. Chaque diamant a un poids très précis, demandez-le. Ci-dessous sont illustrées quelques grosseurs courantes de diamant.



Importance de la taille ?

La taille est le travail qui donne au diamant tout son éclat, sa vie et en fait une pierre unique. Seul le diamant peut tailler le diamant, c'est la pierre la plus dure que nous connaissons.



Autres critères d'évaluation du diamant ?

Votre bijoutier vous parlera également des deux autres facteurs ayant une incidence sur la beauté et le prix d'un diamant.

La couleur : On croit que les diamants n'ont pas de couleur, mais la plupart ont une légère coloration, les plus exceptionnels sont donc ceux s'approchant du "blanc absolu" ou alors dont la coloration est très franche. Sachez qu'il existe des diamants bleus, rouges, verts, roses.

La pureté : D'origine cristalline, la plupart des diamants présentent des inclusions généralement invisibles à l'œil nu. L'important est qu'elles n'empêchent pas le passage de la lumière à travers le diamant, donc n'affectent pas sa beauté.

Combien dépenser pour votre bague de fiançailles ?

Traditionnellement, le prix d'une bague de fiançailles représente environ un mois de salaire, mais c'est à chacun de décider... il y a tant de diamants différents que vous trouverez toujours celui qui correspond à votre goût et à votre budget.

Pour choisir votre bague de fiançailles, rendez visite à un spécialiste du diamant, votre bijoutier Orco.

Les bijoutiers Orco proposent à leurs clients 12 montures au choix, la possibilité de bénéficier d'un plan de financement et la garantie Orco, c'est-à-dire le poids du diamant gravé dans la bague.

Pour connaître le bijoutier Orco le plus près de chez vous, renseignez-vous auprès du Club Orco : 157 rue des Blains 92220 Bagneux. Tél. 66416 22. CLUB

ORCO

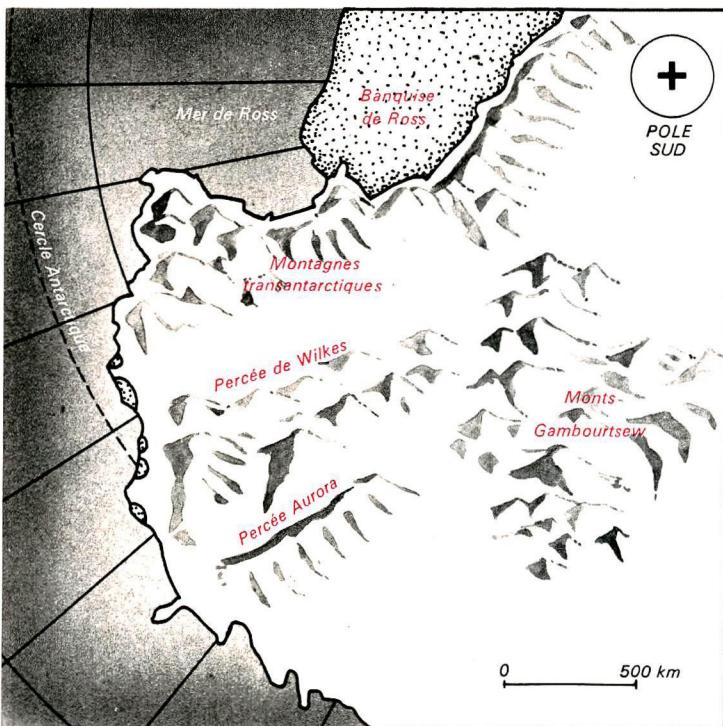
Un diamant est éternel.

RECHERCHE

GEOLOGIE

LES SECRETS DE L'ANTARCTIQUE

Une vaste étude systématique du relief de l'Antarctique par radar, sismologie et relevés magnétiques, a été effectuée, il y a quelques mois, par le Scott Polar Research Institute, de Cambridge, en Grande-Bretagne. Ses résultats sont importants à plusieurs points de vue.



On ignorait, par exemple, rapporte le chef de ce travail, David J. Drewry, que sous la surface généralement lisse de l'Antarctique, se cache un relief très escarpé. Près du 135° parallèle, à la frontière de la section de l'Antarctique sous contrôle français, la Terre-Adélie, il y a un pic de quelque 2 500 m ; mais tout de suite à l'est, il y a une formidable banquise qui s'enfonce à plusieurs milliers de mètres sous le niveau de l'Océan ; ce serait la plus gran-

de réserve mondiale d'eau douce. La grande vallée qui se trouve entre les deux a été appelée, tout récemment, Bassin Aurora, en hommage à l'explorateur australien, Sir Douglas Mawson, dont le navire s'appelait aussi « Aurora ».

L'existence d'au moins un vaste lac d'eau douce, long de plus de 150 km, a été également confirmée. Sa formation, de même que celle d'autres lacs antarctiques, s'explique par la fonte de la banquise à sa face

inférieure, sous l'effet de la chaleur de la croûte terrestre. On a retrouvé, sous la banquise, dont l'épaisseur atteint en quelques endroits plus de 3 000 m d'épaisseur, de grands plateaux et des bassins sédimentaires tels qu'on en trouve en Australie et en Afrique. Les relevés magnétiques devraient permettre de définir la ligne de démarcation entre les deux grandes plaques qui forment l'Antarctique, l'une provenant de l'Afrique et l'autre de l'Australie. On suppose que ces plaques, arrachées aux deux continents lors de la Grande Dérive, se seraient rejoindes au Pôle et qu'elles auraient pivoté ensemble sur l'axe terrestre pour former l'actuelle Antarctique, au cours des 60 derniers millions d'années.

L'étude du relief montagneux enfoui sous la banquise devrait contribuer beaucoup à cette définition ; on en a retrouvé une chaîne en zone soviétique, appelée Monts Gamourtsew.

Mais on ne s'explique pas encore pourquoi la banquise est, pour ainsi dire, « feuillettée » ; des sondages ont, en effet, appris qu'elle se compose de plusieurs couches, dont quelques-unes accusent une densité très forte et même, étonnante. Une fois que tout cela aura été fait, on en saura bien davantage sur l'histoire récente de la planète.

● ● **Trop d'insuline dans le sang exposerait aux maladies cardiovasculaires**, selon des études récentes effectuées sur... 1 000 agents de police de Helsinki.

NOUVEAUX REMOUS AUTOUR DU CRANE DE PILTDOWN

En 1912, un paléontologue amateur nommé Dawson mit au jour des fragments de crânes préhistoriques dans le Sussex. Il les soumit à un ami qui était aussi un collaborateur, Smith Woodward, qui s'empressa d'y voir une preuve des théories évolutionnistes de Darwin. L'homme de Piltdown, du nom du comté où la découverte eut lieu, fut nommé *Eoanthropus dawsonii*. Il présentait cette particularité d'avoir, si l'on peut dire brièvement, le crâne « moderne » et la mâchoire, « archaïque ». Cela, c'est de l'histoire. C'est aussi l'un des cas les plus célèbres de bavures scientifiques, le record étant sans doute détenu par l'illustre mathématicien Chasles, qui avait acheté des lettres de Marie-Madeleine à Jésus, rédigées en vieux français.

Dawson et Smith Woodward devinrent rapidement célèbres. Puis, crac ! l'on découvrit quelques années plus tard des fossiles africains, qui indiquaient que l'évolution de l'homme avait suivi un chemin bien différent : c'est la mâchoire qui s'était « modernisée », alors que le crâne était resté archaïque. Le Pr. Sollas acquit à son tour la célébrité en démontrant que le crâne de Piltdown avait été fabriqué avec des débris de deux crânes différents et gros-

vient de jeter, d'outre-tombe, un beau pavé dans la mare. Dans un enregistrement réalisé peu avant sa mort, l'automne dernier, Douglas révèle que, si le crâne de Piltdown est incontestablement un faux, ce ne sont pas les infortunés Dawson et Woodward Smith qui en sont les auteurs, mais bien Sollas lui-même. C'est Sollas qui les aurait fabriqués, puis fait découvrir impromptu par Dawson. C'était une méchante farce, car Sollas exécrerait Woodward Smith, qu'il

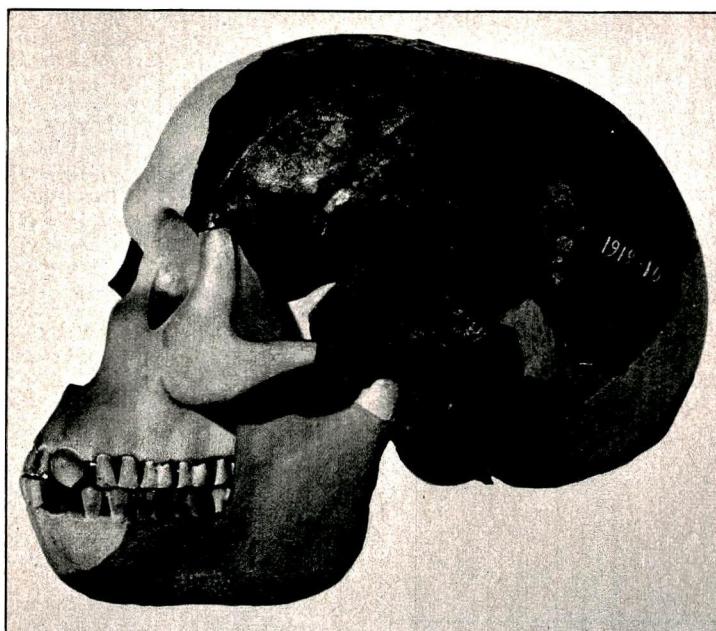
Dawson par un élève de fouiller sur le site où il avait lui-même enfoui les vestiges du faux Homme de Piltdown ; et c'est encore lui qui, selon Douglas, aurait vieilli les fragments au bichromate de potassium... Les paléontologues du monde entier trouvent les révélations de Douglas scandaleuses et la facétie de Sollas bien peu académique. Et sa manière de se débarrasser d'un rival prétentieux bien cruelle.

Il faut dire que Woodward Smith n'avait pas volé sa déconvenue : n'avait-il pas cru reconnaître, sur le lieu où gisait son Homme de Piltdown, les vestiges préhistoriques d'une batte de cricket ? Ce qui lui faisait conclure que l'Homme de Piltdown était essentiellement anglais...

ANTHROPOLOGIE

DE QUOI EST MORT L'HOMME DE NÉANDER- THAL ?

Pour le Dr Alfred Czarnetzki, de l'Université de Tübingen, en Allemagne, l'Homme de Néanderthal mourait aussi de sénilité ; il se base pour le dire sur l'analyse aux rayons X des vestiges d'un de ces ancêtres, découverts il y a 157 ans et conservés au Rheinisches Landesmuseum, à Bonn. Mais le directeur de ce musée déclare ignorer, lui, pourquoi l'espèce même a disparu. Selon les Soviétiques, elle n'a pas tout à fait disparu et l'Abominable Homme des Neiges ne serait, en fait, qu'un Homme de Néanderthal, dont il existerait quelques spécimens dans l'Himalaya et dans le Saskatchewan. Quant aux Américains, qui ont forcément leur opinion, l'espèce a quand même disparu, faute de vitamine C...



Le célèbre crâne de Piltdown : c'était un piège tendu à un paléontologue incomptéte et vaniteux...

sièrement vieilli au bichromate de potassium. Le ridicule enterra Dawson et Smith Woodward avant la mort. Quand, en 1953, on soumit le crâne de Piltdown à une datation au carbone 14, on vérifia que c'était bien un « faux fossile ».

Mais voilà que le successeur de Sollas, le Dr James A. Douglas, titulaire de la chaire de géologie à l'Université d'Oxford,

tenait pour incomptéte, ce qui est vrai, et pour prétentieux. Sollas s'était déjà livré à une répétition générale de sa farce, en faisant soumettre à Woodward Smith un faux fragment d'os préhistorique orné d'une gravure de cheval. Là déjà, Woodward Smith n'y avait vu que du feu ; ce qui décida Sollas à monter sa grande opération Piltdown. Il fit suggérer à

HYPERTENSION: LES PR. MEYER ET GARAY NOUS ÉCRIVENT

Estimant avoir été « décriés » par notre article sur la paternité des découvertes en matière d'hypertension, les professeurs Meyer et Garay invoquent le droit de réponse pour leur défense.

En mars et avril derniers, l'annonce de notre découverte concernant l'hypertension artérielle a bouleversé le calme de notre laboratoire.

Nous avons répondu assez largement à la demande d'information de beaucoup de journalistes.

Malheureusement, la reprise des activités de recherches déjà trop interrompues ne nous a pas permis de recevoir M. Pierre Rossion de « Science et Vie » et certaines erreurs qui se sont glissées dans son article auraient pu sans doute être évitées. Par ailleurs, celui-ci ne peut évidemment pas être considéré expert des globules rouges et de l'hypertension artérielle. Ces faits ont certainement contribué à ce qu'il n'a pas compris nos expériences et particulièrement le rapport de celles-ci avec des travaux antérieurs menés par d'autres auteurs et également pas nous-même. Nous n'avons pas l'intention de les détailler ici et tout lecteur de « Science et Vie » que cela intéresse peut lire les publications originales du Lancet (Vol. 1, page 349, 1979) et du Cpte. R. Acad. Paris (288, D, 453, 1979) et le rapport moins technique que nous en avons fait dans « La Recherche » du mois de juin.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur de nombreuses accusations que sous-entend l'article de P. Rossion, car elles se disqualifient par elles-mêmes et ne peuvent guère toucher que leur auteur. Nous nous limiterons à certains points précis, telle que l'affirmation « Une voie de recherche potentiellement intéressante a été ouverte par l'équipe de Y. Postnov... Cette découverte extrêmement intéressante a été confirmée par P. Meyer et R. Garay... » mérite une réponse car elle est scientifiquement inexacte. En effet, dans les globules rouges des hypertendus essentiels, Postnov et col. ont observé une augmentation de la sortie unidirectionnelle de sodium radioactif, et

en ce qui nous concerne, nous avons observé une diminution de la sortie nette de sodium de ces globules rouges chargés en sodium. Si M. Rossion croit qu'il s'agit d'une confirmation du même phénomène, nous serions ravis de le recevoir afin de recueillir ses explications ; elle contribueraient, en effet, fondamentalement à la connaissance et à la lutte contre l'hypertension artérielle. C'est donc bien nos résultats et non ceux de Postnov et col. qui conduisent directement à penser que les hypertendus retiennent une certaine quantité de sodium dans les cellules parce que celles-ci ne sont pas en mesure de l'expulser correctement. Nous tenons enfin à préciser que nos travaux, contrairement à ce qui est dit, plutôt que de comprendre le mécanisme de l'hypertension artérielle visent à la mise au point d'un test pratique et simple permettant de déceler chez des enfants d'hypertendus ceux qui sont porteurs d'une anomalie globulaire similaire à celle que nous avons trouvée chez leurs parents. Ceci représente le premier test potentiellement applicable en clinique pour la prévention de l'hypertension artérielle.

En fin de compte, c'est l'amélioration des patients que nos efforts visent. Par rapport à ce but fondamental, certaines arguties de M. Rossion paraissent assez dérisoires.

Réponse de « Science et Vie »
Pour MM. Meyer et Garay, nous n'aurions rien compris à leurs travaux. Nous sommes toutefois certains d'avoir compris la manipulation linguistique à laquelle ils se livrent : il est bien exact que Postnov a décelé une augmentation de la sortie unidirectionnelle de sodium ; mais pourquoi donc nos correspondants omettent-ils de préciser que Postnov a également établi que, chez l'hypertendu essentiel, il y a également augmentation de l'entrée passive de sodium ? Faut-il rappeler

comment Postnov l'a établi ? En bloquant la pompe à sodium avec de l'ouabaïne ; c'est cela qui a permis de mettre en lumière l'augmentation de la perméabilité passive de la membrane. C'est Postnov qui conclut (Pflügers Arch. 371, 1977, p. 267) : « L'augmentation de la vitesse d'entrée de la composante insensible à l'ouabaïne (NDLR : c'est-à-dire de la perméabilité passive) de l'échange Na/Na est la cause principale de l'entrée de sodium radioactif et de l'augmentation de la quantité totale de sodium dans les globules rouges des malades atteints d'une hypertension essentielle. »

Nous sommes très heureux de constater que MM. Meyer et Garay (The Lancet, 17 février 1979 p. 352) arrivent exactement à la même conclusion que Postnov, mais deux années après : « En conséquence, disent-ils, les globules rouges des malades hypertendus essentiels modérés et de certains sujets normotendus jeunes, descendants de parents hypertendus sont très probablement caractérisés par une augmentation de l'activité de la pompe Na⁺-K⁺. Ce processus peut être dû à l'augmentation des flux Na⁺ de dissipation (NDLR : c'est-à-dire de l'augmentation de l'entrée passive de sodium). »

MM. Meyer et Garay citent là heureusement, et justement, les travaux de Postnov et de son équipe. Ils arrivent ensuite à la conclusion que l'augmentation de l'activité de la pompe à Na⁺-K⁺ doit être considérée « comme un mécanisme de compensation ». Donc, en utilisant une méthode moins précise que l'équipe Postnov, ils détectent un changement secondaire du fonctionnement membranaire tout en arrivant à la même conclusion que l'équipe russe. Où est donc le problème ? Et l'objection de nos correspondants ne ressemble-t-elle pas à s'y méprendre à la célèbre discussion sur le cas de Jeannot : quand Jeannot a mangé les cerises de son cerisier, faut-il dire qu'il y a moins de cerises sur le cerisier ou plus de cerises dans l'estomac de Jeannot ?...

Nous signalerons enfin la nature contradictoire d'une attitude qui consiste à ne pas recevoir un journaliste parce que l'on a répondu « assez largement » à d'autres, puis à critiquer ce journaliste parce qu'il a écrit son article sans avoir été reçu. Et l'on se demandera qui est responsable d'« arguties dérisoires »...

P. R. ■

CANCER : DÉTENDRE ET CHAUFFER ?

On n'attaque pas seulement le cancer sur le front de la biologie et de la génétique, mais également sur ceux de la psychosomatique et des traitements parallèles.

Nous avons déjà signalé dans « Science et Vie » l'intérêt d'un certain nombre de médecins pour l'influence des facteurs psychiques sur le cancer. Sans aucunement douter de la valeur des thérapeutiques habituelles, le Pr. G. Meyer, directeur d'une unité de recherches de l'INSERM à l'Institut Paoli-Calmette, à Marseille, a déclaré récemment à notre confrère « Tonus » que les théories sur le psychisme méritent d'être retenues. Des expériences sur l'animal ont, en effet, indiqué que l'évolution de cellules cancéreuses est plus rapide chez des souris stressées que sur des souris non stressées. Le stress était, en l'occurrence, provoqué par des ultra-sons.

Chez l'homme, on considère comme stress toute situation physique ou psychique qui impose un effort de résistance anormal. Cela va donc d'un environnement toxique ou trop bruyant à une situation conjugale déplorable.

Par ailleurs, le Pr. Israel, de l'Institut Gustave-Roussy, confirme ses espoirs dans le traitement des cancers par hyperthermie. En faisant « chauffer » des tumeurs aussi diverses que des tumeurs du pancréas, des tumeurs profondes pulmonaires, des sarcomes inextirpables, le Pr. Israel a réussi à obtenir, dans un tiers des cas, des guérisons partielles, dans un autre tiers, des stabilisations et, dans le dernier tiers, des échecs.

L'échauffement est obtenu en soumettant les tumeurs à des ondes à haute fréquence (13,56 MHz). L'action des ondes est ainsi expliquée : les tissus sains se débarrassent de la chaleur superflue par rayonnement, alors que les tissus cancéreux, moins bien irrigués, se laissent intoxiquer et dépérir. La méthode a au moins l'avantage d'être peu coûteuse et peu pénible. Néanmoins, le Pr. Israel recommande « de ne pas s'embêler »...

Bref, on pourrait prévenir relativement le cancer en enlevant les malades à des milieux stres-

sants et on augmenterait l'espérance de vie en les « chauffant ».

ALIMENTATION

ENFANTS ET BOTULISME

Nous mangeons tous, tout au long de l'année et de la vie, des spores du *Bacillus botulinus* et nous ne nous en portons pas plus mal, parce que ces spores ne peuvent pas croître comme ils le font, par exemple, dans des conserves mal préparées, et fabriquer leur toxine mortelle ; notre milieu intestinal ne leur est pas favorable. Le but de la pasteurisation est de détruire ces spores.

Toutefois, ces spores peuvent se développer dans l'intestin de jeunes enfants, pour des raisons que l'on ne connaît pas encore. C'est du moins ce qui ressort de travaux menés au Wisconsin-Madison Food Research Institute, aux Etats-Unis.

Deux morts d'enfants par botulisme ont été enregistrées aux Etats-Unis en 1976 ; ce n'est pas beaucoup et il n'y a donc pas lieu de s'alarmer outre mesure ; car, pour une raison également inconnue, la toxine botulinique peut atteindre dans l'estomac de jeunes souris 800 fois (nous disons bien huit cents !) la dose mortelle pour une souris adulte, et pourtant, les jeunes souris n'en sont pas mortes.

Tout semble donc être pour le mieux dans le meilleur des mondes, ou presque. Il n'en reste pas moins qu'à la fois l'incapacité de l'intestin d'enfant à bloquer le développement des spores de *B. botulinus* et son insensibilité à sa toxine méritent amplement l'analyse.

La source alimentaire principale de spores semble être le miel, aussi suggère-t-on aux parents de ne pas donner de miel aux enfants avant l'âge d'un an, mais ce n'est là qu'une suggestion, car les spores en question peuvent se trouver partout et, aussi bien, dans la simple poussière domestique.

UN CŒUR « PLASMATIQUE » SECONDE-T-IL L'AUTRE ?

C'est avec une surprise certaine que les médecins occidentaux ont pris connaissance, en traduction, d'un article médical récemment paru dans la « Pravda » : selon le Dr A. Tzyb, directeur d'un groupe de chercheurs à l'Institut de Médecine radiologique de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S., il existe dans notre organisme un « deuxième cœur ». Ce serait, en fait, le tronc lymphatique thoracique, « tuyau » comportant 28 valvules, s'étirant le long de l'épine dorsale, et brassant cinq à six litres de sang dans le même temps que le cœur brasse le sang. Son activité, assure le Dr Tzyb, serait autonome, indépendante et de la respiration et de la circulation cardiaque.

La surprise procède de ce que les coeurs lymphatiques proprement dits n'existent pas chez les mammifères et que la circulation de la lymphe s'exerce, ainsi qu'en enseigne dans toutes les facultés, par des forces externes et non internes. On sait ainsi que les pulsations des artères adjacentes, telles que l'aorte, contribuent à la circulation de la lymphe. Qui plus est, on a démontré expérimentalement l'influence du mouvement du corps sur la lymphe : si l'on insère une canule au sommet du tronc lymphatique que le Dr Tzyb estime être un « cœur lymphatique », la lymphe ne s'en écoule pas. Ce qui infirmerait l'hypothèse d'une pulsation. Quant aux valvules lymphatiques, elles sont connues, il n'en semble, depuis longtemps. Information à suivre.

MEDECINE

« UN SEUL CACHET ET DES MICRO-ONDES »

Des travaux américains indiquent que des micro-ondes faibles (1 milliwatt par centimètre carré) potentialisent des drogues neurotropes telles que le chlordiazépoxide.

LES BACTÉRIES AIMANTÉES

Pourquoi certaines bactéries se dirigent-elles toujours vers le nord ? C'est parce qu'elles portent en elles de minuscules compas qui leur permettent de s'orienter sur le champ magnétique terrestre.

C'est ce que vient de découvrir le Dr Richard B. Frankel, du Massachusetts Institute of Technology (Francis Bitter National Magnet Laboratory). Selon ce chercheur, les bactéries synthétisent elles-mêmes ce compas, constitué de magnétite, matériau composé de fer et d'oxygène, et qui existe à l'état naturel. L'importance de la découverte tient au fait que c'est la première fois que l'on découvre une espèce animale dont la perception du champ magnétique n'est pas due à une sensibilité quelconque à ce champ, mais à un compas incorporé de façon permanente.

Quelle serait l'utilité de ce compas ? D'abord, elle permettrait un repérage par rapport au milieu, les bactéries étant trop petites pour ressentir la gravité dans l'eau ; ensuite, elle leur permettrait de se rapprocher de la terre, « nord » voulant dire « bas », puisque, dans certaines régions la composante verticale du champ magnétique terrestre est plus forte que la composante horizontale. Cette hypothèse devrait toutefois être vérifiée par des expériences à réaliser dans l'hémisphère Sud.

La question qui se pose actuellement est celle-ci : est-ce que d'autres espèces animales posséderaient également des compas incorporés ? Il y a lieu de le supposer, étant donné que, depuis plusieurs années déjà, des chercheurs ont décelé la présence de magnétite dans la tête des pigeons et dans l'abdomen des abeilles. La découverte de Frankel, si elle se vérifie pour d'autres espèces animales, devrait amener à reconsiderer les hypothèses jusqu'ici admises sur les systèmes d'orientation animaux par rapport au Soleil.

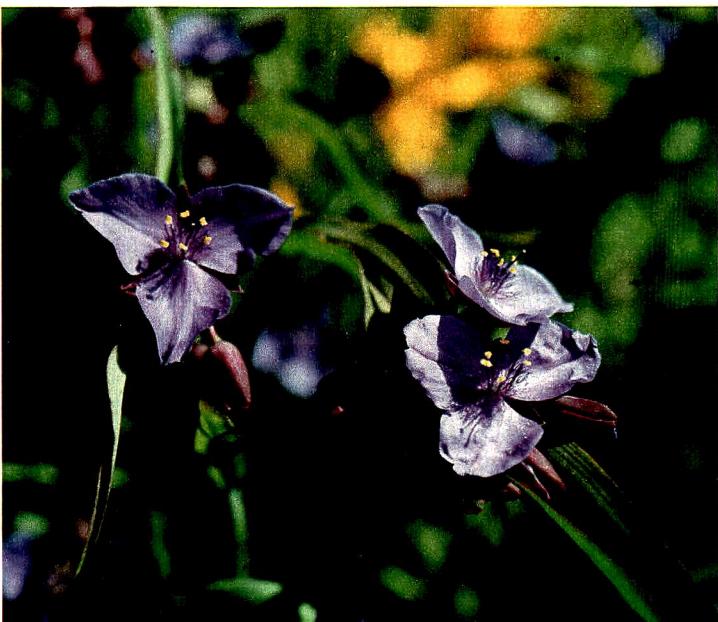
L'existence de bactéries s'orientant sur le champ magnétique terrestre fut établie en 1975, par Blakemore. Depuis lors, on a trouvé de nombreuses bactéries aimantées. Ce qui a mené Frankel à sa découverte est la présence de quantités de fer décuplées de la moyenne dans les bactéries en question. C'est alors qu'il conçut et construisit

l'appareillage qui lui permit de vérifier son idée. Il s'agit d'un appareillage très sensible à la présence d'un isotope déterminé du fer, le fer-57. Cela aboutit à l'identification de la magnétite.

Les particules de magnétite ont une dimension déterminée : 0,05 micron ; ce sont les seules qui soient susceptibles de constituer un bon compas. Les photos de

bactéries aimantées réalisées au microscope électronique ont permis de compter de 22 à 25 particules de magnétite par bactérie, disposées en ligne droite le long de l'axe longitudinal de celle-ci. Ce compas mesure donc quelque 25 millimètres de millimètre. Son nord est disposé à la tête de la bactérie ; et c'est pourquoi celles-ci se dirigent vers ce pôle.

POLLUTION



LES ÉPHÉMÈRES, INDICATRICES DE RADIOACTIVITÉ

Si vous craignez que votre maison de campagne se trouve dans une région radioactive, faites donc pousser dans votre jardin des éphémères, dites encore tradescanties de Virginie.

Leurs fleurs, normalement bleues, virent au rose dès qu'il traîne alentour des radiations ionisantes. C'est le Dr Sadao Ichikawa, généticien de l'Université Saitama, au Japon, qui vient de le découvrir. Le laboratoire atomique de Brookhaven, à Long Island, aux Etats-Unis, prend la découverte très au sérieux et vient de la publier dans son bulletin.

Chaque fleur d'éphémère compte six étamines garnies de poils normalement bleus. Les radiations ionisantes détruirait, se-

lon le Dr Ichikawa, le matériel génétique responsable de la couleur bleue. L'intensité du vif-bleu au rose dépend de celle des radiations ionisantes.

Par ailleurs, les éphémères se comportent de la même manière en présence de polluants tels que les gaz d'échappement automobiles, les anhydrides sulfureux et les pesticides. Pour les cultiver dans de bonnes conditions, il faudra donc le faire loin d'une route et sur une terre non polluée par des pesticides.

ANTHROPOPHAGIE ET DIÉTÉTIQUE : UNE RÉFUTATION

Plusieurs anthropologues avaient avancé, il y a quelques années, que l'anthropologie, et par conséquent les guerres tribales que se livraient des populations primitives, s'expliquerait par un besoin en protéines*.

Les arguments avancés en faveur de cette hypothèse n'ont pas enchanté deux anthropologues, MM. Napoléon A. Chagnon, de l'Université d'Etat de Pennsylvanie, et Raymond B. Hames, de l'Université de Californie à Santa Barbara. Ils ont donc repris l'enquête pour leur compte, à zéro.

Pour eux, les premières estimations faites sur la consommation de calories étaient fausses. En ce qui concerne la tribu amazonienne des Yanomamo, qui vit à la frontière entre le Brésil et le Vénézuela, Carneiro avait déjà démontré que ces estimations se fondaient sur des idées très approximatives des modes alimentaires habituels de ces Indiens. Les Yanomamo ne vivent pas que de chair humaine, mais ils pratiquent traditionnellement la pêche et la chasse ; cela, assurent Chagnon et Hames, leur assure un approvisionnement en protéines de 200 % supérieur à ce que les diététiciens recommandent et, en particulier, 52 g de protéines par jour, contre 75, moyenne de l'Occidental suralimenté. Et encore, notent les anthropologues, cette ration ne comprend pas les protéines tirées de sources occasionnelles, telles que les crustacés, les grenouilles, et divers insectes consommés crus ou grillés (larves d'abeilles, millepattes, termites, fourmis, etc., riches en protéines). Quant à leurs ressources en protéines agricoles, non comprises non plus, elles sont largement suffisantes. Qu'il suffise de rappeler qu'un avocat frais, qui représente 234 calories aux 100 g, contient environ 3 g de protéines.

En conséquence, il faut retourner, pour expliquer les guerres tribales des Yanomamo au moins, aux schémas traditionnels de rivalités et de partages territoriaux. L'anthropophagie n'aurait donc été pratiquée que

pour des raisons extra-alimentaires (probablement magiques, si l'on se réfère à d'autres études anthropologiques).

AERONAUTIQUE

L'AFFAIRE DU BOEING QUI PIQUA DU NEZ

Nous nous étions faits l'écho*, dans l'affaire du Boeing 727 allant de New York à Minneapolis et qui, soudain, piqua du nez à une vitesse voisine du son, des hypothèses sur des turbulences atmosphériques. L'enquête a permis de révéler que les turbulences n'ont pas grand chose à voir dans cette mésaventure : en fait, ce serait un volet de l'aile droite qui, fonctionnant mal, bouleversa les filets d'air autour de l'avion et fit brusquement virer en piqué celui-ci vers la droite, puis vers la gauche, puis vers la droite. Nous supposons que les compagnies aériennes s'intéresseront de plus près au fonctionnement des volets d'ailes...

* Voir *Science & Vie* n° 740.

PSYCHIATRIE

STATISTIQUES SUR LE « COUP DE LUNE »

Il y a bien longtemps que l'on soupçonne la Lune d'être responsable de certains comportements aberrants, particulièrement lorsqu'elle est pleine et qu'elle est nouvelle. On a même forgé une expression imagée pour traduire le désordre qu'elle causerait dans l'esprit : « coup de lune ».

Or, une étude statistique présentée récemment au John Jay College of Criminal Justice, à

New York, et portant sur les délits enregistrés au cours de 24 mois dans cette ville, indique qu'il y a réellement des pics de criminalité en corrélation avec la pleine lune.

En 1972 déjà, un psychiatre de l'Université de Miami, le Dr Arnold Lieber, avait analysé statistiquement les procès-verbaux d'un comté de Floride, celui de Dade, et constaté un pic dans les homicides au moment de la pleine lune ; le taux retombait 72 heures plus tard et remontait à la nouvelle lune (ce qui fait deux jours de criminalité maximale par mois... Pour Lieber, l'attraction de la Lune s'exercerait aussi bien sur les fluides qui constituent 80 % du corps humain, que sur les mers, et cela entraînerait des effets neurologiques inconnus.

RESSOURCES

NE GASPILLONS PAS L'HÉLIUM

Deux rapports officiels du gouvernement américain recommandent de ne pas gaspiller l'hélium, fût-ce pour gonfler des dirigeables : c'est un gaz qui sera particulièrement précieux dans les technologies du XXI^e siècle, et particulièrement dans celle des supra-conducteurs, en raison de sa capacité, justement, d'être supra-conducteur aux basses températures.

On perd chaque année, rien qu'aux Etats-Unis, près d'un milliard de m³ de ce gaz, sous-produit de l'extraction du gaz naturel. Sa plus large utilisation actuellement est le gonflement des dirigeables. Gaz inerte, l'hélium ne présente pas, en effet, les risques d'explosion de l'hydrogène, dont on se servait autrefois pour le gonflement de ces aéronefs.

● ● **Il y a eu en 1978 2 835 incidents dans des centrales atomiques américaines.** Le record semble avoir été battu par la centrale Crystal River 3, en Floride, qui a eu le plus d'incidents, alors que la médaille revient au vieux réacteur de Connecticut Yankee, qui a fonctionné sans problèmes à 97,7 % de sa capacité.

* Voir *Science & Vie* n° 718.

LES PILULES QUI CONDUISENT A L'ACCIDENT

Trois médecins britanniques, Sir Richard Doll, le Dr D.C.G. Skegg et le Dr S.M. Richard, viennent de publier dans le très respectable « British Medical Journal » un avertissement aux médecins et au public concernant les tranquillisants « à la mode », tels que le Librium et le Valium : ceux-ci pourraient multiplier par 5 les risques d'accidents de la route pour les conducteurs qui en prendraient. Ils peuvent causer des altérations du fonctionnement nerveux. Une étude statistique sur 309 accidents de la route en Grande-Bretagne a indiqué, en effet, que 6 victimes conduisaient leurs autos sous l'effet de tranquillisants.

Ces risques ne sont pas nouveaux, car deux géants de l'industrie pharmaceutique, Hoffmann-La Roche et Hoechst, s'efforcent de reconquérir le marché à l'aide d'un nouveau tran-

quillisant qui, justement, ne modifie pas la vigilance intellectuelle.

Par ailleurs, les autorités fédérales américaines ont jugé bon d'avertir le public des dangers

que représentent plusieurs produits neurotropes, tels que les benzodiazépines et les barbituriques, dont ils estiment que la prescription est devenue trop facile.

Non seulement, comme l'indiquent des études, ces drogues ne réduisent le temps d'endorfissement que de 10 à 20 minutes, mais elles n'allongent le sommeil que de 30 à 40 minutes en moyenne ; et non seulement elles produisent la formation de métabolites qui s'accumulent dans le sang, mais elles sont également dangereuses pour les automobilistes tout particulièrement. Spécialement incriminées : les benzodiazépines. Quand on en a pris pendant sept à dix nuits de suite, on se retrouve au matin du huitième ou du onzième jour avec 4 à 6 fois plus de métabolites dans le sang que le lendemain du premier jour.

Le gouvernement fédéral et le corps médical ont réagi sans plaisir quand ils ont aussi découvert que, dans la publicité d'un somnifère à base de flurazépam HCl, le Dalmane, les études sur les effets à long terme étaient pour le moins légères : elles n'avaient porté que sur 10 patients !

Les médecins français ne sont certes pas peu conscients de ces problèmes : par exemple, le numéro 1 de « La Lettre du Psychiatre », nouvelle publication mensuelle des Editions Masson, signale des cas de dépendance après administration prolongée de fortes doses de benzodiazépines, avec des symptômes de « manque » après sevrage qui, dans les cas sévères, rappellent les crises de délirium tremens d'origine alcoolique. Le risque, selon cette publication, resterait très faible : 1 cas pour 50 millions de mois malades d'après une étude récente ; tel n'est pas l'avis du gouvernement américain, qui a même envisagé l'interdiction pure et simple des barbituriques.

ZOOLOGIE



Un castor de la réserve : marqué à l'oreille.

LE SAUVETAGE DES CASTORS EN U.R.S.S.

De même qu'il y a des juges à Berlin, il y a des écologistes en U.R.S.S. ; ils sont partis au secours des castors, dont la population décroissait dangereusement. Ils leur ont installé une réserve dans la région de Voronezj.

Des barrages permettent d'y maintenir un niveau d'eau suffisant et des saules et trembles, dont les feuilles servent d'alimentation aux castors, ont été abondamment plantés. Près de deux rivières, l'Ousmani et l'Iv-nitsa, il existe également une ferme à castors ; il faut dire qu'elle est historiquement la première du monde, puisqu'elle a été fondée en 1932. Les résultats semblent probants : les bêtes seraient plus grosses qu'en liberté et elles se reproduiraient régulièrement. Comme il semble que cet élevage intéresse aussi la pelleterie, on pratique dans cette ferme la sélection par couleur, en faveur des

animaux à fourrure noire ; ils sont accouplés aux individus à fourrure brun clair ; à la première génération, les animaux ont une fourrure brun foncé, mais à la seconde, on compte un quart d'animaux brun clair, une moitié d'animaux brun foncé et un quart d'animaux noirs.

Ces animaux sont exportés, pour la pelleterie, en Pologne, en Allemagne de l'Est et en Mongolie. Le castor ayant donc été sauvé, on a autorisé sa chasse à nouveau depuis 1963, et c'est grâce à cela que l'on trouve plus facilement des peaux de castors sur le marché mondial de la fourrure...

SALT II: des accords de polichinelle

Dans la mesure où chacun des deux Grands possède suffisamment de missiles nucléaires pour faire sauter l'autre et même la planète, on peut se demander à quoi servent des accords de limitation d'armement. « A développer des technologies de guerre encore plus poussées », répondent les experts qui n'ont pas du tout l'esprit de boutade.

■ Après sept ans d'après marchandages, Jimmy Carter et Leonid Brejnev viennent de signer à Vienne le deuxième accord dit SALT II (Strategic Armament Limitation Talk) portant sur la limitation des armements stratégiques. Les trompettes embouchées à cette occasion ne manquent pas de présenter le nouvel accord sous son angle le plus favorable : « un grand pas vers la détente... une étape vers le désarmement... » En fait, c'est oublier que chaque accord de ce genre n'a fait que favoriser l'apparition de systèmes d'armes nouveaux et plus performants que ceux limités dans les traités. Les deux grands viennent seulement de se mettre d'accord pour fixer un plafond à certains types d'armements stratégiques dont ils n'ont pas véritablement besoin vu l'accumulation des charges nucléaires qui existe déjà, et qui leur revient bien trop cher.

L'accord porte sur trois points : une limitation quantitative, une limitation qualitative et des précisions sur les mesures de vérification, étant entendu que les dites vérifications sur le terrain ne sont pas autorisées. Ce qui en complique singulièrement l'application.

Un plafond global pour tous les types de « vecteurs » (c'est-à-dire tous les moyens possibles et imaginables d'envoyer des bombes atomiques sur l'adversaire) a été fixé à 2 400 unités actuellement pour chaque pays. Ce nombre devra être abaissé à 2 250 d'ici au 31 décembre 1981. Sont concernés : les missiles intercontinentaux stratégiques ICBM lancés depuis le sol, les missiles stratégiques SLBM lancés depuis les sous-marins nucléaires et les missiles ASBM lancés depuis les avions, ainsi que les missiles de croisière dont la portée est supérieure à 600 km. Il est évident que la réduction des vecteurs va limiter le déploiement des charges nucléaires

qu'ils peuvent porter dans le camp adverse. Ainsi, sans les SALT II, le nombre de charges nucléaires américaines aurait été de 15 000. Il sera réduit à 10 000. Cette réduction de 5 000 charges n'empêchera cependant pas les Américains de conserver l'avantage sur les Soviétiques. En vertu des accords SALT, ces derniers ne posséderont, fin 1981, que 8 000 charges nucléaires contre les 10 000 qu'ils auraient normalement dû avoir si l'accord n'avait pas été signé. Il faut rappeler ici que le nombre des charges nucléaires reste largement suffisant pour faire sauter toute la planète : un seul sous-marin américain Poseidon qui peut emporter deux fois la charge des anciens sous-marins Polaris, suffit en principe à anéantir une ville russe de 100 000 habitants. On ne voit donc pas très bien ce qu'auraient gagné les deux pays à augmenter leur puissance nucléaire au-delà des besoins. Les économies d'argent qu'ils vont ainsi réaliser vont leur permettre de mettre au point de nouveaux systèmes d'armes.

A l'intérieur du plafond de 2 250 vecteurs, chacun pourra s'arranger comme il veut pour développer préférentiellement tel ou tel type de missiles au détriment d'autres. L'Union soviétique, qui possède actuellement 2 520 ICBM et comptait en déployer plus de 3 000 à la fin de 1985, devra en supprimer 270. Par contre, les Etats-Unis qui n'en possèdent que 2 060 pourront en augmenter légèrement le nombre jusqu'au niveau autorisé par l'accord.

Dans ce nombre de 2 250 vecteurs, on trouve un certain nombre de subdivisions. Un sous-plafond de 1 320 unités a été fixé pour les missiles balistiques intercontinentaux ICBM équipés de charges multiples MIRV et les bombardiers équipés de missiles de croisière d'une portée

supérieure à 600 m. Un autre sous-plafond de 1 200 unités concerne les missiles dotés de charges multiples MIRV limitées à 10 pour chaque missile. Cette mesure vise surtout l'Union Soviétique qui possède de plus gros lanceurs que les Américains et qui peut donc mettre un plus grand nombre de MIRV sur leurs lanceurs, contribuant ainsi à une importante déstabilisation de sa puissance nucléaire par rapport aux Etats-Unis. Enfin, un dernier sous-plafond limite à 820 lanceurs dotés de MIRV le nombre des engins des deux pays.

La construction de nouveaux ICBM lourds lancés depuis des silos, est interdite par l'accord SALT II. En fait, cela n'interdit nullement la création de nouveaux missiles plus compacts et plus perfectionnés en remplacement des anciens. Tout nouveau missile de remplacement ne doit en aucun cas avoir une masse ou une charge utile supérieure de 5 % au gros missile soviétique SS-19 qui, en principe, peut emporter jusqu'à 30 MIRV. Pour ne pas recommencer l'erreur d'appréciation qu'ils avaient faite lors des accords SALT I, les Américains ont cherché à limiter sur chaque type de lanceur le nombre des charges nucléaires. On se souvient, en effet, qu'ils s'étaient mis d'accord avec les Soviétiques sur un nombre de missiles, en supposant qu'un missile portait une seule et unique charge nucléaire. Les Russes ont tourné l'accord en plaçant sur leurs gros lanceurs plusieurs charges nucléaires MIRV de manière à combler leur retard numérique. D'où l'intérêt dans les présents accords SALT II d'une clause portant sur la limitation des charges nucléaires MIRV.

Dans la pratique, le nombre de têtes nucléaires est plafonné au niveau maximum atteint à la date de la signature de l'accord. En conséquence, les Soviétiques sont autorisés à placer un maximum de dix têtes nucléaires par missile. Cette latitude laissée aux Soviétiques est loin de faire l'unanimité parmi les représentants du Congrès américain qui, s'opposant en cela au chef de l'exécutif, y voient une possibilité offerte aux Soviétiques de réduire l'écart qui les sépare encore de la supériorité nucléaire américaine. Les Soviétiques disposent en effet de tout un arsenal de missiles lourds (SSX-16, SS-17, SS-18, SS-19) capables d'emporter des charges plus importantes que Minuteman II et III, ce qui signifie en d'autres termes, qu'ils augmentent leur force de frappe nucléaire, sans aucune contrepartie du côté américain. Argument non valable rétorquent les négociateurs de l'accord SALT II qui affirment que c'est un moindre mal car, sans l'accord, les Soviétiques auraient été tentés de placer, non pas dix charges nucléaires MIRV par vecteur, mais vingt, voire même trente sur une version modifiée du lanceur lourd SS-18. De même, les missiles stratégiques lancés depuis le sous-marin nucléaire ne devraient pas emporter plus de 14 charges nucléaires.

La capacité d'emport et le poids total des SLBM et des ASBM (missiles lancés depuis des

avions) sera elle aussi figée en se référant cette fois aux caractéristiques du missile soviétique SS-19. Il en sera de même pour la charge et la masse de missiles stratégiques lourds, qui ne devront pas excéder celle du missile soviétique SS-18. Rappelons que ce missile de 39,6 m de haut à deux étages, à carburant liquide, peut lancer des MIRV à 12 600 km de distance. C'est le plus gros missile soviétique.

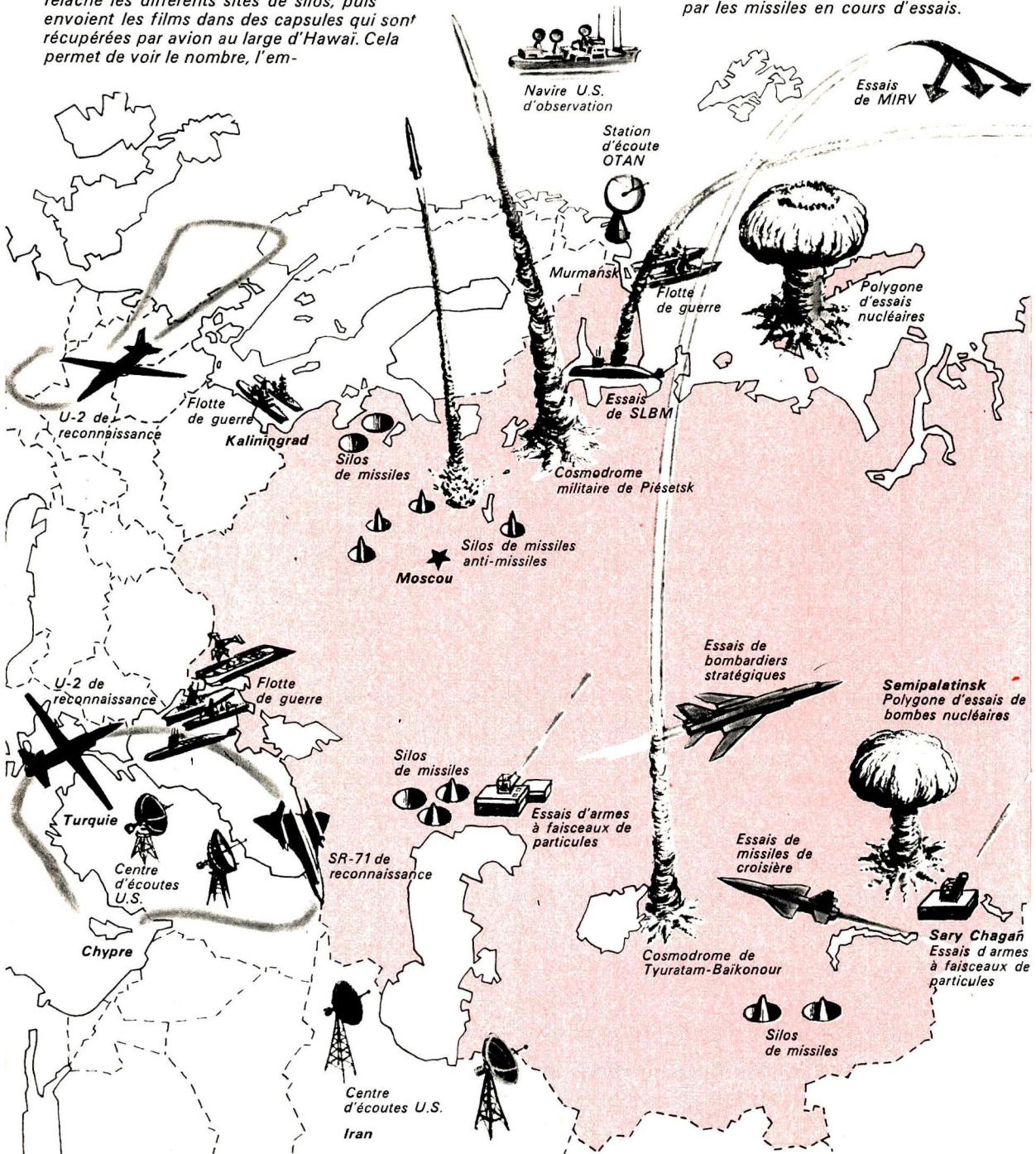
De toutes façons, les deux grands conservent la possibilité d'expérimenter et de déployer chacun un nouveau type d'ICBM léger, c'est-à-dire d'une capacité d'emport n'excédant pas celle du SS-19 soviétique. Ce missile à carburant liquide, mesure 26,4 m de haut et peut emporter 6 MIRV à 9 900 km. De ce fait, les Américains auront le droit de mettre au point et de déployer en 200 exemplaires, leurs nouveaux missiles mobiles MX comportant une dizaine de MIRV, soit le nombre maximum autorisé par l'accord. Cette disposition leur conférera une capacité d'emport trois fois supérieure à celle du Minuteman. Les Etats-Unis espèrent ainsi conserver l'avantage qu'ils ont sur les Soviétiques quant au nombre des charges nucléaires. Les Soviétiques pourront de leur côté déployer un nouveau missile à tête unique, ou mettre en place un nouveau missile doté de MIRV en remplacement des vieux SS-17 et SS-18. En ce qui concerne le missile de croisière, la mise au point de nouveaux types reste autorisée ; seul leur déploiement pour ceux qui auront une portée supérieure à 600 km, ne pourra être entrepris par les deux nations que dans certaines limites : pas plus de 28 missiles de croisière par nation, embarqués sur 20 bombardiers lourds.

Comme on peut s'en rendre compte un tel accord ne va nullement arrêter la course aux armements. Malgré les apparences, l'accord SALT II n'est pas égal pour tous : par exemple, le missile soviétique SS-18 a une puissance de frappe nucléaire 625 fois plus importante que le missile américain Poseidon. Et pourtant il est compté de la même manière. L'accord ne prend pas non plus en compte le problème de l'augmentation qualitative de la précision du tir des missiles. Sans violer l'accord, l'URSS va pouvoir moderniser considérablement ses sous-marins stratégiques lanceurs d'engins. Déjà, les services secrets américains ont fait savoir que l'Union Soviétique avait mis au point un nouveau type de sous-marin faisant appel à la technologie du titane. Les vieux missiles soviétiques SS-18 et SS-19 seront dotés de MIRV. Ils seront beaucoup plus précis qu'auparavant, l'affaiblissement de la puissance unitaire des charges nucléaires, initialement placées sur ces lanceurs, étant compensée par une augmentation de la précision du guidage sur la cible. Cela pourra donner à l'Union Soviétique le pouvoir tentant de lancer une première salve sur les silos de missiles américains dans le Middlewest. Ils pourront en effet se douter de 300 missiles supplémentaires, sept fois plus importants que les Minuteman II, alors que les Américains n'en

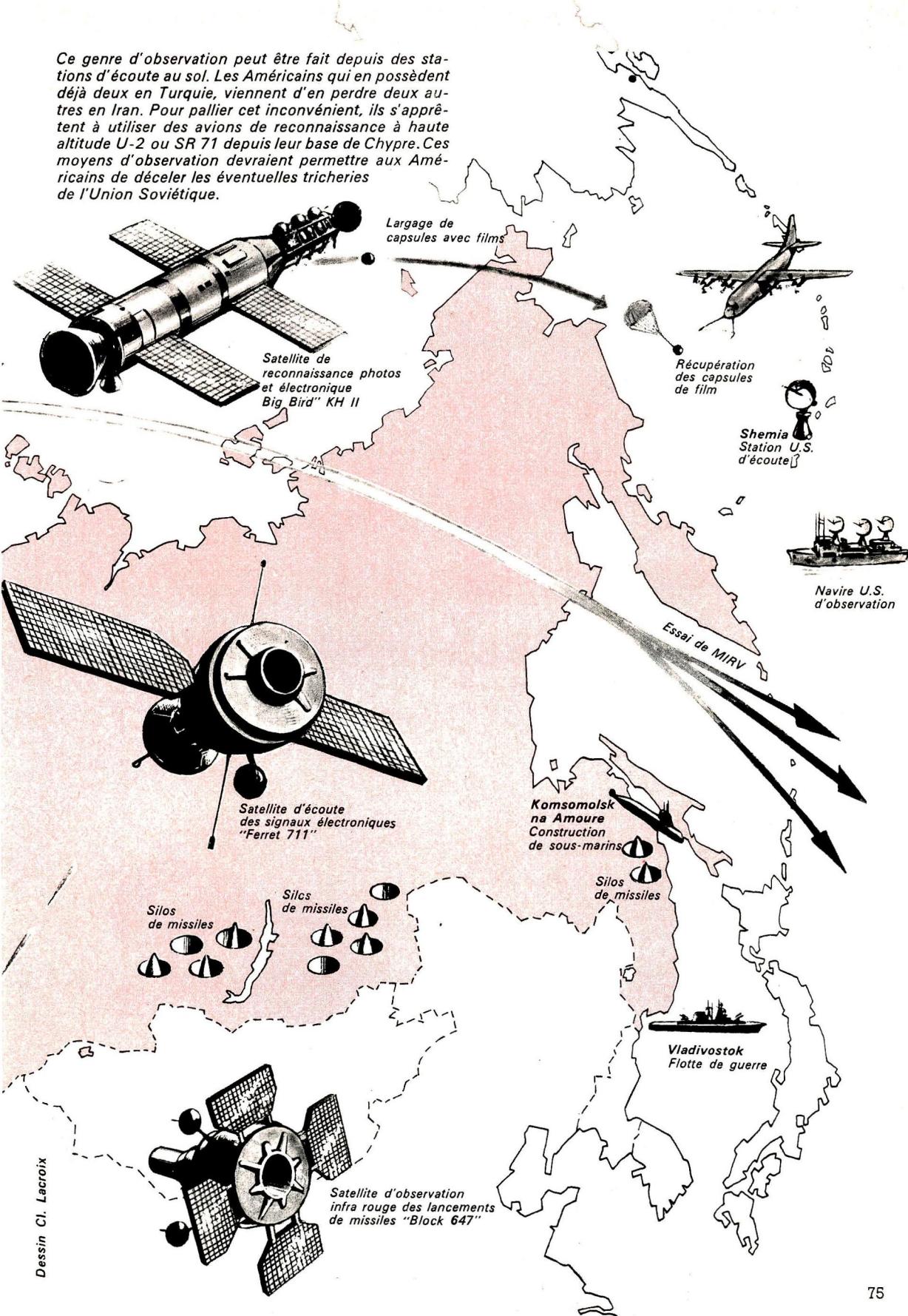
L'URSS A LIVRE OUVERT

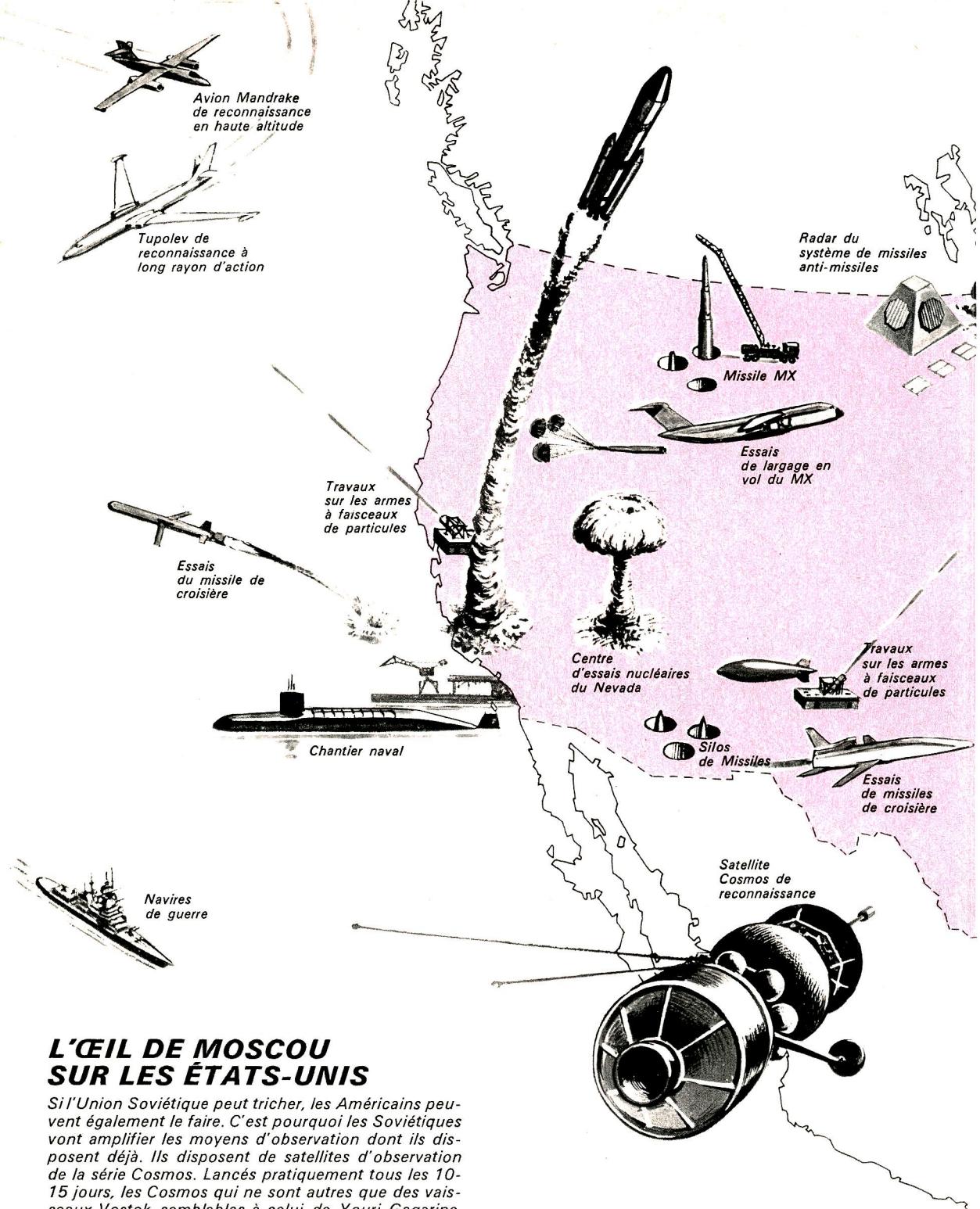
N'ayant qu'une confiance toute relative dans les déclarations de l'adversaire, Américains et Soviétiques se sont réservé le droit de compter les missiles de l'autre et de vérifier s'il ne mettait pas au point des nouveaux systèmes d'armes, contraires à l'Accord SALT II. Comme l'inspection des installations militaires « *in situ* » est exclue, il faut recourir aux moyens modernes de l'espiionage. Ainsi, pour surveiller le territoire soviétique, les Américains disposent essentiellement de satellites de stations terrestres d'écoute et d'avions de reconnaissance à haute altitude. Lancés au rythme de 2 par an, les gros satellites *Big Birds* photographient sans relâche les différents sites de silos, puis envoient les films dans des capsules qui sont récupérées par avion au large d'Hawaï. Cela permet de voir le nombre, l'em-

placement et la construction des nouveaux silos ainsi que les opérations de remplacement de missiles anciens par des neufs. De la même manière, les Américains peuvent suivre la progression de la construction des sous-marins stratégiques nucléaires, les essais éventuels de bombardiers à long rayon d'action comme le *Backfire*, ou encore de vérifier les différentes installations où sont mises au point les armes à faisceau de particules. Un autre satellite (le « *Block 647* ») est plus particulièrement chargé de déceler tous les lancements de missiles d'après la chaleur dégagée lors de la mise à feu. Mais l'observation visuelle — photo ou infrarouge — ne suffit pas. D'autres satellites captent les informations télemétriques émises par les missiles en cours d'essais.



Ce genre d'observation peut être fait depuis des stations d'écoute au sol. Les Américains qui en possèdent déjà deux en Turquie, viennent d'en perdre deux autres en Iran. Pour pallier cet inconvénient, ils s'apprentent à utiliser des avions de reconnaissance à haute altitude U-2 ou SR 71 depuis leur base de Chypre. Ces moyens d'observation devraient permettre aux Américains de déceler les éventuelles tricheries de l'Union Soviétique.

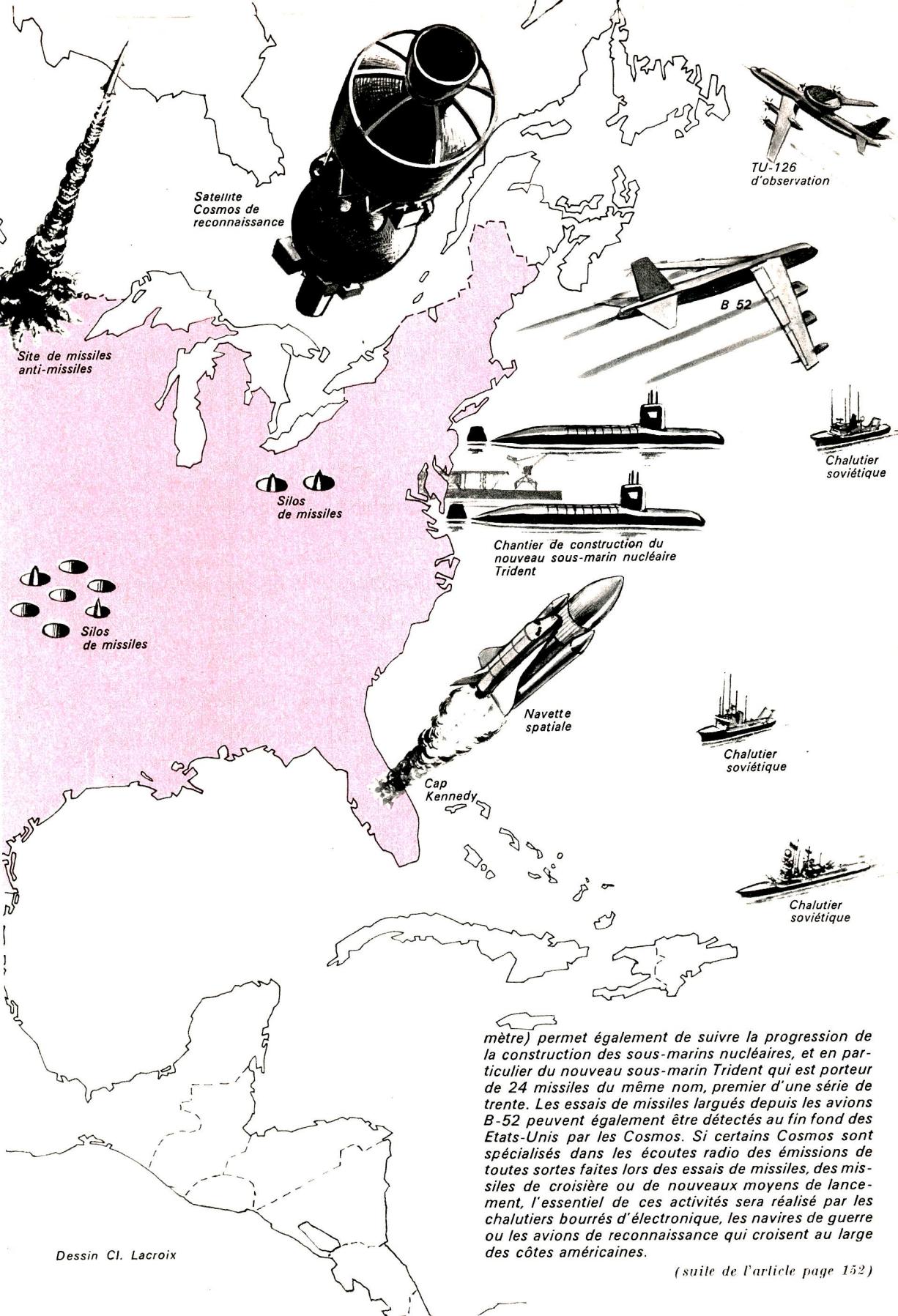




L'ŒIL DE MOSCOU SUR LES ÉTATS-UNIS

Si l'Union Soviétique peut tricher, les Américains peuvent également le faire. C'est pourquoi les Soviétiques vont amplifier les moyens d'observation dont ils disposent déjà. Ils disposent de satellites d'observation de la série *Cosmos*. Lancés pratiquement tous les 10-15 jours, les *Cosmos* qui ne sont autres que des vaisseaux *Vostok* semblables à celui de *Youri Gagarine*, rapportent au sol des films sur l'activité qui règne près des différents silos de missiles. Ils peuvent voir les nouveaux silos en construction, la modernisation des silos, et bien sûr les dénombrer. D'autre part, ils peuvent suivre les essais dans les bases américaines de l'*US Air Force* et de l'*US Navy*, de mise au point des missiles de croisière.

De même ils peuvent suivre les opérations de chargement et de déchargement des missiles dans les silos et juger du degré de modernisation des missiles américains. Ainsi, ils pourront suivre tous les détails de la mise au point du missile mobile *MX*, le seul dont la construction soit autorisée par les accords *SALT II*. La grande résolution des photos spatiales (moins d'un



mètre) permet également de suivre la progression de la construction des sous-marins nucléaires, et en particulier du nouveau sous-marin Trident qui est porteur de 24 missiles du même nom, premier d'une série de trente. Les essais de missiles largués depuis les avions B-52 peuvent également être détectés au fin fond des Etats-Unis par les Cosmos. Si certains Cosmos sont spécialisés dans les écoutes radio des émissions de toutes sortes faites lors des essais de missiles, des missiles de croisière ou de nouveaux moyens de lancement, l'essentiel de ces activités sera réalisé par les chalutiers bourrés d'électronique, les navires de guerre ou les avions de reconnaissance qui croisent au large des côtes américaines.

Les 14 failles des centrales atomiques

On eût qualifié « d'hautement improbable » le fait qu'une rupture de boulon pût entraîner l'écrasement d'un DC-10. Concernant les centrales nucléaires, on sait, là aussi, ce « qu'improbable » veut dire. Aussi le catalogue (dressé par la Commission américaine) des 133 tares, dont 14 défauts majeurs, affectant toutes les centrales atomiques, a-t-il des chances d'être pris au sérieux. La sécurité ne connaît pas l'improbable.

■ Deux mois exactement avant que ne survienne l'accident de Three Mile Island, la Commission de Réglementation nucléaire américaine, la NRC (1), remettait au Congrès des Etats-Unis un rapport d'une centaine de pages. Son titre (2) : « Identification des problèmes de sécurité non résolus dans les centrales nucléaires ». Son but : définir avec précision les défauts de construction, de fonctionnement, d'organisation d'une centrale, qui présentent, encore aujourd'hui, un risque potentiel important pour la population.

Depuis décembre 1977, la loi américaine fait obligation à la Commission de Réglementation Nucléaire, de cataloguer toutes les imperfections des centrales, de mettre sur pied un plan pour y remédier, et d'en faire part au Congrès. Il en a résulté une longue liste de 133 « tares », plus ou moins graves, qu'il est indispensable de corriger. Parmi elles, 17 ont été jugées prioritaires, justement parce qu'elles représentaient une menace réelle pour les populations. Sur ces 17 défauts graves, 3 au moins ont été à l'origine de l'accident de Three Mile Island.

Examinons donc ces 17 imperfections qui inquiètent la NRC. Quatorze d'entre elles affectent tous les types de réacteurs (PWR ou BWR : Boiling Water Reactor) et trois sont spécifiques aux centrales BWR, centrales semblables à celle

de Three Mile Island et que l'on ne construit pas en France.

● **1^{er} défaut: les coups de pression qui font éclater les tuyaux.** La première et l'une des plus importantes de ces tares est ce que les Américains ont baptisé le « Water Hammer », ou marteau à eau. Il s'agit en fait de variations de pressions très intenses qui apparaissent dans les fluides en mouvement dans le réacteur. Ces « coups de marteau » peuvent se produire aussi bien dans les tuyaux qui alimentent le générateur de vapeur, que dans ceux qui servent à extraire la chaleur résiduelle, ou ceux encore qui sont employés pour refroidir le cœur du réacteur en cas d'urgence. On pense que ces variations de pression auxquelles n'est guère habituée la tuyauterie (3) sont dues à différentes causes : condensation très rapide des bulles de vapeur qui, lorsqu'elles éclatent, entraîne des variations de la pression dans le fluide, jets d'eau poussés par la vapeur, démarrage ou fermeture des pompes sur des tuyaux à moitié vides, fonctionnement trop rapide des valves, etc. Depuis 1971, on a recensé aux Etats-Unis plus de 100 incidents résultant de ces variations de pression très intenses. La plupart du temps, les dommages furent mineurs ; mais parfois les tuyaux n'ont pas résisté. Et la NRC craint qu'un incident grave de ce type se produise soit dans le système principal, soit dans le système de secours de refroidissement du réacteur. Une

(1) NRC : Nuclear Regulatory Commission.

(2) Identification of unsolved safety issues relating to nuclear power plants — référence NUREG-0510.

(3) Voir *Science et Vie* n° 740, mai 1979, p. 98, *Un cauchemar de plomberie : la tuyauterie nucléaire*.

série de modifications destinées à empêcher qu'un incident de ce type tourne à la catastrophe a été entreprise aux Etats-Unis ; mais elle ne sera probablement pas achevée avant la fin de l'année prochaine. Le « water hammer », explique Dale Bridenbaugh, consultant en ingénierie nucléaire, est principalement une tare des réacteurs PWR, car remplis d'eau sous pression, circulant en circuit fermé, ils n'ont pas de coussins de vapeur leur permettant d'absorber les variations de pression ».

● **2^e défaut : des enceintes qui ne supportent pas des pressions dissymétriques.** Le numéro deux sur la liste de la NRC concerne tous les types de réacteurs. Il s'agit d'un défaut dont on a pris conscience en mai 1975 seulement, lorsqu'un incident grave s'est produit dans les centrales PWR North Arma 1 et 2 en Virginie. Imaginons qu'un tuyau se rompe quelque part dans le système primaire de refroidissement d'une centrale. Toute l'eau (ou la vapeur, s'il s'agit d'une BWR) va tenter de s'engouffrer par la fissure engendrant du même coup une pression formidable en un point précis du premier mur de béton entourant le réacteur. Cet accroissement de pression du côté de la fissure va s'accompagner d'une diminution de la pression sur le support opposé du réacteur. Résultat : tout le réacteur peut se déformer et ses supports risquent de ne pas résister à une telle distribution asymétrique de la pression (4). Les constructeurs de centrales (Westinghouse, Combustion Engineering, Babcock et Wilcox) ont jugé que la probabilité d'un tel accident était tellement faible qu'il n'était vraiment pas nécessaire d'en tenir compte. La NRC a tenu bon, et en principe, depuis peu, les modifications sont en cours dans toutes les centrales afin d'éviter qu'un accident ne se produise à cause d'une distribution irrégulière de la pression sur l'enceinte du réacteur.

● **3^e défaut : des tubes de générateur soumis à la corrosion.** Le troisième point faible d'une centrale, c'est son générateur de vapeur. C'est d'ailleurs là qu'une pompe s'est fermée à Three Mile Island. La NRC considère que cette partie du réacteur est tout aussi fragile dans les centrales PWR. Le générateur de vapeur d'une centrale Westinghouse est formé d'une multitude de petits tubes en forme de U inversé à travers lesquels circulent l'eau fortement radioactive du circuit primaire. Cette eau, à 300 °C sous pression, va céder sa chaleur à l'eau contenue dans le générateur de vapeur, cette dernière se mettra à bouillir et la vapeur créée entraînera la turbine d'un alternateur. Seulement, la corrosion est très intense dans cette partie de la centrale ; et les tubes qui traversent le générateur ont tendance à s'amenuiser sous l'effet de la vapeur. Westinghouse et Combustion Engineering ont été obligés de traiter l'eau du circuit

secondaire pour éviter une corrosion trop rapide. Mais depuis peu, on s'est aperçu qu'une autre forme de corrosion, pernicieuse, apparaissait sur les tubes en U inversé, à l'endroit exact où ils traversent les plaques de soutien : des produits de corrosion s'installent tout autour du tube, bosselant ce dernier, réduisant son diamètre et déformant la plaque de soutien. Résultat : des fuites apparaissent et de l'eau radioactive s'échappe du circuit primaire vers le circuit secondaire. Dans le pire des cas, la déformation de la plaque de soutien peut entraîner la rupture de plusieurs de ces tubes en U inversé, donc une perte du liquide de refroidissement du circuit primaire, qui conduit, comme on le sait, tout droit à la catastrophe. Depuis le mois de juin 1977, la NRC a constaté ce phénomène de bosselures des tubes à l'intérieur du générateur dans 6 réacteurs en fonctionnement aux Etats-Unis : le réacteur n° 2 de la centrale d'Indian Point (Etat de New York), le réacteur n° 1 de la centrale de San Onofre (Californie), les réacteurs n°s 1 et 2 de la centrale de Surry (Virginie), les réacteurs n°s 3 et 4 de la centrale de Turbey (Floride). Tous ont été construits par Westinghouse. Cette dernière d'ailleurs envisage le remplacement pur et simple des générateurs de vapeur dans 4 de ces 6 réacteurs, ce qui évidemment ne contribue guère à rendre compétitive l'énergie produite. A Indian Point et à San Onofre, les plaques de soutien se sont également fendus. Dès juillet 1976, la NRC avait constaté des fuites dans 14 tubes du générateur de vapeur des réacteurs de la centrale de Oconee (Caroline du Sud) qui est de même type que celle de Three Mile Island. Aujourd'hui, aucun des programmes mis en chantier par la NRC et imposés aux constructeurs pour tenter de remédier à ces défauts des générateurs de vapeur, n'est terminé. Les premiers le seront peut-être l'année prochaine ; en attendant les centrales nucléaires continuent de fonctionner.

● **4^e défaut : l'insuffisante probabilité de pouvoir stopper à coup sûr un réacteur.** Lorsqu'un incident grave se produit, le premier acte des opérateurs est d'arrêter la réaction nucléaire en laissant tomber dans le cœur du réacteur les barres de contrôle. Seulement que se passe-t-il si ces barres de contrôle refusent de tomber ? Cette éventualité, jugée tout à fait improbable par les constructeurs et les exploitants de centrales nucléaires, constitue la quatrième préoccupation de la NRC : ils l'ont baptisée « incidents prévisibles sans déclenchement » (Anticipated Transients Without Scram ou tout simplement ATWS). Durant plusieurs années, de 1973 à aujourd'hui, l'industrie, au dire même de la NRC, a refusé de considérer cet accident comme probable et donc refusé d'entraîner le personnel des centrales à y faire face. L'attitude de la NRC est trop conservatrice, ont prétendu les industriels américains, et il serait trop coûteux de modifier les programmes d'entraînement des personnels. La NRC néanmoins, a tenu bon.

(4) La NRC appelle ce type de défaut : *Asymmetric Blowdown Loads on Reactor Coolant System*.

« En tenant compte, explique-t-elle dans son rapport au Congrès, de la fréquence des incidents dans les centrales, la fiabilité des systèmes d'arrêt des réacteurs n'est pas suffisante. » En principe, une série de mesures destinées à améliorer les probabilités d'arrêt d'un réacteur en cas d'urgence, doivent être entreprises par la NRC dans le courant de cette année.

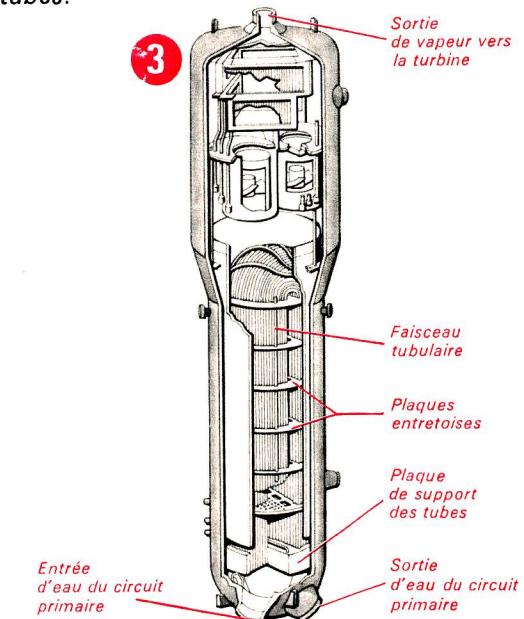
● **5^e défaut : des enceintes d'acier dégradées par l'irradiation.** Le cinquième accusé aux yeux de la NRC, c'est le matériau même dont est fait l'enceinte du réacteur. Cette enceinte — en acier — doit être suffisamment résistante à la cassure. Or, cette résistance varie avec la température, la pression et l'irradiation neutronique. Les centrales doivent donc fonctionner, durant les mises en service et les arrêts, dans des conditions de température et de pression telles, qu'une malencontreuse combinaison de ces deux paramètres, n'entraîne pas une cassure brutale de l'enceinte du réacteur si par hasard il existait une paille dans l'acier. Durant la vie d'une centrale, l'accroissement de l'irradiation à laquelle est soumise l'enceinte, oblige à continuellement mettre à jour les valeurs de la température et de la pression à éviter. Or, la NRC s'est aperçue que 20 réacteurs PWR américains parmi les premiers construits, avaient été fabriqués avec des aciers dont la résistance à la cassure devenait faible après une courte période de fonctionnement. La Commission est donc en train d'étudier la dégradation de ces aciers et donnera ses conclusions dans le courant de cette année.

● **6^e défaut : des supports d'acier insuffisamment résistants.** La résistance des matériaux constituant les supports sur lesquels reposent le générateur de vapeur et les pompes du liquide de refroidissement, constitue le sixième point faible des centrales nucléaires PWR. « Bien sûr, constate la NRC, ces supports faits d'acier, sont prévus pour résister aux graves accidents, mais leur résistance à la cassure et à l'effort tranchant n'est pas suffisamment élevée pour garantir qu'ils pourront faire face à tous les types d'accidents. Et la rupture d'un de ces supports diminuerait considérablement l'efficacité des systèmes de sécurité. » Imaginons, poursuit le rapport, une large brèche dans le circuit primaire ; le liquide de refroidissement s'engouffrerait par la brèche, les supports seraient soumis à des charges inhabituelles et pourraient se tordre entraînant un déplacement du générateur de vapeur qui aurait pour conséquence de réduire considérablement l'efficacité du système de refroidissement de secours. A l'heure actuelle, la NRC continue d'accorder des autorisations de fonctionnement aux centrales PWR, bien qu'elle considère que les supports des générateurs de vapeur et de pompes de refroidissement soient loin d'être parfaits. « Parce que, explique-t-elle, la probabilité d'un accident de ce type est très faible. » A Harrisburg aussi l'enchaînement de défaillances techniques et hu-

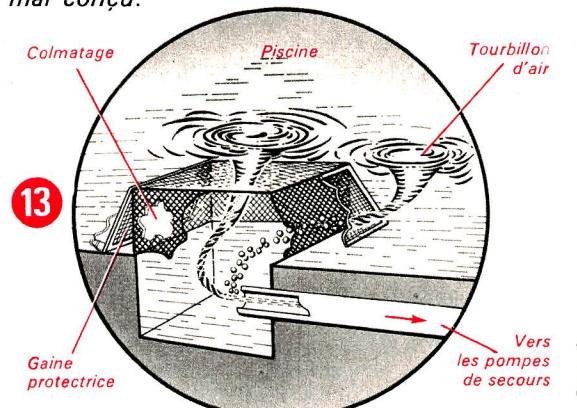
(suite du texte page 82)

LA LISTE NOIRE DE LA N.R.C.,

1. *Tuyauterie : les « coups de bétier ».*
2. *Mur de béton du réacteur : le danger d'une dissymétrie de pression.*
3. *Générateur de vapeur : la corrosion des tubes.*

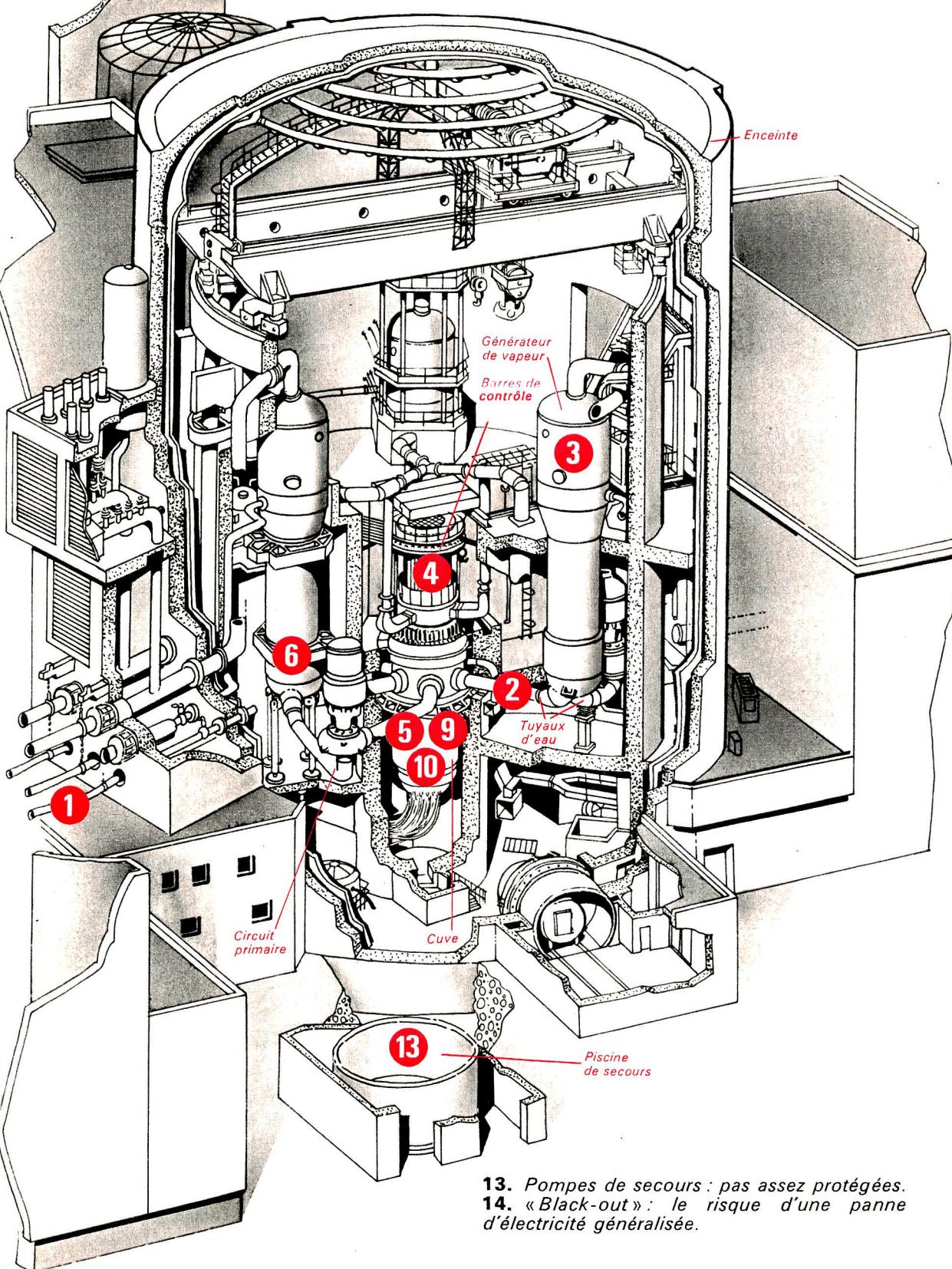


4. *Barres de contrôle : si elles ne tombaient pas.*
5. *Enceinte du réacteur : l'acier irradié se dégrade.*
6. *Supports d'acier du générateur et des pompes de refroidissement : pas assez résistants.*
7. *Équipes humaines : des interventions contradictoires.*
8. *Instruments de mesure : inutilisables en cas d'accident.*
9. *Fausses manœuvres : des procédures de sécurité insuffisantes.*
10. *Système de refroidissement de secours : mal conçu.*



11. *Manipulations des combustibles usés : trop de risques.*
12. *Normes antismismiques : pas respectées.*

COMMISSION AMÉRICAINE DE SÉCURITÉ



maines qui ont conduit à l'accident le plus grave de l'histoire nucléaire, avait une probabilité quasi nulle.

● **7^e défaut : des actions contradictoires entre les équipes de sécurité.** Le septième souci de la NRC, c'est l'interaction des différents systèmes et équipes en présence dans une centrale. Là, l'ingénieur nucléaire côtoie l'électricien, le mécanicien, ou l'ingénieur civil. Chacun effectue sa tâche parallèlement à l'autre, chacun en cas d'urgence a un plan d'action à mettre en place.

HARRISBURG : C'ÉTAIT LA FAUTE A L'OBÉSITÉ

Le vendredi 18 mai, le San Francisco Chronicle, l'un des plus importants quotidiens de la ville, publiait les premières conclusions de la NRC concernant l'accident survenu le 28 mars dernier à la centrale nucléaire de Three Mile Island près de Harrisburg. Conclusions étonnantes qui prouvent qu'une catastrophe peut être déclenchée par les causes les plus inattendues. Selon les paroles mêmes d'un expert de la Commission de Régulation Nucléaire américaine, les erreurs humaines qui se sont produites en chaîne à la centrale de Pennsylvanie, sont dues en partie à l'obésité d'un des opérateurs. En effet, explique l'ingénieur de la NRC, un opérateur particulièrement imposant, a laissé son proéminent abdomen recouvrir les cadans où s'affichaient des mesures importantes. Incapable de lire des données qu'il ne voyait pas, il n'a pas pu savoir que deux valves cruciales étaient fermées alors qu'elles auraient dû être ouvertes.

Parallèlement, d'autres opérateurs, entendant à travers un amplificateur des gargouillements dans le générateur de vapeur, en ont déduit que ce dernier était rempli d'eau. Il était au contraire en train de s'assécher et le peu d'eau qu'il restait, en train de bouillir. Dès que l'on ordonna aux opérateurs de se protéger grâce à des masques, ils furent incapables de communiquer entre eux. Lorsque l'ordre fut donné d'évacuer le bâtiment du réacteur, presque personne n'obéit et ceux qui partirent laissèrent les portes ouvertes. Puis au beau milieu de la crise, alors que le combustible commençait à manquer d'eau, les opérateurs n'ont pas mis en fonctionnement les pompes qui auraient permis le refroidissement, de peur que des vibrations ne les endommagent. C'est également à un moment crucial de l'accident que l'ordinateur se mit à imprimer n'importe quoi durant 90 minutes. Enfin, pour couronner le tout, le responsable régional de la NRC était, au moment de l'accident, bloqué dans un embouteillage monstrueux et incapable de répondre au bip-bip qui le harcelait. □

Or, la NRC n'est pas certaine que l'une des équipes, pour faire face à ses problèmes, ne déclenche pas une série de tâches qui seraient nuisibles à une autre équipe. La Commission de régulation Américaine a donc chargé les laboratoires Sandia d'examiner, de comparer les procédures de toutes les équipes en place, afin d'être sûre que l'action de l'une ne contrecarrera pas les plans de l'autre. Il est tout de même curieux qu'il ait fallu attendre près de 25 ans de fonctionnement des centrales nucléaires, pour qu'un plan multi-disciplinaire de sécurité soit envisagé. N'oublions pas que les actions contra-

dictoires des opérateurs ont été l'une des causes de la catastrophe d'Harrisburg.

● **8^e défaut : des instruments de mesure qui ne sont plus fiables en cas d'anomalies.** En huitième position sur la liste noire de la NRC, viennent les problèmes liés aux équipements électriques. Un accident sérieux, et ce fut le cas en Pennsylvanie, crée des conditions extrêmes à l'intérieur de l'enceinte de confinement, conditions de température, de pression, de radioactivité auxquelles ne sont guère habitués les appareils de mesure électrique qui pourtant doivent continuer à fonctionner et continuer à renseigner les ingénieurs sur ce qui se passe réellement dans le cœur du réacteur. A la suite d'un programme de tests effectués par les laboratoires Sandia, et d'une pétition émanant de l'Union of Concerned Scientists — groupe qui aux Etats-Unis réunit les scientifiques de tous bords ayant une attitude critique vis-à-vis de l'énergie nucléaire — la commission de Régulation Américaine a ordonné en juin 1978 la fermeture temporaire de 7 centrales nucléaires afin d'effectuer des modifications de leurs appareils électriques, ou de mieux étudier le comportement de ces instruments de mesures soumis à des conditions extrêmes. Et aujourd'hui encore, la NRC essaie d'instaurer sur tous les instruments de mesure des normes de fiabilité suffisante.

● **9^e défaut : une insuffisante protection contre les fausses manœuvres.** Parfois, lorsqu'un opérateur fait une fausse manœuvre lors de la mise en service ou de la fermeture d'une centrale, la pression et la température à l'intérieur du cœur du réacteur dépassent les limites permises. Les Américains appellent ces incidents « pressure transient's » — ou conditions transitoires de pression et ils constituent la 9^e préoccupation de la NRC. La Commission de Régulation a recensé 33 incidents de ce type aux Etats-Unis. Aucun, bien sûr, n'a tourné à la catastrophe et les vérifications effectuées a posteriori ont indiqué qu'aucune enceinte de confinement n'avait été endommagée. Néanmoins, comme la fragilité des enceintes augmente dans le temps en raison de l'accroissement de l'irradiation, la NRC a exigé un affinement des procédures de mise en service et de fermeture des réacteurs. Ce fut en principe fait à la fin de l'année 1978. Elle a aussi demandé que des valves supplémentaires qui s'ouvrent automatiquement lorsque la pression devient trop grande, soient ajoutées à la tuyauterie des centrales, et c'est en cours de réalisation.

● **10^e défaut : des normes trop justes pour pallier les défaillances de refroidissement.** En dixième position sur cette liste bien longue pour une industrie qui prétend que toutes les garanties de sécurité ont d'ores et déjà été prises, on trouve les problèmes liés au système d'extrac-tion de la chaleur résiduelle. Imaginons qu'à la suite de la fermeture d'un réacteur, l'on soit incapable d'ôter la chaleur résiduelle qui continue durant quelques temps d'émaner du réac-

(suite du texte page 130)

Les avions fous que vous n'avez pas vus au Bourget

Il y a les avions qui volent et puis ceux qui n'existent encore qu'à l'état de maquette. Tous pourraient voler même si certains ne verront jamais le jour. Leur dénominateur commun ? La folle imagination des ingénieurs qui ont su faire table rase des règles « académiques » de l'aérodynamisme pour faire de l'avion un engin qui sache, à la fois, aller vite et lentement, dans les meilleures conditions de poids, de rendement et de fiabilité.

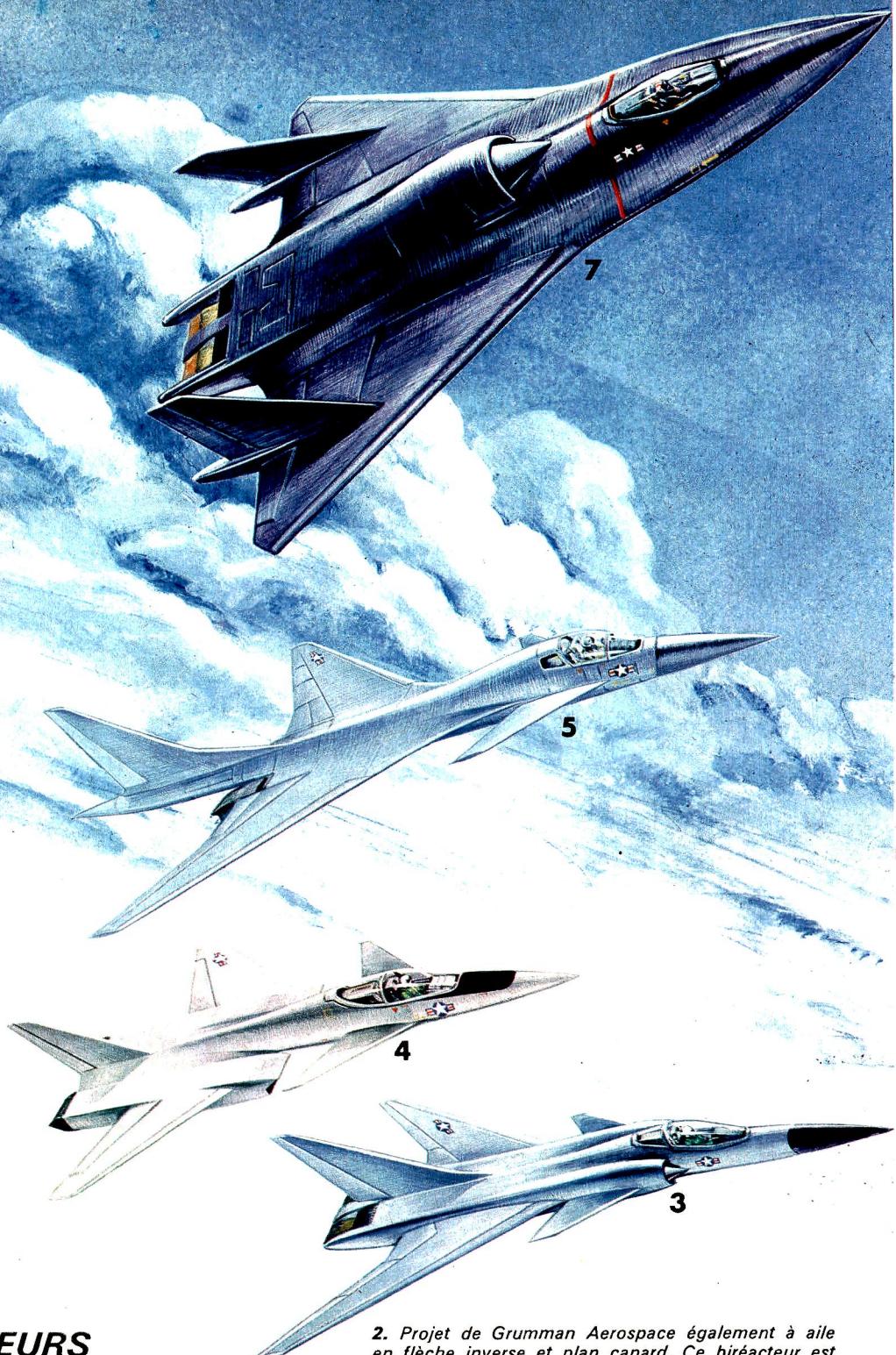
Contrairement à une idée reçue, ce n'est pas en temps de guerre que la science et les techniques progressent à pas de géant. Par exemple, un avion de guerre, chasseur ou bombardier, obéit aux impératifs d'une construction en grande série. Il doit être utilisable par un grand nombre d'hommes, faciles à instruire, et faire appel à des techniques éprouvées. Car en temps de guerre il faut aller très vite et surtout ne pas se tromper. Les idées trop avancées sont rejetées et un bon projet manquant un peu de mise au point est écarté définitivement après quelques échecs, parfois au profit d'un autre projet moins révolutionnaire mais plus fiable. En fait, l'avion de guerre est un produit industriel. Les prototypes, eux, sont élaborés dans le silence des laboratoires et ce n'est guère qu'en temps de paix que le chercheur ose avoir des idées nouvelles surprenantes parfois au départ mais dont la réalisation ne peut être envisagée qu'à long terme. Il travaille en quelque sorte pour la guerre suivante. Ce sont ces idées nouvelles et ces projets que nous présentons ici.

La plupart sortent des cartons de différents constructeurs américains. Il est à noter que le budget de recherche de l'aviation militaire américaine proposé pour l'année 1980 par le Président Carter, s'élève à 5 milliards de dollars (environ 2 300 milliards d'anciens francs). Pour l'essentiel ce sont les problèmes de stabilité aérodynamique qui préoccupent les chercheurs des laboratoires. Et les solutions apportées passent par des formes nouvelles, des matériaux composites à hautes caractéristiques mécaniques et le contrôle électronique du vol.

L'avion à aile super-critique : vous le verrez. Certainement pas tous, mais le Mystère 50 en est un bon exemple. Les ingénieurs de Bréguet-Dassault n'adoptèrent la technique mise en œuvre qu'en cours de construction de l'appareil, bouleversant d'un coup tous leurs plans. De quoi s'agit-il ? Très simplement d'un profil d'aile qui permet de voler économiquement et sans risque à des vitesses proches de celle du son. Ce profil, découvert un peu par hasard (cf. S. et V. janvier 78) permet d'éviter les brutales ruptures de régime aérodynamique lorsque interviennent les phénomènes de compressibilité de l'air, ceux mêmes qui régissent la transmission des ondes sonores.

Il consiste en un bord d'attaque épais suivi d'une partie plus mince : on parle en fait d'un intrados (surface interne de l'aile) dont le profil est à double courbure. Ce genre d'aile est encore assez mal connu des bureaux d'études qui cherchaient jusqu'ici à augmenter la flèche (l'angle de l'aile vers l'arrière) pour retarder les effets dus à la compressibilité de l'air.

Une aile en flèche permet de faire en quelque sorte déraper les ondes sonores (c'est-à-dire les couches d'air comprimé) vers l'arrière. On obtient ainsi une meilleure répartition des vitesses ce qui permet à l'aile d'assurer son rôle classique, comme en régime subsonique. Les ailes minces à bord d'attaque coupantes comme des lames de rasoir ont aussi eu leur heure de gloire, surtout pour les régimes supersoniques (cf. le Starfighter de sinistre mémoire) mais ne semblent pas avoir donné toute satisfaction à des vitesses moindres.



LES CHASSEURS DU FUTUR

1. Chasseur de combat supersonique étudié par Rockwell International pour le projet DARPA. Il possède une aile en flèche inverse reportée très loin vers l'arrière et une petite voilure canard derrière le cockpit.

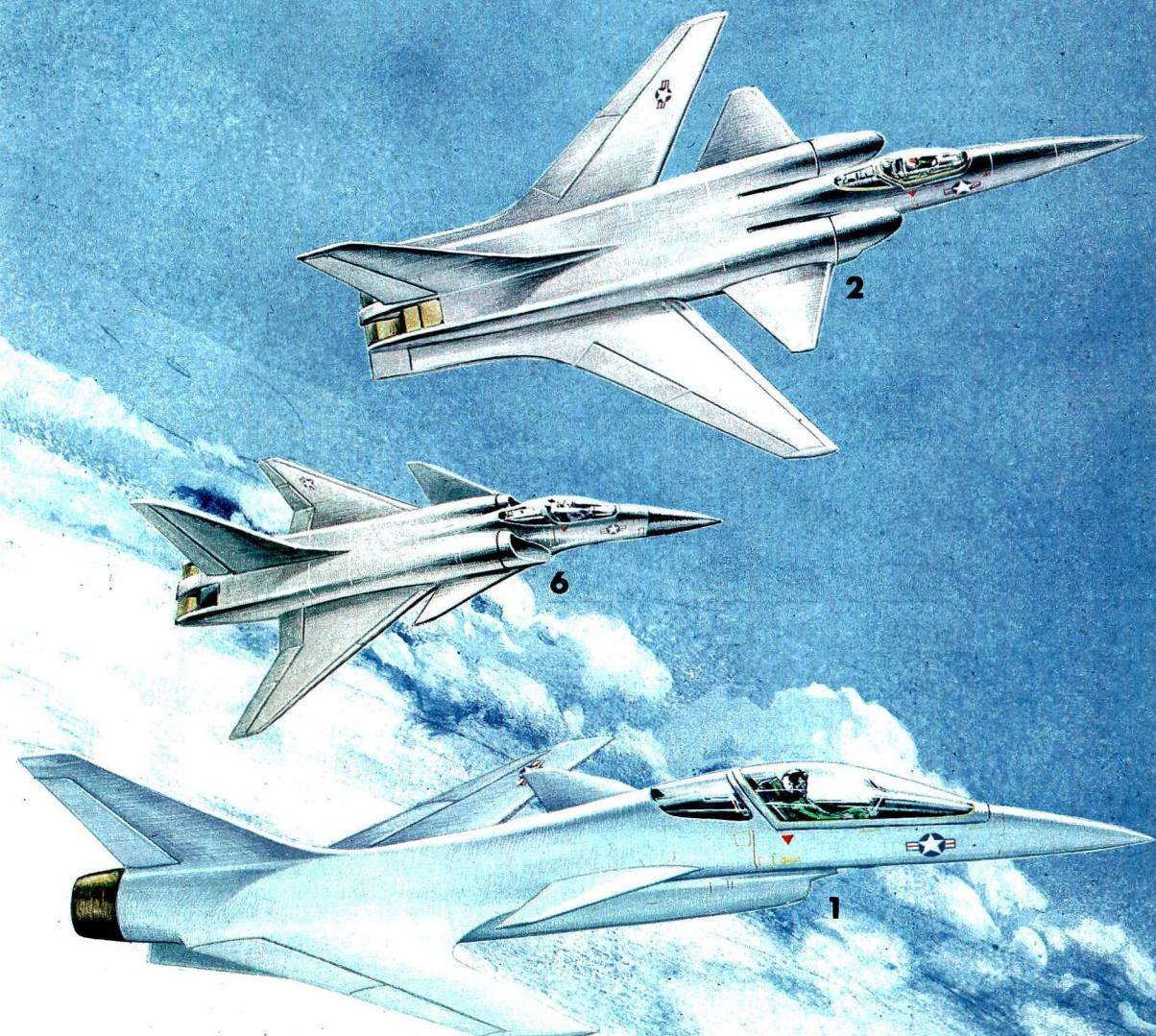
2. Projet de Grumman Aerospace également à aile en flèche inverse et plan canard. Ce biréacteur est néanmoins d'une taille beaucoup plus imposante que le modèle précédent.

3, 4, 5 et 6. Études de Grumman sur des chasseurs supersoniques optimisés pour les grandes vitesses. Ils se caractérisent par des ailes en flèche classique et des voilures canard conjuguées à un fuselage à

L'aile mince donne très peu de souplesse à basse vitesse et son comportement en régime transsonique est mal connu. On suppose que de graves instabilités peuvent être engendrées par ce type de profil. D'autre part une aile mince est extrêmement difficile à construire pour des raisons de résistance de matériaux et ne peut abriter de réservoirs de carburant bien conséquents. En l'état actuel des recherches, l'aile à profil super-critique paraît donc être la panacée dans le domaine des régimes transsoniques, alliant facilité de construction, économie et fiabilité de vol.

C'est en fait la vitesse du son qui est devenue

le grand pôle des recherches actuelles. Il ne semble pas, en effet, utile de faire voler plus vite que le son certaines catégories de passagers ni la plupart du fret aéroporté, compte tenu des impératifs financiers et des services demandés : un touriste accepte volontiers 4 ou 6 heures d'avion, à condition qu'on lui offre un repas et un film, le voyage restant le plus souvent une fête. Quant aux marchandises, elles passent de toutes façons plus de temps en douane et stockages divers qu'en durée de transport. Et dans cette optique l'aile hypercritique semble si prometteuse qu'elle a donné naissance à de nombreux projets souvent surprenants : de gros por-



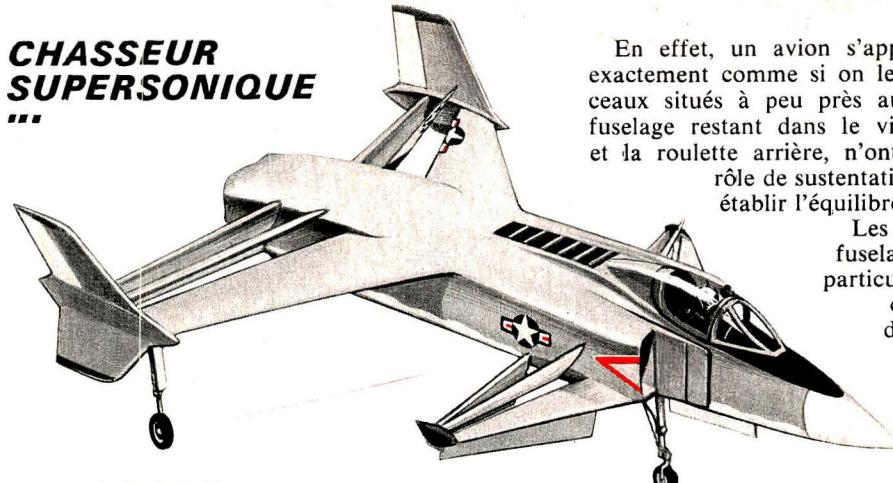
section constante. De plus, les sorties d'éjection des gaz sont réglables en vol.

7. Chasseur à aile delta de Grumman caractérisé par une entrée d'air sur le haut du fuselage et une double dérive sur l'aile.

□

Dessin Cl. Lacroix

CHASSEUR SUPERSONIQUE



teurs réduits à l'aile elle-même, très épaisse, chargée de passagers, de matériel et de carburant. Elle devrait être très manœuvrable à basse vitesse (donc pouvoir atterrir et décoller silencieusement), voler relativement vite (vers Mach 0,95) et très économiquement.

En fait, le mur du son existe toujours. Les appareils qui l'ont franchi ne l'ont pas brisé, et il existe bien deux régions distinctes de chaque côté.

En gros et de façon bien évidente, il s'agit d'aller ou non plus vite que le bruit que l'on produit. Or ce bruit se manifeste sous forme d'énergie. En subsonique il faut vivre avec cette énergie (elle vous environne). En supersonique, elle s'évacue vers l'arrivée (mais elle est toujours là au départ, malgré tout).

D'où un véritable casse-tête pour les ingénieurs qui aimeraient bien réaliser des appareils rapides en vol et lents à l'atterrissement, tant pour le transport que pour un avion de chasse idéal capable de foncer à Mach 2 ou Mach 3, pour l'interception, puis de manœuvrer à 100 nœuds (180 km/h) pour le combat tournant et les approches de terrains de fortune.

L'avion à géométrie variable: une solution a été envisagée : l'avion à géométrie variable, en formule civile comme certaines variantes du SST américain, ou en version militaire avec le Mirage G et le F 111 américain. Il s'agit de replier en vol les ailes vers l'arrière, alors que la vitesse s'accroît, afin d'obtenir une configuration adaptée. Mais deux gros problèmes ont été mis à jour :

- La difficulté de passer les régimes transitoires, qu'il s'agisse de la variation de configuration de l'avion ou du passage du mur du son, les deux étant liés en général. En fait, dans cette zone transsonique, on ne sait plus très bien ce qui se passe du point de vue aérodynamique et le fait d'avoir un avion qui se modifie en vol ne fait que compliquer le problème.
- Le problème de solidité de fixation des ailes, forcément montées sur pivots pour obtenir une flèche variable.

En effet, un avion s'appuie sur sa voilure, exactement comme si on le posait sur des berceaux situés à peu près au tiers des ailes, le fuselage restant dans le vide. Le train avant, et la roulette arrière, n'ont en général pas de rôle de sustentation et ne servent qu'à établir l'équilibre de l'appareil au sol.

Les fixations des ailes au fuselage doivent donc être particulièrement résistantes car elles sont le siège d'une très importante concentration des efforts. Monter ces fixations sur pivot devient une gageure pour les ingénieurs lorsque intervient

les problèmes de « flottement structural ». On parle en autres termes de « couplage aérolastique » et il s'agit en fait de vibrations qui peuvent s'établir dans une aile sous l'effet conjugué des forces aérodynamiques qui agissent sur elle et des déformations naturelles que peut prendre cette aile. Une déformation de l'aile amplifie les forces aérodynamiques, qui à leur tour peuvent amplifier les déformations de l'aile. La rupture intervient très rapidement.

Comme toute structure, une aile vibre et tout l'art de l'ingénieur consiste à la laisser vibrer dans un domaine de fréquence où les phénomènes aérodynamiques ne peuvent pas l'exciter. Pour cela, la méthode la plus simple est de donner à l'aile une très grande rigidité, en torsion essentiellement (car c'est de la torsion de l'aile que dépend son incidence par rapport à l'air qui la frappe, et donc les efforts aérodynamiques). Mais donner une grande rigidité à une aile articulée est pratiquement impossible sans avoir recours à des pièces d'un poids prohibitif pour l'aéronautique. D'où l'insuccès des divers avions à géométrie variable proposés.

L'avion à aile oblique: une autre formule à l'étude. Au lieu d'installer de chaque côté une aile capable de se replier vers l'arrière, on choisit une aile droite unique qui traverse le fuselage de l'avion et peut pivoter plus ou moins en fonction de la vitesse.

Par rapport aux avions à géométrie variable, le gain est évident : un seul pivot d'aile au lieu de deux et aussi une aile qui peut être d'une seule pièce, donc beaucoup plus résistante que les ailes en porte à faux classiques ou à géométrie variable.

Au niveau des problèmes transsoniques ou supersoniques, on obtient à peu près les mêmes résultats avec une aile à flèche positive ou négative. Une aile s'avance, l'autre recule, prenant une flèche égale, l'une négative, l'autre positive. L'appareil ainsi obtenu a un aspect fort curieux, mais il vole et même fort bien. Car en réalité

rien n'interdit à un tel avion dissymétrique de fonctionner. Si ce n'est notre œil peu accoutumé à ce type de voilure et, en finale, le fait que le pivot d'aile, bien que plus simple que pour les avions classiques à géométrie variable, pose encore des problèmes de flottement structural. Mais ce type d'avion peut voler. Et il nous conduit tout droit aux avions à « flèche inverse ». Ceux-ci volent aussi. Ils sont l'objet d'études nombreuses. Pourquoi ?

L'avion à flèche inverse : il se caractérise par une voilure formant un angle plus ou moins aigu avec le fuselage, mais vers l'avant. A la vue des premières maquettes, certains ont pu se demander si le constructeur ne s'était pas tout simplement trompé dans le sens d'orientation des ailes. Il n'en est rien. Un tel engin, bombardier quadri-réacteur, a d'ailleurs été construit par les Allemands vers la fin de la seconde guerre mondiale : le Junkers JU 287 avec une aile en flèche de 15° vers l'avant. Cet appareil fut endommagé par les bombardements alliés, puis on en perdit la trace.

Mais actuellement existe un certain nombre de projets pour des chasseurs à flèche inverse supérieure à 15°. C'est en effet aux environs de 35° que se situe l'angle minimum nécessaire aux vitesses supersoniques (plus de Mach 2).

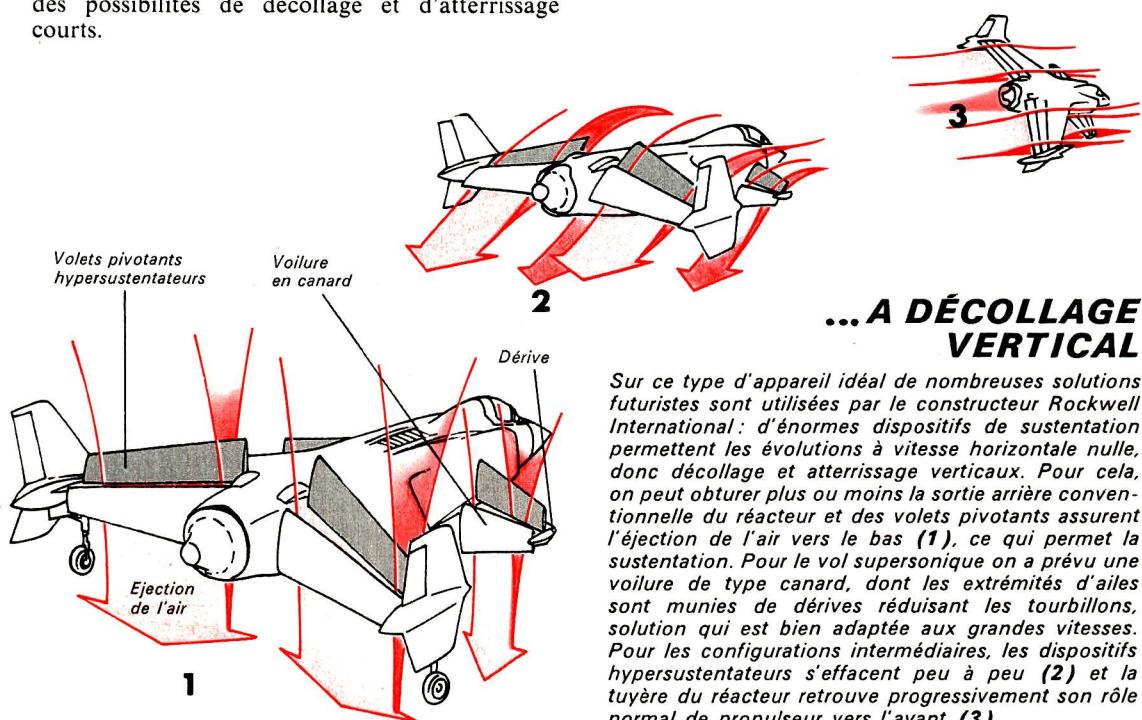
Qu'apporte l'aile à flèche inverse ?

- Un meilleur rapport portance-traînée d'où une meilleure manœuvrabilité.
- Une plus faible traînée en vol supersonique, qui permet un accroissement de la vitesse.
- De plus basses vitesses de décrochage et donc des possibilités de décollage et d'atterrissage courts.

- Une taille plus petite pour l'avion (un gain de 20 % est estimé par Rockwell International).
- Une plus grande souplesse au niveau du dessin et de l'implantation générale des différents organes de l'appareil, avec un regroupement vers l'arrière des fixations d'ailes, de réacteur et d'empennage. Pourquoi, dans ces conditions, l'aile à flèche inverse ne s'est-elle pas imposée ? Nous retrouvons ici un autre aspect du flottement structural, qui frappe surtout les ailes à flèche supérieure à 15°. Ce type de voilure présente en effet une instabilité propre à sa forme : une torsion de l'aile sous un effort aérodynamique anime une flexion qui va dans le même sens et accroît encore la torsion et l'angle d'attaque, puis les forces aérodynamiques. Tout s'enchaîne et c'est l'instabilité qui provoque la rupture. Dans le cas des avions à ailes en flèche classique, la flexion vient « calmer le jeu » et les phénomènes de flottement structural sont beaucoup plus faciles à résoudre.

Ce n'est donc que récemment, et avec l'apparition des matériaux composites les plus modernes qu'on a pu reprendre les projets d'ailes à flèche inverse aux environs de 35°. Avec ces matériaux on peut obtenir des rigidités de torsion et de flexion extrêmement élevées, et surtout, orientées dans les directions souhaitables. Dans ces conditions il devient possible de construire de telles voitures sans un excès de poids qui leur ferait perdre tout avantage.

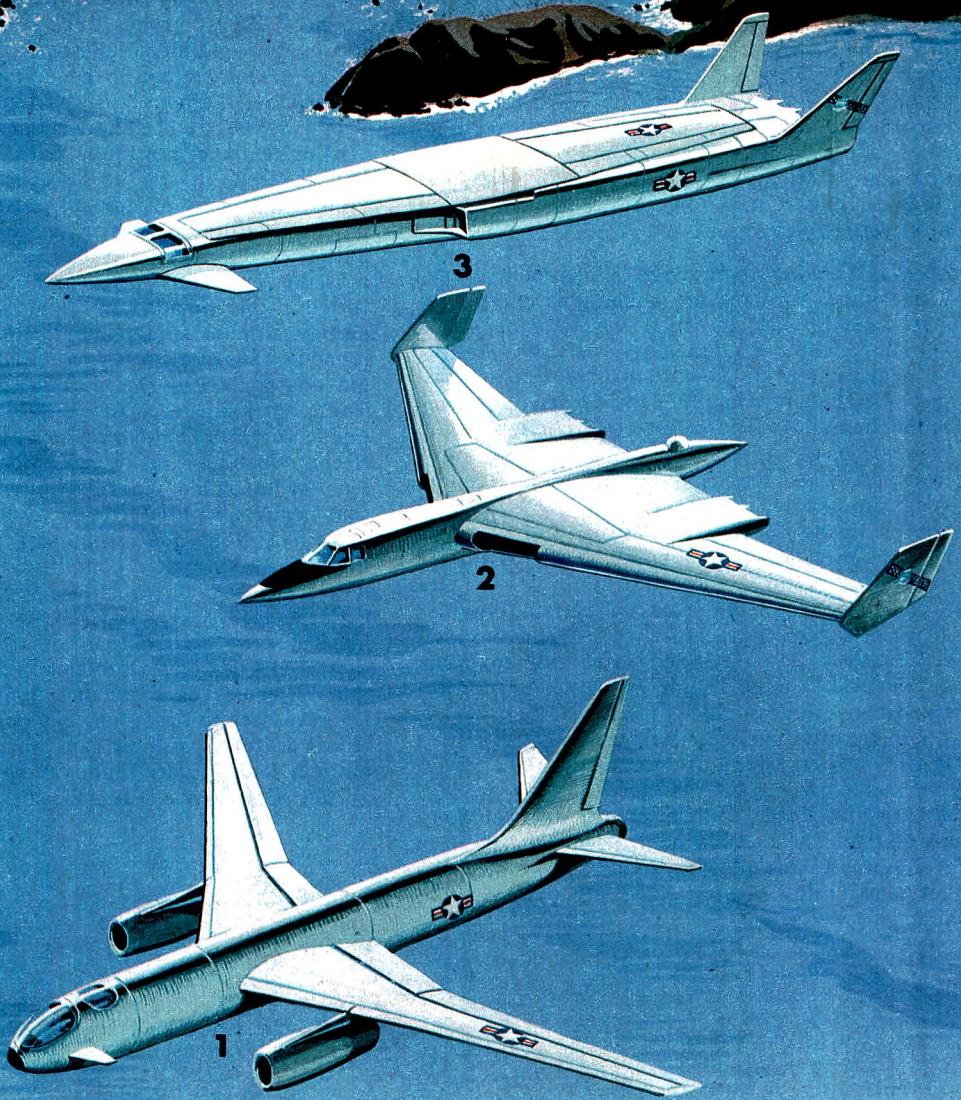
Aux Etats-Unis, l'Agence de Recherche et



... A DÉCOLLAGE VERTICAL

Sur ce type d'appareil idéal de nombreuses solutions futuristes sont utilisées par le constructeur Rockwell International : d'énormes dispositifs de sustentation permettent les évolutions à vitesse horizontale nulle, donc décollage et atterrissage verticaux. Pour cela, on peut obturer plus ou moins la sortie arrière conventionnelle du réacteur et des volets pivotants assurent l'éjection de l'air vers le bas (1), ce qui permet la sustentation. Pour le vol supersonique on a prévu une voilure de type canard, dont les extrémités d'ailes sont munies de dérives réduisant les tourbillons, solution qui est bien adaptée aux grandes vitesses. Pour les configurations intermédiaires, les dispositifs hypersustentateurs s'effacent peu à peu (2) et la tuyère du réacteur retrouve progressivement son rôle normal de propulseur vers l'avant (3).

Dessins Cl. Lacroix



LES ÉTUDES DE BOMBARDIERS AVANCÉS

1. Ce bombardier conçu par Boeing est à peu près deux fois plus petit qu'un B 52. Le modèle à huit réacteurs, utilisé pendant la guerre du Vietnam, est encore actuellement en service. Il reste subsonique et ne comporte que trois moteurs dont un situé dans la queue. Sa voilure supercritique est inspirée des études civiles effectuées par Boeing.

2. Étude de Rockwell International. Il s'agit d'un bombardier subsonique à aile épaisse dans laquelle sont logés les moteurs. Le fuselage a presque disparu. On note en bouts d'ailes les dérives qui assurent un double rôle de stabilisation et de limitation des tourbillons d'extrémités.

3. Autre étude Rockwell concernant un bombardier hypersonique. Dans cette configuration de vol à nombre de Mach élevé, l'aile a été repliée et c'est le corps même de l'avion qui assure sa sustentation.

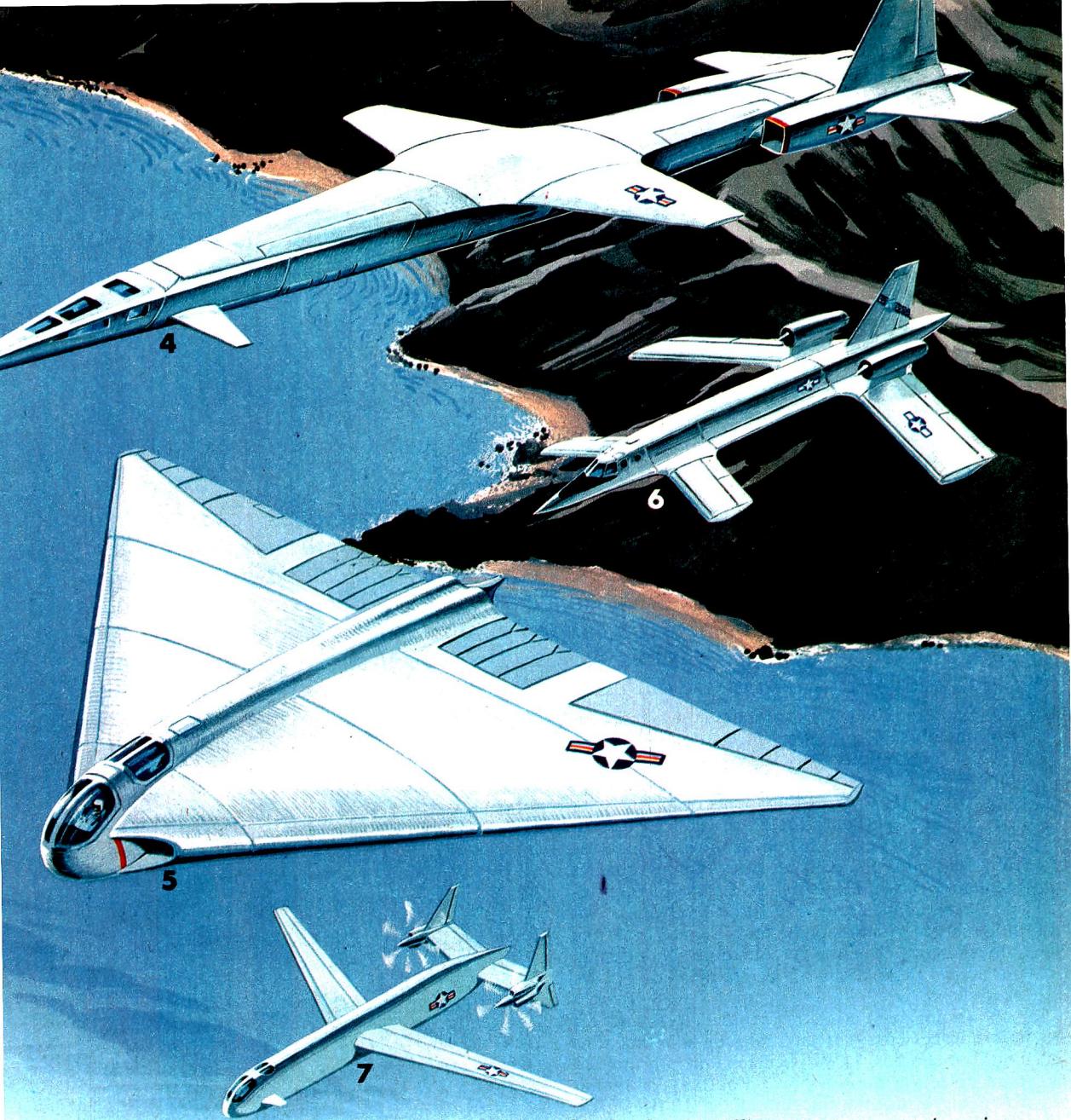
En vol conventionnel subsonique l'aile reprend sa position normale en tournant autour d'un pivot.

4. Boeing présente également un bombardier du type précédent (3), dont nous voyons ici l'aile en position classique, à relativement basse vitesse.

5. Bombardier à aile delta étudié par Boeing. La formule présente l'avantage d'une structure simple et facile à construire. On a prévu pour ce type d'avion une tourelle équipée d'un laser destiné à détruire les missiles ennemis.

6. Bombardier supersonique de Rockwell International. Il est muni d'une double voilure canard à flèche inverse. De plus, il est étudié pour avoir une section de fuselage constante, favorable au vol supersonique.

7. Bombardier léger étudié par Boeing. Il est propulsé par deux hélices situées en bout d'empennage. Sa voilure est supercritique.



(suite de la page 87)

Projets Avancés pour la Défense (DARPA) mène les études sur ce sujet, en collaboration avec l'US Air Force et des constructeurs : General Dynamics, Grumman et Rockwell International essentiellement. Cependant le budget distribué par la DARPA (un peu plus d'un million de dollars pour 1979) ne semble pas très conséquent et il ne faut sans doute pas s'attendre à voir voler un avion supersonique à flèche inverse — en vraie grandeur — avant plusieurs années car les problèmes de flottement structural ne seront pas résolus en un jour.

L'avion à vol par fil : un autre aspect des avions futurs sera le « fly by wire » ou « vol par fil », c'est-à-dire l'avion piloté par l'intermédiaire d'ordinateurs de bord, sans liaison mécanique directe entre les commandes et les gouvernes (voir *Science et Vie* nov. 77).

Cette technique s'impose peu à peu sur les avions modernes dont l'équilibre de vol devient de plus en plus « pointu », qu'il s'agisse du Boeing 747, du Concorde ou des chasseurs. Pendant la guerre du Vietnam, par exemple, le chasseur bombardier F 105 était sujet au « pompage » à vitesse transsonique, surtout à basse altitude : l'avion devenait instable et s'embarquait dans une série terrifiante de montagnes russes que le pilote ne parvenait pas à contrôler

(suite du texte page 150)

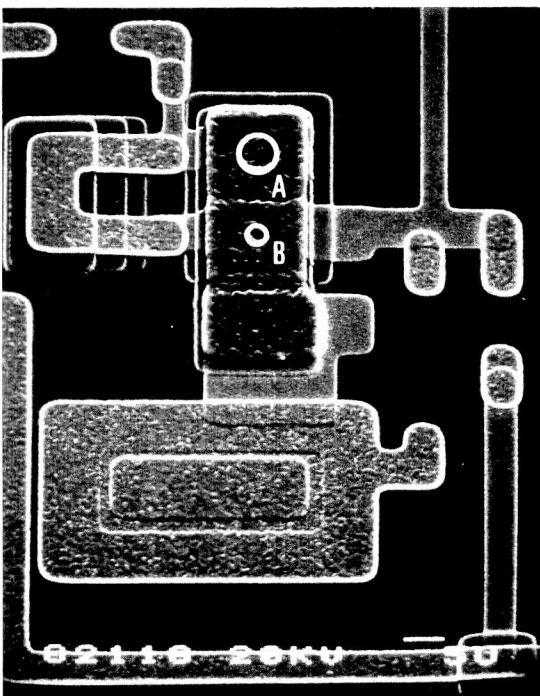
L'Ordinateur qui vient du froid

A — 269 °C, un « sandwich » fait de deux blocs métalliques séparés par un film isolant devient un composant électronique ultrarapide : c'est une « jonction Josephson », dont les propriétés étonnantes reposent sur l'état supraconducteur. Ce dispositif permet déjà de mesurer les constantes physiques avec une précision inégalable, de suivre l'approche des tremblements de terre ou d'étudier le rayonnement des étoiles. Demain, il sera peut-être à la base d'une nouvelle révolution de l'informatique.

En l'an 2000, les ordinateurs à semi-conducteurs seront peut-être aussi démodés que le sont aujourd'hui les postes de radio à lampes. Une nouvelle technologie basée sur les supraconducteurs — ces métaux qui à très basse température perdent toute résistance électrique⁽¹⁾ — permettra de réaliser des ordinateurs cent fois plus puissants et plus rapides que les meilleures machines actuelles. Le cœur du système : la *jonction Josephson* (un « sandwich » fait de deux blocs supraconducteurs séparés par une mince couche isolante, et qui doit son nom au physicien anglais qui a, le premier, décrit ses propriétés).

Pourquoi ce pari sur l'avenir alors que les microprocesseurs, ces « puces » de silicium, sans cesse améliorées, envahissent chaque jour davantage notre vie quotidienne ? Pourtant, le numéro un de l'informatique mondiale, IBM, a déjà pris le départ. Récemment, Lewis Branscomb, le vice-président de la firme multinationale, écrivait dans la revue américaine « *Science* » : « La technologie du silicium nous a rendu de grands services pendant 25 ans et continuera longtemps de nous rendre ces services. Mais elle a manifestement ses limites. D'autres semi-conducteurs tels que les arsénures de gallium peuvent s'avérer plus rapides que le silicium, mais ils en partagent les limites. Il faut donc étudier dès maintenant de nouvelles technologies capables d'assurer le progrès des ordinateurs dans les prochaines décennies. »

Il est surprenant de voir évoquer les limites du silicium : avec la technologie actuelle, l'ENIAC, premier ordinateur « moderne », qui pesait trente tonnes et occupait 80 mètres car-



Cette microphotographie, réalisée par balayage électronique, représente le circuit d'ordinateur le plus rapide qui existe à l'heure actuelle. Il utilise deux jonctions Josephson (les deux dépressions circulaires en A et B) et il a été conçu par Tushar Gheewala au laboratoire de recherche d'IBM de Yorktown Heights, près de New York. C'est une « porte logique » qui s'ouvre ou se ferme en 13 trilliardèmes de seconde, 10 fois plus vite que le plus rapide circuit à transistors.

rés au sol (2), tiendrait facilement dans une montre-bracelet ! Eh bien, ce n'est pas encore assez, et pour les constructeurs de circuits électroniques, le slogan « small is beautiful » (ce qui est petit est beau) garde toute son actualité.

Dès le début de l'informatique, on a assisté à une course effrénée à la miniaturisation. Depuis vingt ans, le nombre de composants par circuit a (en moyenne) doublé chaque année, passant de 1 en 1959 à 262 144 dans les circuits intégrés actuels les plus évolués ! (3)

Si l'on cherche encore à réduire la taille des circuits, ce n'est plus parce qu'ils sont encombrants et peu fiables, mais parce qu'il y a un lien direct entre la taille d'un ordinateur et son efficacité. Dans l'ordinateur, le signal électrique parcourt les câblages qui relient les différents circuits à la vitesse de la lumière (4). Si grande que soit cette vitesse (300 000 km/s), il faut un certain délai, petit à notre échelle, mais pas nul, pour que le signal soit transmis d'un circuit à un autre. Plus l'ordinateur est miniaturisé, plus les distances entre circuits sont courtes, et plus les délais de transmission sont brefs. Et bien sûr, l'efficacité d'un ordinateur dépend pour une large part de sa rapidité.

Au début, cela n'avait pas beaucoup d'importance parce que les temps de commutation des circuits étaient beaucoup plus grands que les délais de transmission, qui comptaient donc assez peu dans la rapidité des machines. La notion de temps de commutation peut s'expliquer en comparant un circuit à une porte qui peut être ouverte ou fermée : c'est tout simplement le temps nécessaire pour que le circuit passe de l'état « ouvert » à l'état « fermé », ou inversement.

Aujourd'hui, les « portes logiques » les plus rapides faites avec des semi-conducteurs atteignent des temps de commutation de l'ordre du dix-milliardième de seconde ! A la vitesse de la lumière, c'est le temps qu'il faut pour parcourir trois centimètres. Un hypothétique ordinateur dont tous les circuits auraient cette rapidité devrait être miniaturisé à l'extrême, pour éviter que les délais de transmission ne soient plus importants que les temps de commutation des circuits. Disons pour fixer le idées, qu'il devrait tenir dans un cube de trois centimètres de côté. Le nombre de circuits qu'il faudrait enfermer dans ce cube pourrait être évalué à environ 300 000. Chaque circuit dissipant par effet Joule une chaleur de l'ordre de quelques milliwatts, « la puissance calorifique totale de l'ordinateur miniature, écrit Branscomb, atteindrait environ un kilowatt, assez pour alimenter un grille-pain à deux faces ». Résultat : les circuits surchaufferaient, et deviendraient vite hors d'usage. C'est précisément là que réside la limite de la technologie du silicium, et des autres semi-conducteurs : comme les circuits chauffent, on ne peut pas les miniaturiser indéfiniment.

Exit les transistors, voici les jonctions Josephson. Elles fonctionnent à la température de l'hélium liquide (4,2 degrés au-dessus du

zéro absolu, soit environ — 269 °C), et ne dissipent pratiquement pas de chaleur. De plus, elles permettent d'atteindre des temps de commutation records : les derniers circuits de ce type, réalisés par IBM, commutent en 10 à 20 picoseconds (ou trilliardièmes de seconde), 10 fois plus vite que les circuits à transistors.

Ces prodigieuses performances sont dues aux phénomènes tout à fait étranges qui se déroulent dans les jonctions Josephson, phénomènes que nous allons maintenant décrire. Considérons le dispositif le plus classique, la *jonction tunnel*, un sandwich fait de deux blocs supraconducteurs séparés par un film isolant. Les deux blocs sont tout simplement des morceaux de métal ou d'alliage métallique à base de plomb, d'étain, de niobium ou autre tel. Ces métaux, lorsqu'on les refroidit jusqu'à des températures proches du zéro absolu, passent soudain dans un état appelé supraconducteur, où le courant circule sans résistance. Ce courant n'est pas transporté par des électrons libres comme dans un conducteur normal, mais par des paires d'électrons, appelées *paires de Cooper* (du nom du physicien qui en a, le premier, donné la description).

Dans le métal devenu supraconducteur, les paires de Cooper appliquent avec succès le principe selon lequel l'union fait la force. Leur mouvement est en effet coordonné, les centres de gravité de toutes les paires ayant la même vitesse ; il est impossible de dévier l'une des paires de sa trajectoire initiale sans que cela n'influe sur le mouvement de toutes les autres. Ce qui rend très improbable toute perturbation du mouvement des paires, tant il est vrai qu'il est beaucoup plus difficile de s'opposer au mouvement cohérent d'une armée en marche qu'à celui, désordonné, d'individus isolés, voire autonomes... Bref, la belle ordonnance du supercourant transporté par les paires de Cooper s'oppose à l'anarchie du courant habituel dû aux électrons prétendus « libres » ; c'est cet ordre qui explique que ledit supercourant circule sans résistance, donc sans dissipation de chaleur ; de plus, lorsque le supercourant est établi, il se maintient très longtemps dans l'échantillon, même s'il n'y a aucun dispositif d'entretien. Il y a d'ailleurs des supercourants qui circulent depuis des années, sans batterie ni générateur !

La jonction Josephson est un dispositif particulièrement malicieux, dans lequel l'ordre (presque) parfait de l'état supraconducteur est volontairement perturbé par la présence d'un obstacle, le film isolant interposé entre les deux blocs métalliques. Contrairement à ce que l'on pourrait croire, cet obstacle n'empêche pas le courant de passer. Sous certaines conditions, un courant électrique traverse un obstacle isolant, grâce à ce qu'on appelle l'*effet tunnel*.

Cet effet est lié à la nature ondulatoire des électrons. On peut s'en faire une idée en comparant l'électron à une puce qui se déplace par petits sauts. Si la puce rencontre un obstacle sur son chemin, disons par exemple un petit filet d'eau, elle pourra quand même passer, en

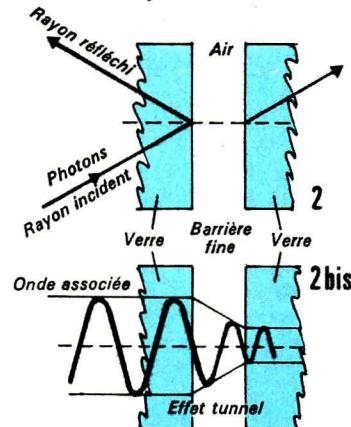
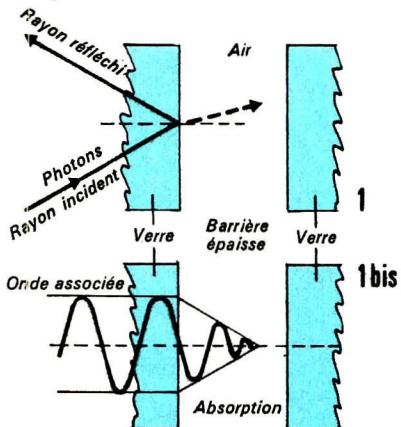
sautant par-dessus, pourvu que le filet d'eau ne soit pas trop large (auquel cas la malheureuse bête finira noyée). De même, l'électron peut traverser une barrière isolante, pourvu qu'elle ne soit pas trop large. Cette largeur doit être plus petite que la longueur d'onde de l'électron.

Cet effet tunnel existe dans une jonction en dehors de l'état supraconducteur : à température normale, un certain courant traverse la barrière isolante. En 1962, un jeune et brillant physicien anglais, Brian Josephson, prédit que l'effet tunnel devait exister également à l'état supraconducteur. Dans ce cas, les sauts de puce seraient le fait des paires de Cooper.

Peut-être Josephson était-il vraiment trop jeune... Toujours est-il que ses prédictions furent accueillies avec un certain scepticisme (plus tard, en 1973, cela ne l'empêcha pas de partager le prix Nobel de physique, avec Esaki et Giaver, juste récompense de ses remarquables travaux) ; lui-même se borna d'ailleurs à parler de « nouveaux effets possibles ». Mais il fallut vite se

zéro, il fallait bien que la tension fût nulle, n'est-il pas ?

Le phénomène qui vient d'être décrit est aujourd'hui connu sous la dénomination d'« effet Josephson continu ». Il existe également un « effet Josephson alternatif », qui apparaît lorsque l'intensité du courant dans une jonction dépasse un certain seuil critique. La jonction commence alors à perdre ses propriétés : elle devient résistante, une tension apparaît à ses bornes, et un courant alternatif se manifeste, en plus du courant continu des paires de Cooper. Ce qui se passe, c'est que le champ magnétique créé par le courant commence à pénétrer dans la jonction, alors qu'au début, il la contournait. Un dispositif supraconducteur a en effet la propriété de dévier les lignes de champ à son voisinage, pourvu que ce champ ne soit pas trop fort. Au-delà du seuil critique, les lignes de champ pénètrent quand même dans la partie isolante de la jonction, sous forme de « tourbillons » de supercourant. Ces tourbillons



PAR EFFET TUNNEL. des électrons peuvent franchir une barrière isolante qui normalement devrait les arrêter. Ce phénomène possède un analogue optique, la réflexion totale frustrée. Considérons un dispositif formé de deux blocs de verre que sépare une couche d'air. Pour un certain angle d'incidence, un rayon lumineux se propageant dans le premier bloc subit une réflexion totale sur la couche d'air (1). Aucune lumière n'est transmise au second bloc, à cause de la décroissance très rapide de l'amplitude de l'onde lumineuse dans l'air (1 bis). Si la couche d'air a une épaisseur très faible, de l'ordre de la longueur d'onde du rayon lumineux, un peu de lumière franchit la barrière et atteint le second bloc : c'est la réflexion totale frustrée (2) et (2 bis). On pourrait refaire les figures 1 bis et 2 bis en remplaçant l'onde lumineuse par celle associée à un électron, le verre par du métal et l'air par une barrière isolante. On aurait le même processus, avec apparition d'un effet tunnel pour une barrière assez mince.

rendre à l'évidence : il y avait bien un « effet Josephson », manifesté par le fait que les paires de Cooper franchissaient sans vergogne la barrière isolante d'une jonction tunnel. Mieux : étant donné l'absence de résistance de ce dispositif supraconducteur, le supercourant tunnel n'entraînait pas de tension aux bornes de la jonction ! Phénomène impossible avec des conducteurs normaux, on avait un courant continu avec un voltage nul. Ce qui restait néanmoins cohérent avec les lois de la physique, et en particulier avec la loi d'Ohm selon laquelle la tension d'un courant continu est égale au produit de son intensité par la résistance du conducteur ; la résistance étant égale à zéro, et le produit par zéro de n'importe quel nombre étant encore

transportent un flux magnétique qui est quantifié, c'est-à-dire qu'il est égal à une quantité élémentaire de flux, qu'on appelle quantum de flux. Ce quantum est égal à $h/2e$ où h est la constante de Planck et e la charge de l'électron ; il vaut 2.10^{-15} weber. Ce sont les tourbillons qui sont responsables de la tension et du courant alternatif dans la jonction.

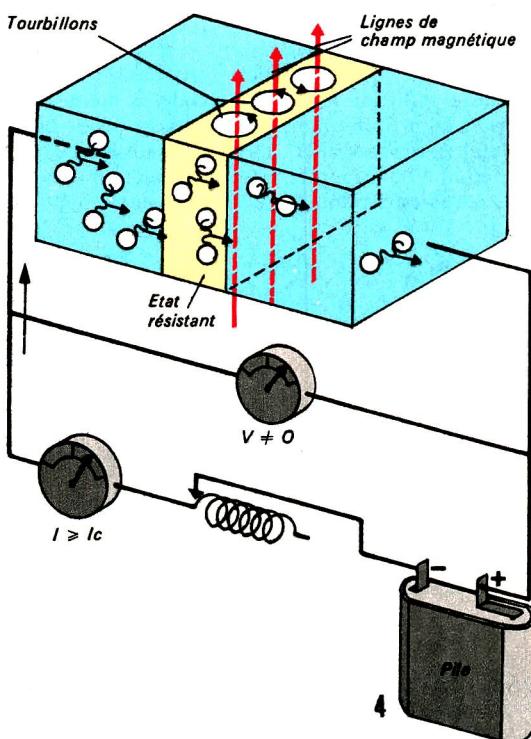
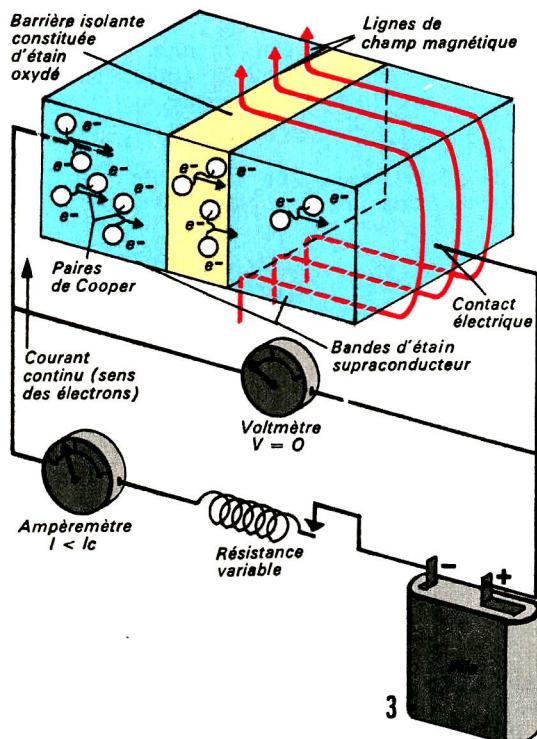
Ce courant alternatif peut avoir une fréquence très élevée, supérieure au trilliard de Hertz. En d'autres termes, le courant oscille plus d'un trilliard de fois par seconde. Comme un courant électrique oscillant donne naissance à un rayonnement électromagnétique de même fréquence, on a pensé utiliser les jonctions Josephson pour produire des rayonnements haute fréquence.

Malheureusement, elles ne pourraient délivrer qu'une très faible puissance, ce qui limite leurs possibilités d'utilisation en ce sens.

En revanche, on peut utiliser les jonctions comme détecteurs d'ondes électromagnétiques : lorsqu'on envoie une onde hyperfréquence sur une jonction, on constate que le courant critique diminue ; de plus, on observe un saut de

conséquences importantes pour les physiciens, car cette quantité joue un rôle fondamental en électrodynamique et en théorie des particules (pour être tout à fait précis, c'est surtout le rapport e/h qui est important, mais on voit facilement qu'il se déduit directement de l'autre).

Ce n'est pas la seule application à des mesures physiques des jonctions Josephson. Des



UNE JONCTION JOSEPHSON (3) est un dispositif constitué de deux blocs métalliques séparés par une mince couche isolante. Elle fonctionne à une température voisine du zéro absolu (-273°C) ; à cette température, le métal devient supraconducteur et le courant est transporté par des électrons associés en paires, les paires de Cooper. Dans le métal, ce courant de paires circule sans rencontrer de résistance.

Pour une épaisseur de l'isolant de l'ordre de quelques dizaines d'angströms, les paires de Cooper franchissent la barrière isolante par effet tunnel. Un courant continu apparaît dans la jonction, en l'absence de toute tension à ses bornes. La tension nulle s'explique par l'absence de résistance du dispositif supraconducteur. **C'est l'effet Josephson continu.**

L'EFFET JOSEPHSON ALTERNATIF (4) apparaît lorsqu'on fait croître l'intensité du courant, au-delà d'un certain seuil critique I_c . La jonction devient alors résistante, et une tension apparaît ainsi qu'un courant alternatif. Ce changement d'état est dû au fait que le champ magnétique induit par le courant pénètre maintenant dans la jonction alors qu'au début il la contournait. Autour des lignes de champ qui traversent la partie isolante de la jonction, apparaissent des tourbillons de supercourant qui écrivent le champ magnétique. Ce sont eux qui sont responsables de la résistance et du courant alternatif.

courant chaque fois que la tension égale un multiple entier de la quantité $fh/2e$, c'est-à-dire le produit de la fréquence f de l'onde par le quantum de flux. En 1969, Parker, Langenberg, Denenstein et Taylor ont utilisé ce phénomène pour obtenir la valeur la plus précise jamais atteinte de ce fameux quantum de flux : ils ont effectué des mesures extrêmement précises des tensions auxquelles se produisaient les sauts de courant, pour une fréquence déterminée de l'onde électromagnétique incidente. Cette nouvelle détermination de la quantité $h/2e$ a eu des

dispositifs utilisant une ou deux jonctions et appelés SQUID (Superconducting Quantum Interference Devices, ou interféromètres quantiques supraconducteurs) permettent de mesurer les champs magnétiques avec une sensibilité impossible à obtenir avec n'importe quel autre procédé. Les SQUID peuvent détecter des variations de champ magnétique de l'ordre de 10^{-10} gauss, c'est-à-dire qu'ils sont mille fois plus sensibles que les meilleurs magnétomètres à vapeur de césum (10^{-7} gauss).

Une application spectaculaire des SQUID

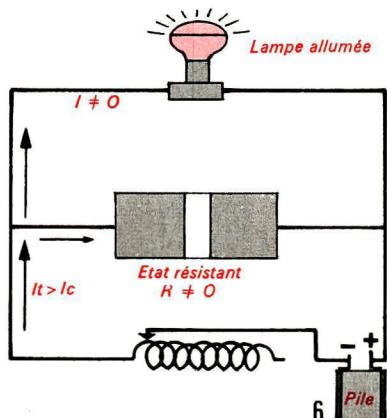
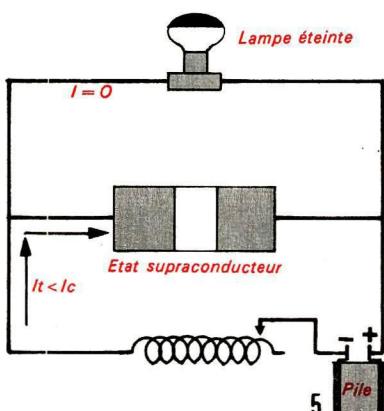
consiste à les utiliser pour étudier les tremblements de terre. En effet, quelques jours ou quelques semaines avant un tremblement de terre, des perturbations du champ magnétique terrestre prennent naissance le long des lignes de faille. En mesurant ces perturbations le plus précisément possible, on peut suivre l'approche d'une catastrophe naturelle ; les SQUID permettent même de faire la différence entre, par exemple, le signal dû à l'approche d'un séisme ou d'une éruption volcanique, et des fluctuations magnétiques d'origine plus lointaine. La fameuse faille de Californie (celle-là même que dans le film *Superman*, le héros à la cape rouge s'emploie à reboucher...) est déjà surveillée par une équipe de Supermen supraconducteurs !

Les radioastronomes se servent également de

résistance et de tension nulle, correspondant à l'effet continu, et un état résistant avec apparition d'une tension, pour l'effet alternatif. Le passage d'un état à l'autre peut être provoqué aussi bien en agissant sur le courant qui passe dans la jonction, que sur le champ magnétique. La jonction peut donc être utilisée comme une bascule, un « flip-flop » où l'état de la jonction constitue un « bit » d'information.

Le temps de basculement est extrêmement court, et les plus récents circuits réalisés par IBM, qui opèrent en 10 à 20 trilliardièmes de seconde, sont 10 fois plus rapides que les plus rapides logiques à transistors ! Et ce n'est sans doute pas fini.

Malgré ces succès, on est encore loin d'un ordinateur complet fonctionnant avec des jonc-



UNE JONCTION JOSEPHSON POSSÈDE DEUX ÉTATS BIEN DISTINCTS : un état sans résistance et de tension nulle correspondant à l'effet continu, et un état résistant avec tension pour l'effet alternatif. On peut donc utiliser la jonction comme un dispositif de commutation, c'est-à-dire l'équivalent d'un interrupteur électrique. En 5, la jonction est dans l'état sans résistance. La lampe se trouve donc court-circuitée, aucun courant ne peut la traverser. En 6, la jonction est au contraire dans l'état résistant et une partie du courant traverse la lampe lui permettant de s'allumer. Ce principe peut être utilisé en informatique pour créer un « flip-flop », où l'état de la jonction constitue un « bit » d'information.

l'effet Josephson, selon un processus inverse de celui qui a permis de mesurer le rapport e/h : ici c'est la fréquence du rayonnement incident que l'on cherche à déterminer. Les fréquences d'utilisation se situent autour de 300 GHz, soit une longueur d'onde de 1 mm, ce qui est précisément la gamme où l'on manque le plus de détecteurs sensibles. Le professeur Ulrich de l'Université du Texas a ainsi pu étudier les rayonnements en ondes ultracourtes du Soleil, de la Lune, de Vénus et de Jupiter, mais également d'objets lointains comme le quasar 3 C 273, ou le pulsar de la nébuleuse du Crabe. L'astronomie constitue sans aucun doute le plus important domaine d'application pour les détecteurs de rayonnement à effet Josephson, mis à part les mesures de physique fondamentale.

Mais revenons aux ordinateurs. Là, il ne s'agit plus de détecter un rayonnement ou un champ magnétique, mais d'agir sur un signal électrique. L'idée de base est qu'une jonction Josephson possède deux états bien distincts : un état sans

tions Josephson. Techniquement, c'est certainement réalisable : on connaît bien les mécanismes physiques des jonctions, on sait les fabriquer en grande série et de haute qualité, on sait les miniaturiser. Il reste néanmoins l'inconvénient majeur que constitue leur basse température de fonctionnement. Un ordinateur plongé dans un bain d'hélium liquide, cela peut convenir pour une installation fixe. Mais ce n'est guère pratique pour un système portatif...

Alors, les semi-conducteurs garderont sans doute leur utilité dans le domaine de l'ordinateur « de poche ». Et pour les « gros », les « Concorde » de l'informatique ? « Il est encore trop tôt pour le savoir », estime Albert Libchaber, directeur de recherches au CNRS et membre du Groupe de physique du solide de l'Ecole Normale Supérieure de la rue d'Ulm. « Actuellement, c'est une technologie futuriste. Le fait qu'IBM la développe ne signifie pas nécessairement que les jonctions Josephson détrôneront les circuits à transistors. De toute façon IBM

(suite du texte page 150)

Les hypermarchés mènent le jeu

Détenant aujourd'hui 20 % du marché, les « grandes surfaces » sont en mesure d'imposer leur loi aux industriels de la production, condamnant du même coup le commerce traditionnel alimentaire. Le consommateur doit-il s'en plaindre ? Il faut bien admettre que l'hypermarché a fait entrer le « discount » dans les mœurs.

Si productions, exportations et industries agro-alimentaires connaissent bien des vicissitudes, le commerce alimentaire, lui, se porte bien. Pour la bonne et simple raison que la consommation alimentaire des Français continue à s'accroître au rythme de 2 % par an. En 1978, le chiffre d'affaires global du commerce de détail s'élevait à 591,3 milliards de francs dont près de la moitié (49,1 %) revenait au commerce alimentaire avec 289,9 milliards de francs. Le « grand commerce », notamment, progresse, surtout les hyper et supermarchés dont les chiffres d'affaires ont augmenté respectivement de 17,6 % et 17,8 % au cours de l'an passé. En effet, avant d'arriver dans l'assiette du consommateur, les produits manufacturés passent obligatoirement par cet intermédiaire appelé « la distribution », qui englobe de nombreuses fonctions commerciales (approvisionnement, transport, stockage, vente en gros et au détail, etc.). « Trop souvent oubliée sauf pour être décriée, la distribution joue un rôle primordial, affirme L. Cauchefert, directeur adjoint du département des achats alimentaires du groupe Printemps-Prisunic. Ce n'est pas la clientèle qui va chercher le produit, une fois fabriqué, sur le quai de la gare ! »

Rôle d'autant plus important depuis l'apparition en France, il y a une quinzaine d'années, du phénomène hypermarché. Avec l'ouverture du premier « Carrefour », le 22 juin 1963, la distribution française a connu une véritable révolution dont l'importance n'a d'égale que la naissance du premier grand magasin, le Bon Marché de M. Boucicaut, sous le Second Empire. L'expansion de l'hypermarché a été foudroyante. En

1978, les 392 hypermarchés français ne représentent pas moins de 2 229 000 m² de surface de vente, 12,6 % des ventes d'alimentation au détail, 77 000 emplois et 55,5 milliards de francs de chiffre d'affaires. Et les leaders de la profession que sont Carrefour, Euromarché, Mammouth et Casino, responsables de cette cure de rajeunissement de la distribution française, représentent désormais un poids économique non négligeable dans le secteur agro-alimentaire. « Venue des Etats-Unis, cette formule du One Stop Shopping, c'est-à-dire tout sous un même toit, répondait à un besoin, explique D. Defforey, vice-président directeur général de la société Carrefour. Après le libre-service qui s'est généralisé, même en dehors du commerce alimentaire, ce qui a contribué à la réussite de l'hypermarché, c'est l'urbanisation et surtout la voiture. » L'hypermarché, c'est avant tout le magasin du consommateur motorisé des banlieues périphériques. Ce qui fait dire aux Américains : « No parking, no business ». Tous les hypermarchés ont de vastes parkings qui représentent 3 à 5 fois la surface de vente qui est en moyenne de 5 700 m². Facile d'accès, ce type de magasin permet d'acheter beaucoup, de tout, sans crainte d'avoir à transporter malaisement des marchandises lourdes et encombrantes. 90 à 95 % des clients des hypermarchés sont en voiture et achètent au moins 10 à 15 kg de marchandises à la fois et souvent jusqu'à 25-30 kg !

Les relevés de l'ex-Direction de la Concurrence et des Prix, montrent que les marges bénéficiaires prélevées par ces formules modernes de

distribution sont les plus basses. En misant sur le chiffre d'affaires, les hypermarchés appliquent systématiquement la politique du « discount » en compensant par le volume vendu les faibles marges bénéficiaires pratiquées qui vont de 7 à 9 % pour l'épicerie-boisson et 22 à 26 % pour le non-alimentaire. Leur seul impératif est d'avoir une rotation de stock élevée. La marge prélevée sur un article pourra être d'autant plus faible que l'achat de cet article sera plus fréquent. Dans les hypermarchés, l'ensemble de l'assortiment est renouvelé en moyenne tous les 20 jours. Bilan de cette conception dynamique du commerce : le

CONSERVES



LES HYPERS, MOINS CHERS

Dans le secteur alimentaire, ce sont indéniablement les hypermarchés qui pratiquent les marges bénéficiaires (différence entre le prix de vente H.T. et le prix d'achat H.T., exprimée en % du prix d'achat H.T.) les plus basses de toutes les formes de commerce, que ce soit :

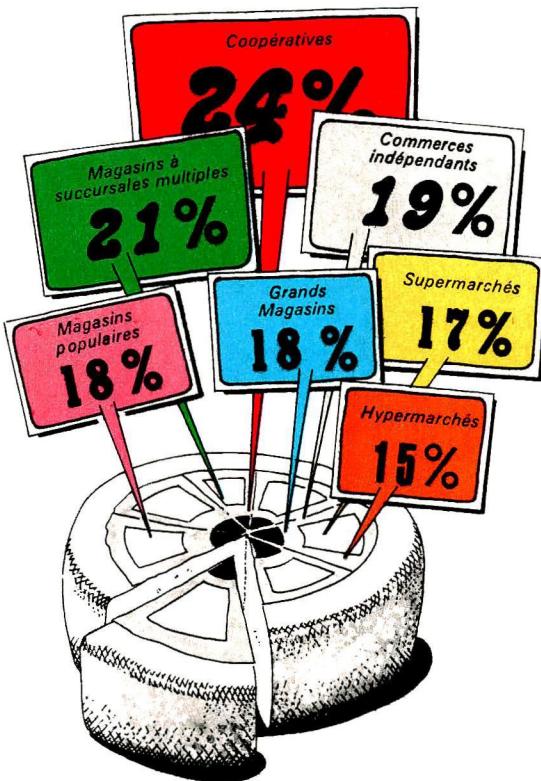
- **des coopératives.** magasins de détail appartenant à une société coopérative de consommateurs, type Coop.
- **des MAS.** magasins de détail appartenant à une maison d'alimentation générale à succursales, type Viniprix.
- **des commerces indépendants.** magasins de détail appartenant à une entreprise de caractère familial ou

bénéfice net des bons hypermarchés n'est que de 1 à 2 % des ventes après impôts, mais sur des chiffres d'affaires qui se calculent en milliards. « En 1979, quand une entreprise industrielle fait plus de 150 millions de chiffres d'affaires, c'est déjà important. Les entreprises de distribution qui en feraient autant ne seraient pas prises au sérieux, assure J.J. Lesage de l'Institut Français du Libre-Service. 45 entreprises de distribution française font entre 830 millions et 14 milliards de chiffre d'affaires par an. »

Avec l'hypermarché, la distribution est passée du stade artisanal à l'ère industrielle. « C'est une industrie lourde, fruit de l'économie de crois-

sance », comme la qualifie Robert Werner, directeur général des Docks de France. Formule-type de distribution de masse correspondant à la production et à la consommation de masse, l'hypermarché met en œuvre tout un ensemble de techniques nouvelles concernant à la fois l'achat, la vente, l'ambiance des magasins, l'approvisionnement, le calcul des prix de vente dont a profité l'ensemble du commerce concentré, c'est-à-dire

CRÈMERIE



regroupé sous une même enseigne. Chaque grand circuit de distribution possède une centrale d'achat informatisée en liaison avec les magasins d'une part, les fournisseurs d'autre part. Elle achète et redistribue selon les besoins sur toute la France quel que soit le type de commerce adopté par le circuit de distribution (succursale de petit détaillant, coopérative, grande surface) et quel que soit le produit, alimentaire ou non.

Traditionnellement, la distribution des produits alimentaires se subdivise en deux grands circuits, celui des produits secs et celui des produits frais. Les produits secs, fabriqués en usine, arrivent chez le détaillant après avoir suivi une filière

classique de représentants et d'entrepôts en gros. Les produits frais proviennent de productions animales et végétales diverses, souvent très disséminées. Les produits laitiers passent par des circuits industriels ou coopératifs organisés qui se chargent du transport et des livraisons chez le détaillant quelle que soit sa taille. Les fruits et légumes et la viande passent :

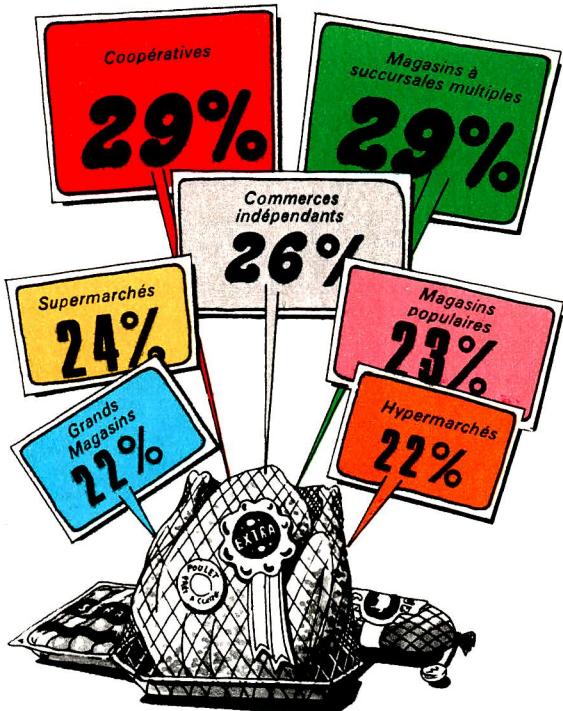
● soit par des expéditeurs, véritables courtiers sur les lieux de productions. Ils achètent et, éventuellement, conditionnent pour le compte de clients qui leur ont transmis des ordres. Ces clients peuvent être des entrepôts de grossistes, des points de vente, des importateurs à l'étranger, etc.

ÉPICERIE



« Il faut être très fort pour se permettre d'envoyer promener une grande surface. Dans notre pays, c'est l'exception. L'industriel n'est pas assez puissant, déclare Francis Lepâtre (1), président de l'Association Nationale des Industries Agro-alimentaires. D'autre part, la capacité de production est rarement utilisée à plein. Beaucoup de fabricants sont donc disposés à prendre des contrats peu intéressants pour assurer le plein emploi de leurs investissements. Mais cette pratique fausse

VOLAILLES - SALAISONS



individuel, rattachée ou non à une société coopérative de détaillants type Codec ou à une chaîne volontaire de grossistes-détaillants type Promodès.

● des magasins populaires ou grands magasins, qui sont des établissements de vente à rayons multiples toutes marchandises et où le département alimentaire n'est pas la raison d'être du magasin type Printemps-Prisunic.

● des supermarchés qui peuvent être rattachés à toutes les formes de commerce (coopératives, MAS, chaînes volontaires, etc.) mais dont la surface de vente, entre 400 et 2 500 m², est toujours inférieure à celle des hypermarchés même s'ils fonctionnent sur les mêmes principes de vente.

● soit par les marchés-gare comme Rungis où les producteurs envoient leurs marchandises. Dans ces marchés, toujours en bordure des grands centres de consommation, les clients trouvent l'ensemble de la production française ou d'importation de toutes origines.

Les centrales d'achats des grands distributeurs sont capables de traiter directement avec le fabricant ou le producteur. En regroupant la puissance d'achat et en supprimant des intermédiaires, ces PC de la grande distribution, sont en fait, des organes de pression auxquels les fournisseurs, grands ou petits, ont bien du mal à résister.

dangereusement les données réelles du marché. » Ainsi, certains fournisseurs proposent leurs produits à des prix exceptionnellement bas ou acceptent de fabriquer sous la marque du distributeur. Yoplait fait, sous les étiquettes de Carrefour ou Euromarché, les mêmes yaourts que sous sa marque. Les petits pots de la Roche aux Fées, Mammouth ou Continent sont semblables.

Après avoir fait pendant des années, la pluie et le beau temps, les industriels doivent, non sans amertume, se plier aux exigences de la grande distribution. « Un peu par leur faute d'ailleurs », raconte G. Gallo, responsable du marketing de la S.G.C.C. (Société Générale des Coopératives).

ratives de Consommateurs), centrale d'achats et de services des Coop. Lors de l'apparition des premiers hypermarchés, les fabricants ont cédé à la panique en leur accordant des conditions préférentielles d'achat exorbitantes, de peur de ne pas être représentés dans ce nouveau type de distribution. La politique commerciale incohérente de certains d'entre eux n'est certainement pas étrangère à la réussite fulgurante d'un Carrefour, par exemple. Ils ont mis le doigt dans l'engrenage lorsque les hypermarchés ne représentaient que 4 % du marché, ils s'étonnent d'y lais-

d'assurer le suivi des commandes et le service après-vente par des stockages et une capacité de production importants dans un emballage adéquat. Ensuite, il faut avoir un fond de roulement financier confortable. La réglementation a eu beau fixer les délais de paiement à 30 jours pour les produits frais et à 60 jours pour les autres, il s'écoule parfois jusqu'à 90 jours entre le moment où les marchandises ont été livrées et celui où les centrales d'achats règlent leurs commandes. Enfin, la pratique courante de remises ou ristournes qu'implique obligatoirement l'achat de marchandises en grosses quantités, est pour la grande distribution un moyen supplémentaire de pression sur l'industriel. Et ce, en dépit de la législation. C'est la revanche des distributeurs.

PROFIL DE L'HYPERMARCHÉ FRANÇAIS

(moyennes sur les 377 hypermarchés français au 1^{er} juillet 1978; source IFLS)

Surface de vente (en m ²)	5 700
Nombre de personnes employées	203
Nombre de caisses de sortie	27
Dimension du parking (nombre de places)	1 100/1 200
Nombre annuel de débits	de l'ordre de 1 500 000
Budget publicité (en % du CA)	0,80 %
Chiffre d'affaires (en F)	135 000 000
Chiffre/m ² /an (en F)	23 600
Chiffre d'affaires/personne employée/an (en F)	629 000
Répartition des ventes (en % du CA total)	
● épicerie-liquides	28,4
● produits alimentaires frais	26,6
● textiles	8,7
● bazar	23,8
● essence et centre auto	6,8
● cafétéria et autres...	5,7

L'hypermarché français en chiffres. Par définition, un hypermarché, c'est une très grande unité de vente au détail en libre-service, présentant un très large assortiment en alimentation comme en marchandises générales dont la surface de vente est toujours supérieure à 2 500 m². □

ser le bras maintenant que les grandes surfaces en représentent 20 %. Ils auraient pu y penser plus tôt ! »

Avec l'hypermarché, la distribution est sortie de l'anonymat. Les grandes enseignes de distributeurs et leurs marques sont désormais aussi connues que celles des fabricants de produits. « S'il est difficile pour un hypermarché de se passer de la moutarde Amora, à cause de l'image de marque de notre produit, explique B. Maire (directeur adjoint de la société Amora du groupe Générale Occidentale dont 80 % du chiffre d'affaires est réalisé dans la grande distribution), pour nos autres condiments, ils sont en position de force. Les fabricants ne manquent pas. Les distributeurs ont l'embarras du choix. » Faire jouer la concurrence entre les fabricants permet aux distributeurs d'imposer leurs conditions d'achat, souvent très astreignantes. Pour travailler avec les grandes surfaces, il faut être capable

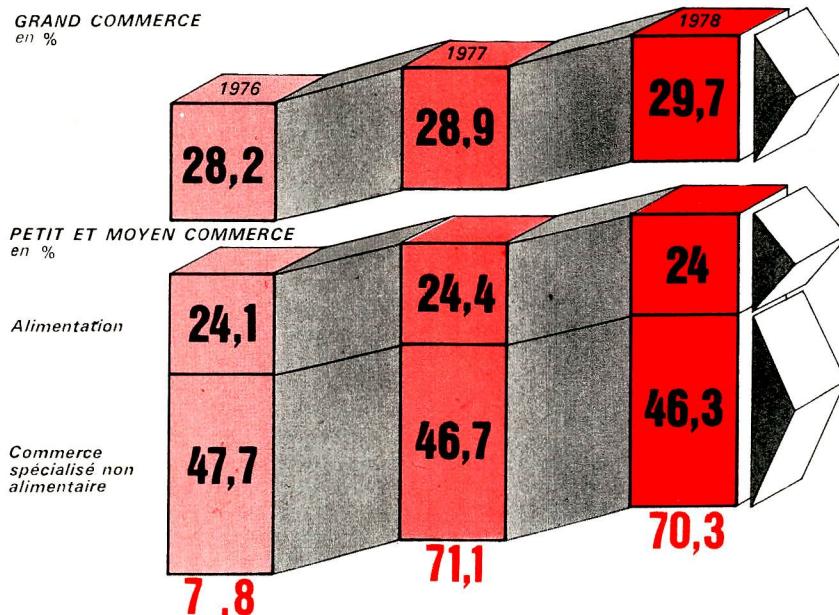
En 1960, la circulaire Fontanet venait au secours de la distribution, victime des pratiques que lui imposait l'industrie. En 1978, la circulaire Scrivener, prenait des dispositions pour protéger les industriels contre les pressions du négoce. La réglementation des conditions de vente, la condamnation des pratiques discriminatoires (une constante du législateur depuis 1945 qui n'est jamais appliquée) entend mettre un frein aux exigences jugées abusives des distributeurs. En théorie, les règles du jeu sont donc bien définies; dans la pratique il en est tout autrement. La disparité des services effectifs assurés par les uns et par les autres rend difficile la comparaison, donc la preuve qu'on est en présence de pratiques discriminatoires. Certains industriels se chargent parfois du transport, alors que souvent c'est la distribution qui l'assume. D'autres assurent la fonction de stockage ou s'occupent eux-mêmes de la gestion de leurs stands dans l'hypermarché, par exemple. Les rapports entre industriels et commerçants, les conditions demandées et acceptées, peuvent se limiter à des accords verbaux dont se contentent les partenaires conscients de leurs intérêts réciproques. Toutes ces dispositions législatives ont été prises parce que l'apparition du « grand commerce » et le rodage de leurs méthodes propres d'achat ont profondément modifié les rapports industrie-commerce.

La circulaire Fontanet est apparue à point nommé pour permettre à Edouard Leclerc et à ses émules, d'obtenir des approvisionnements normaux de la part d'industriels enclins au boycott. De son côté la circulaire Scrivener, doit permettre aux industriels de résister aux pressions des commerçants les mieux organisés et les plus importants. Cela n'empêche pas certains fabricants d'affirmer que « l'industrie finance la distribution ». Ce n'est pas complètement faux, mais peut-on reprocher à la distribution d'être plus dynamique que l'industrie ? « Elle a cette mentalité de manager qui fait cruellement défaut aux industriels français, reconnaît B. Maire, lui-même. L'industrie en France n'aime pas la compétition, la distribution l'adore. » Cet esprit de compétition dépasse même les frontières de la France. La société Carrefour, entre autres, explore l'hypermarché à la française, et son savoir-

faire à l'étranger, notamment au Brésil et en Espagne. « La part de Carrefour International se fera déjà sentir dans les comptes de la société en 1978, indique D. Defforey. A l'avenir, la part de Carrefour France aura tendance à diminuer dans les résultats du groupe. »

Et le consommateur français dans tout cela, a-t-il bénéficié vraiment de ce basculement des rapports de force entre l'industrie et la distribution ? Oui, une fois n'est pas coutume. Tout le monde peut le constater, les hypermarchés vendent moins cher surtout les produits vendus sous

« faire un îlot de pertes dans un océan de profits »⁽³⁾. En pratiquant sur quelques produits des prix défiant toute concurrence, elles attirent le consommateur, l'entraînant à acheter bien plus qu'il n'en a besoin, y compris des produits dont les prix ne sont pas toujours avantageux. C'est la politique des prix d'appel. Les actions publicitaires fréquentes, les promotions permanentes, la disposition des produits dans les rayons (les plus chers à portée de main), l'ambiance musicale et les éclairages des magasins, font de ces usines à vendre des lieux de tentation.



PETIT COMMERCE DEVIENDRA GRAND

D'après un bilan provisoire de l'INSEE, le grand commerce continue d'élargir ses parts de marché dans le chiffre d'affaires global du commerce de détail qui s'élève pour 1978 à 591,3 milliards de francs. Ce sont surtout les chiffres d'affaires des super- et hypermarchés qui progressent le plus. Cependant, ces formules modernes de distribution à faibles marges bénéficiaires n'occupent que 18,6 % du commerce. En France, le petit et moyen commerce reste encore largement prédominant, surtout dans le non-alimentaire, avec les 2/3 de la distribution.

leurs marques. C'est même leur raison d'être. Une récente enquête de l'Institut National de la Consommation⁽²⁾ montre que les pâtes sous marque de distributeurs coûtent en moyenne 28 % de moins que leurs sœurs de grandes marques ; les yaourts et les sirops : 25 % ; le café : 20 % ; le chocolat, l'huile d'arachide, le lait : 15 % ; les boissons à l'orange, la confiture : 10 % de moins. « C'est normal, nous achetons 25 % moins cher en vendant sous notre marque » dit-on à Carrefour. Car les fabricants, lorsqu'ils travaillent pour les distributeurs, ne comptent pas dans leur prix de revient les frais commerciaux (publicité, promotion, équipes de représentants) ni leurs frais d'innovation (il s'agit de produits ultra-banalisés). D'aucuns, comme Patrick Persuy chercheur au Laboratoire de Recherche des études Economiques sur les Industries Agro-alimentaires de l'INRA-Rungis, ont tendance à penser que le but de ces pratiques commerciales est de

Aux Etats-Unis, commencent même à apparaître des cas « de folie des hypermarchés ». Les grandes surfaces exercent sur ceux qui en sont atteints, une telle fascination qu'ils ne peuvent s'en passer. Dès qu'ils ont un instant, ces nouveaux drogués font la tournée des hypermarchés, mais la plupart du temps n'achètent rien ! Déjà, en France, la visite à l'hypermarché le samedi, devient un but de promenade familiale. Et le fait qu'Euromarché ait choisi entre autres secteurs de diversification, les voyages et le tourisme, est très symptomatique.

En réalité, les plus mal lotis face à la transformation de la distribution, ce ne sont pas les consommateurs — après tout rien ne les oblige à acheter, même si ce n'est pas toujours facile de résister — ce sont les petits industriels et les petits commerçants.

« Une grande surface qui ne vendrait que des produits libres, sous marque de distributeurs,

LA « CARAMBOUILLE » : PLUS PAYANTE ET MOINS DANGEREUSE QUE LE HOLD-UP

Rungis, le plus important marché alimentaire d'Europe avec ses 16 milliards de francs de chiffres d'affaires, est-il en train de devenir un des hauts lieux de l'escroquerie, chéri du milieu ?

D'après le *Petit Robert*, une carambouille, c'est une escroquerie consistant à revendre une marchandise non payée... et ce type d'escroqueries commence à se multiplier dans le secteur agro-alimentaire. La plus récente affaire découverte en Corse en avril dernier porte sur 30 millions de francs. Le principe de la carambouille est simple : il suffit de louer un local et d'avoir un téléphone pour commander des marchandises à des producteurs de surgelés, de viande, de fruits ou de légumes. Au début, ces commandes sont payées et vendues régulièrement pour mettre les fournisseurs en confiance. Au bout de quelques temps, elles sont stockées et revendues rapidement au-dessous de leur valeur, sans être réglées aux fournisseurs. C'est tout bénéfice pour le carambouilleur qui, avec le système des traîtes à 45 ou 60 jours pratiqué couramment, conserve une marge appréciable de manœuvre. A tout prendre, la carambouille est moins risquée et plus payante que le hold-up. Moins risquée, c'est évident : l'article 405 du code pénal prévoit « un emprisonnement d'un an au moins et cinq ans au plus pour les maîtres de la carambouille ». Plus payant, à coup sûr : à titre d'exemple, tous les hold-up commis dans le Val-de-Marne en 1978 atteignent la somme modique de 8,7 millions de francs alors qu'une bonne carambouille rapporte souvent plus. Conséquence : « on voit apparaître derrière des hommes de paille, des individus ayant un dossier au fichier du grand banditisme » explique un officier de la police économique.

Bilan financier pour 1977-1978 des sociétés fictives, championnes de la carambouille à Rungis

1977

La société SICOFI : 6 millions de francs (produits surgelés).

La société Maria Bauer : plusieurs dizaines de millions de francs (produits carnés).

La société Primador-Primaroc : 8 millions de francs (fruits et légumes).

La société Frucado : 3 millions de francs (fruits et légumes).

La société Soleil-Fruits : 1 million de francs (fruits).

1978

La société Cofrulég : 7 millions de francs (fruits et légumes).

La société Jacques Primeurs : 2,5 millions de francs (fruits et légumes).

La société C.V.P.P. (Comptoir des viandes primées parisiennes) : 2 millions de francs (produits carnés).

La société Delarche : 1 million de francs (produits carnés).

Source : *Le Monde*, 3 mars 1979

exclusivement, n'aurait guère de chance de réussir, explique G. Gallo, de la Centrale d'achat des Coopérateurs. Si la ménagère accepte n'importe quelle marque de vinaigre du moment qu'il est bon, l'huile, c'est toujours la Lesieur et le Nescafé reste irremplaçable. » Les distributeurs ont donc besoin des grandes marques, mais les autres industries ? Elles feront faillite et seront rachetées par des entreprises plus importantes. A moins qu'elles ne sous-traitent pour la grande surface la fabrication de produits sous la marque du distributeur. Economiquement, la concentration du commerce et l'apparition de la grande distribution, ont donc une influence directe sur la concentration des entreprises industrielles. Les petits commerçants, quant à eux, disparaissent à une cadence accélérée. Entre 1971 et 1978, le nombre des établissements alimentaires de détail a diminué de 13,3 %, sans compter les boulangeries-pâtisseries qui, elles, ont régressé de 10,3 %⁽⁴⁾. Pourtant l'objectif de la loi d'orientation du commerce et de l'artisanat, dite loi Royer, votée en 1973, était d'empêcher que la transformation de la concurrence et des structures de la distribution ne soit trop préjudiciable au commerce traditionnel. Mais cette évolution semble inexorable. La preuve : alors qu'en France le grand commerce ne représente que le tiers de la distribution des produits alimentaires, il atteint 65 % aux Pays-Bas, 78 % en RFA, et 80 % en Grande-Bretagne. Maintenir, contre vents et marées, des formes de commerce à faible productivité et à fortes marges bénéficiaires au nom de la qualité de la vie ou pour ménager un électorat influent, semble totalement utopique dans le contexte économique actuel. Cela ne veut pas dire pour autant la disparition totale des petits commerces de quartier. Déjà avec la chaîne des Ed-Discount, Carrefour et Radar font entrer le discount dans les villes sur des petites surfaces. Seulement l'archaïsme des structures commerciales a une conséquence directe sur le coût de la distribution et bien évidemment sur le coût des produits à la consommation. Or, « l'Eurobaromètre » le prouve⁽⁵⁾, 7 consommateurs européens sur 10 considèrent la lutte contre la hausse des prix, notamment alimentaires puisqu'ils représentent une part importante de leur budget, comme objectif prioritaire de la Communauté Economique Européenne. Tous les commerçants français devront bien s'adapter en renonçant à vendre comme au temps de Balzac... Les industriels et les consommateurs aussi.

Sophie SEROUSSI ■

(1) Extrait d'un entretien accordé à *Points de Vente* n° 160.

(2) Voir 50 M. de C., n° 101 - mai 1979.

(3) Extrait du rapport sur l'évolution des relations entre transformateurs, distributeurs et consommateurs.

(4) Source INSEE.

(5) D'après un rapport du Parlement Européen fait au nom de la Commission de l'Environnement, de la Santé publique et de la Protection des consommateurs de novembre 1978.

des études.. un métier

Études ou professions, L'École Universelle vous propose un enseignement personnalisé qui permet à chacun, quel que soit son âge ou son niveau d'instruction de suivre des études complètes en vue d'obtenir un diplôme, d'acquérir une qualification ou une formation professionnelle. Vous recevezz gratuitement la documentation qui vous intéresse en nous retournant le bon ci-dessous.

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE - SUPERIEUR·CULTURE GENERALE

T.C CLASSES ET EXAMENS

De la 1re à la 7e - De la 6e aux classes Terminales A-B-C-D-C.E.P. B.E.P.C. - BACCALAUREAT - Classes Techniques - B.E.P. - Bac de Technicien, F.G.

E.L ETUDES SUP. DE LETTRES

Admission en Faculté des non-bacheliers - D.E.U.G. - C.A.P.E.S. AGREGATIONS.

L.V LANGUES ÉTRANGÈRES

Anglais - Allemand - Espagnol - Italien - Arabe - Examens Chambres de Commerce étrangères. Anglais - Allemand - Espagnol sur CASSETTES.

O.R ORTHOGRAPE - RÉDACTION

E.S ETUDES SUP. DE SCIENCES

Admission en Faculté des non-bacheliers - D.E.U.G. - C.A.P.E.S. - Agrégations - Maths Sup. - Maths Spé. P.C.E.M.

N.P EC. NORMALES-C.A. PÉDAGOGIQUE

P.C CULTURE GÉNÉRALE

D.P DESSIN - PEINTURE

P.H PHOTOGRAPHIE

E.M ÉTUDES MUSICALES

E.D ÉTUDES DE DROIT

Admission en Faculté des non-bacheliers - D.E.U.G. - CAPACITÉ.

V.T ÉCOLES VÉTÉRINAIRES

COMPTABILITE - COMMERCE - INDUSTRIE - ADMINISTRATION

E.C COMPTABILITÉ

C.A.P. employée de comptabilité - B.E.P., B.P., B.Tn G2 - B.T.S., D.E.C.S. (Aptitude, probatoire, certificats). Magasinier - Comptable - Cours de comptabilité Commerciale et Techniques Comptables. GESTION DES ENTREPRISES.

P.R INFORMATIQUE

Initiation - Cours de Programmation -

Cobol - C.A.P., (Stages prat. gratuits).

C.C COMMERCE

C.A.P.: (Sténodactylo - employée de bureau - Banque - Assurances - B.P., B.Tn G3 - Représentant - Directeur Commercial - Marketing - HOTESSE.

I.N INDUSTRIE

C.A.P., B.P., B.Tn, Electricité - Mécanique Auto.

DESSIN INDUSTRIEL

C.A.P., B.P.,

T.B BATIMENT - METRÉ

C.A.P., B.E.P. Mètreur - DESSIN BATIMENT

R.T RADIO - TÉLÉVISION

Monteur - Dépanneur

F.P FONCTIONNAIRE

Administrat. diverses - Education Nationale - Police - Economie et Finances - P.T.T. - Affaires étrangères - Eaux et Forêts.

CARRIERES FÉMININES - PARAMÉDICALES

P.M SOCIALES ET PARAMÉDICALES

Examens d'entrée dans les écoles de: Infirmières - Educateurs de jeunes enfants - Sages-femmes - Auxiliaires de Puériculture - Aides Soignantes - Masseurs Kinésithérapeutes - Assistante dentaire - Cours

de connaissances médicales élémentaires - Secrétaire de médecin - B.Tn F8: Classe terminale.

C.S SECRÉTARIAT

C.A.P., STÉNODACTYLOGRAPHIE - B.E.P., B.Tn G1 - B.T.S. - Sténodactylo - Secrétaire de Direction - de Médecin -

Sténodica.

C.B ESTHÉTIQUE

C.A.P. (stages pratiques gratuits).

COIFFURE

C.A.P. mixte.

C.O COUTURE - MODE

C.A.P. Couture - Coupe.

SOCIÉTÉ NOUVELLE

ECOLE UNIVERSELLE

ETABLISSEMENT PRIVÉ D'ENSEIGNEMENT A DISTANCE 59, BD EXELMANS 75781 PARIS CEDEX 16

Nom, prénom _____

Adresse _____

Niveau d'études _____

âge _____

Diplômes _____

BON POUR UNE DOCUMENTATION GRATUITE

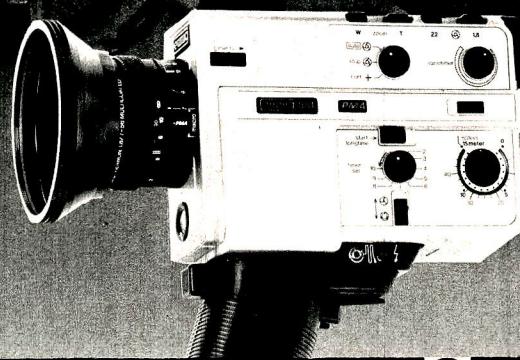
INITIALES DE LA
BROCHURE DEMANDÉE

PROFESSION ENVISAGÉE

1756

ECOLE UNIVERSELLE 59, Bd EXELMANS 75781 PARIS CEDEX 16

voir grand



eumig®

voir grand avec les macrozoom* 800 - 860 et 881

voir grand, voir plus grand que nature, percer le mystère des choses et des êtres, tout contre la lentille frontale de votre macrozoom. Eumig ; sonder les lointains inaccessibles ; passer en un geste de l'infiniment petit à d'indiscernables horizons, toucher du doigt ce que la nature a mis hors de portée de notre œil, c'est ce que peut faire la caméra. Eumig Macrozoom que vous choisirez



* avec PMA
un complément optique qui donne une image 3 fois plus grande.

Filmer facile, filmez **eumig®**

INDUSTRIE

POLÉMIQUE

Défense du nucléaire : toutes les arguties sont bonnes

Personne ne s'en doutait : les experts de l'AIEA, l'Agence Internationale de l'Energie Atomique, sont des humoristes. M. Inhaber, conseiller scientifique auprès de la Commission de contrôle de l'énergie atomique à Ottawa (Canada), le prouve en publiant un article qu'il titre : « L'énergie solaire est-elle plus dangereuse que l'énergie nucléaire ? » Et, la question à peine posée, en y répondant instantanément par un « oui » ferme, définitif, sûr de lui-même.

L'énergie la moins dangereuse, dit notre auteur, est l'électricité produite à partir du gaz naturel. Immédiatement après, suit le nucléaire. Ensuite, par ordre de risque croissant, on trouve : l'utilisation du gradient thermique des océans, l'hydro-électricité, l'énergie solaire dans son application chauffage des locaux, le méthanol, l'énergie solaire dans son usage thermoélectrique, l'énergie solaire dans son usage photovoltaïque, l'énergie éolienne, enfin presque à égalité le charbon et le pétrole qui présentent des « risques environ 400 fois supérieurs à ceux du gaz naturel ».

Certes, même parmi ceux qui sont le plus farouchement opposés au nucléaire, rares sont ceux qui préconisent le retour au charbon et aux villes enfumées que l'on connaissait il y a seulement un quart de siècle. Raison pour laquelle c'est surtout aux techniques dites de « substitution », « douces », ou « nouvelles », celles qui utilisent l'énergie solaire ou éolienne, les différences de température dans les couches de l'océan, le méthanol, l'énergie géothermique etc., que s'en prend l'expert canadien.

Comment peut-il aboutir à un bilan dont il reconnaît lui-même que les résultats sont « pour le moins surprenants » ? En se fondant sur une comptabilité des risques extrêmement minutieuse. « Toutes les sources de risques sont évaluées en fonction des accidents mortels, des blessures, ou des maladies qu'elles provoquent. On évalue

non seulement la phase finale de la production d'énergie, mais aussi les phases initiales et intermédiaires. Par exemple, pour comparer les dangers d'un panneau solaire à ceux engendrés par une centrale nucléaire, on évalue les risques que comporte l'extraction du sable, du cuivre, du fer, de l'uranium, de toutes les matières premières indispensables à l'un et l'autre système, ainsi que les risques inhérents à leur transformation en verre, en tubes de cuivre, en barres de combustible, en acier et tous autres éléments nécessaires. On rajoute encore les risques que présente le transport du matériel, la fabrication des éléments et ceux, plus évidents encore, que comportent la construction et l'exploitation d'une centrale nucléaire ou d'un panneau solaire. Enfin, on détermine le risque par unité d'énergie, c'est-à-dire le risque total qu'il présente pour la santé des hommes, divisé par la quantité nette d'énergie produite. »

Les résultats peuvent alors être lus : l'énergie la plus dangereuse est celle qui entraîne la perte la plus élevée du nombre total de jours de travail, tant par les travailleurs eux-mêmes que par le public, du fait des accidents mortels, des blessures ou des maladies. C'est ainsi que le méthanol devient une source d'énergie remarquablement dangereuse en raison de... l'abattage des arbres. « Au Canada, comme partout ailleurs, c'est là une profession qui comporte un taux d'accidents élevé. Les plans pré-

voyant l'abattage de grandes quantités de bois pour les usines de méthanol, le risque sera élevé en proportion. »

D'une manière plus générale, si les énergies nouvelles présentent un degré de risque si surprenant, bien supérieur au risque de l'énergie nucléaire dans l'esprit de M. Inhaber, c'est que nous avons tendance à ne pas tenir compte de toutes les phases du cycle de l'énergie, mais seulement de la dernière, c'est-à-dire de la plus visible, et c'est surtout que nous oublions que les risques doivent être comparés en fonction des unités d'énergie produites.

Voilà qui mérite de figurer dans le livre des plus belles arguties avancées pour la défense du nucléaire, envers et contre tout.

Il y a longtemps qu'on savait que le ridicule ne tue pas. Il est désormais évident que, par surcroit, il ne présente aucun danger, pas le plus petit risque.

■ ■ ■ Selon une étude de l'ONSER, l'Organisme National de Sécurité Routière, autocars et poids lourds sont deux fois plus dangereux la nuit, entre 20 h et 6 h, que le jour, entre 6 h et 20 h. Le maximum de risque est atteint entre 4 h et 6 h, le minimum entre 8 h et midi. Le temps de travail intervient également de façon très nette dans le nombre et la gravité des accidents : un camionneur qui a passé 14 heures à son volant est 3 fois plus dangereux que celui qui se limite à 10 heures.

Laser et rayons X contre mouches noires

On ne se sert pas d'un canon pour abattre une mouche. Mais on utilisera bientôt rayons X et laser pour déterminer les moments et les endroits où se multiplient les mouches noires. C'est ce qu'annoncent les chercheurs de la Station de recherches de Lethbridge (Alberta), au Canada.

Les attaques des mouches noires sont devenues si importantes dans certaines régions de l'Alberta et du Saskatchewan, qu'elles provoquent parfois la mort du bétail. Et ce ne sont pas les moyens de protection traditionnels, tels les abris obscurcis, ou l'application d'insecticide sur le bétail, qui peuvent régler le problème.

Traiter les eaux des rivières à débit rapide, lieux de reproduction des mouches noires, s'est jusqu'ici révélé la méthode de lutte la plus efficace et la plus économique : à titre expérimental, l'application d'un insecticide dans la rivière Athabasca a détruit les mouches

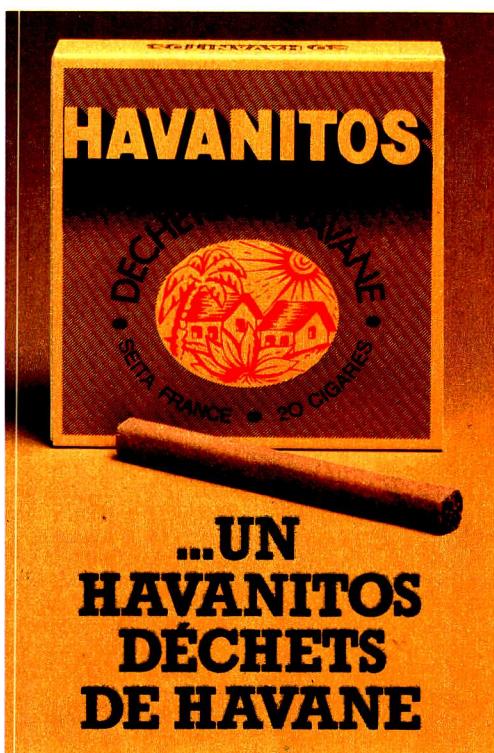
noires sur près de 170 km en aval. Las ! « Bien qu'efficace, explique Wib Haufe, chef de la section pathologie vétérinaire et médicale de la Station, cette méthode présente des dangers certains pour les autres insectes. »

D'où la tentative de recours aux rayons laser et X, qui devraient permettre « de déterminer avec précision les zones de multiplication des mouches noires. En traitant un endroit précis au moment le plus propice, estime M. Haufe, nous pourrons réduire au minimum les applications de produits chimiques. »

L'utilisation des rayons X devrait permettre d'obtenir une sorte d'« empreinte » des groupes de mouches noires en détectant les oligo-éléments comme le cuivre, le magnésium et le fer. Au cours de son développement, chaque mouche noire accumule en effet dans son organisme une certaine quantité de différents éléments qui varient selon l'environnement. Eléments qui sont identifiables à l'aide de rayons X. Ainsi peut-on déterminer le profil d'oligo-éléments des mouches noires, puis retourner à l'endroit précis de la rivière qui présente le même profil et retrouver non seulement le point d'origine, mais aussi la ligne de vol des mouches.

Les rayons laser, eux, seraient utilisés en raison de leur capacité de détection de corps muscules à grande distance. Un rayon laser pourrait donc suivre les mouches noires, depuis leur lieu d'origine, et fournir aux scientifiques des informations précieuses sur leur ligne de vol, les densités de population, les espèces et, même, les régions infestées.

Pour M. Haufe, « les deux projets poursuivent le même but : élargir le champ des connaissances sur les attaques de mouches noires et particulièrement sur l'emplacement de leurs lieux de reproduction. Nous pourrons alors mieux choisir nos antiparasitaires et les employer plus efficacement. »



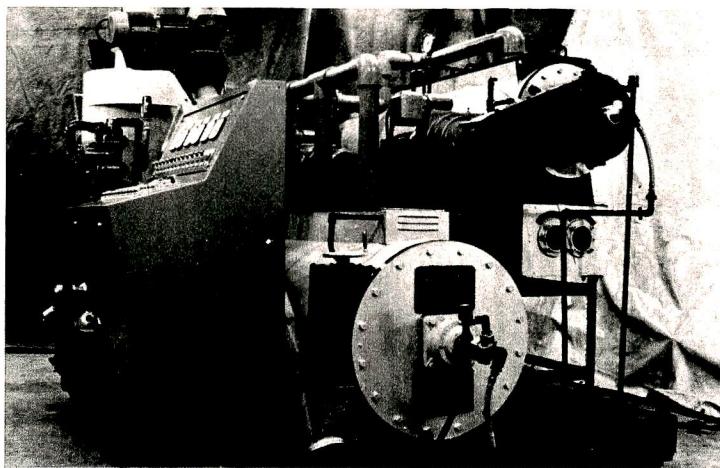
...UN
HAVANITOS
DÉCHETS
DE HAVANE

■■ Protégé 24 heures sur 24. Une firme américaine a conçu un système d'alarme permettant d'être secouru dans les meilleurs délais. Personnel, on peut le porter en permanence, autour du cou par exemple : il ne pèse que 84 g et est étanche, ce qui fait qu'on peut même le conserver sous sa douche... Ce système comprend un émetteur radio, actionné au moyen d'un simple bouton-poussoir, un récepteur à transistors et un signal d'alarme. Utilisateurs potentiels : quiconque craint une agression, un vol ou un incendie, mais aussi les personnes âgées ou handicapées, les malades (cardiaques), etc. Un marché si vaste que l'on comprend mal comment le prix du système peut rester aussi élevé : environ 1 500 F à l'exportation, soit pas loin du double au niveau de l'acheteur final...

De la farine avec les poissons jusqu'ici rejetés à la mer

Conçu en Grande-Bretagne, ce matériel permet aux chalutiers de traiter 250 kg à l'heure de déchets de poissons et de poissons invendables, normalement rejetés à la mer, pour les transformer en farine facile à commercialiser. Ce dispositif a été conçu pour pouvoir être installé à bord des bateaux tout armés. Pesant

5 tonnes, il est monté sur son propre socle. Il occupe 3,80 x 2,45 m d'espace de pont et exige une hauteur libre de 2,75 m. Son fonctionnement est entièrement automatique, emballage de la farine compris. La vitesse du transporteur d'entrée est commandée en fonction de la matière à traiter et les déchets sont déchargés à la mer.



AGRONOMIE

Les semences du passé peuvent être celles de l'avenir

Il y a une quinzaine d'années, la lignée de blé « RL 4137 » a été retirée, à cause de ses qualités marginales, des programmes d'amélioration génétique du Canada. Quinze ans après sa disparition, on s'aperçoit aujourd'hui qu'elle pourrait être la solution à l'un des principaux problèmes que rencontrent les producteurs de blé des prairies : la décoloration et la germination sur pied causées par les intempéries. La lignée « RL 4137 » était en effet particulièrement résistante aux aléas de la température.

Cette leçon aura servi : afin de mettre un terme aux pertes de matériel génétique, Agriculture Canada a entrepris de mettre sur pied une banque de gènes, préservant les semences du passé qui peuvent, on ne sait jamais, devenir les semences de l'avenir.

Première étape — elle a déjà duré 8 ans — faire un inventaire du matériel génétique (80 000 lignées différentes) chez les quelque 167 sélectionneurs du Canada. A l'occasion, on se procure même à l'étranger des variétés susceptibles d'améliorer la génétique des plantes canadiennes.

Seconde étape : le stockage. Conservés dans des installations spéciales à Ottawa, à une température de 4 °C et une humidité relative de 20 %, les semences résistent 15 à 20 ans. Des cellules plus modernes viennent d'être conçues : dans des enveloppes étanches, à — 20 °C, le blé peut se conserver pendant près de 400 ans et l'orge jusqu'à quelque... 33 500 ans.

La banque de semences canadienne contient actuellement de multiples variétés d'orge, de tomate, de luzerne, de blé et d'avoine. D'autres espèces y sont progressivement ajoutées.

TECHNOLOGIE

Arrêt de porte à durée programmable

Sans doute faut-il qu'une porte soit ouverte ou fermée. Mais dans de nombreuses situations il serait fort utile, sans avoir recours à une solution aussi coûteuse que l'œil électronique, qu'une porte reste ouverte quelques instants, avant de se refermer automatiquement. Par exemple dans les hôtels, les hôpitaux, les bureaux, les bâtiments publics, pour faciliter le passage des bagages, des chariots techniques, de l'approvisionnement, etc.

Problème qui a conduit une société britannique à mettre au point un butoir de porte constitué d'une ventouse à fuite lente. Fuite qui se règle, ce qui permet de programmer le délai de fermeture de la porte de quelques secondes à plusieurs minutes. Cette fermeture est aidée par un ressort qui après relâchement de la ventouse, imprime une poussée initiale au battant. Et même, en cas de nécessité, on peut couper la fuite : retenue par la ventouse, la porte restera ouverte aussi longtemps que nécessaire.

Un intérêt complémentaire de cette ventouse à fuite lente, serait de réduire les dangers de propagation en cas d'incendie, en évitant que les portes restent ouvertes de façon permanente, comme c'est le cas avec les systèmes traditionnels de retenue par cales ou crochets.

La ventouse adhère sur toute surface de porte unie : verre, métal, bois poli.

■ ■ **Système modulaire pour le traitement de surface de l'acier brut.** Mis au point au Danemark, il s'agit d'un ensemble très simple de traitement contre la rouille. Ce traitement de surface est constitué d'unités modulaires qui peuvent se combiner pour répondre à n'importe quelles spécifications, indépendamment du traitement standard qui a été mis au point, des unités pouvant être ainsi ajoutées ou enlevées pour adapter le traitement à des installations spécifiques, voire, si nécessaire, pour définir des procédés supplémentaires de traitement.

L'augmentation du taux de chômage considérée comme une amélioration sociale

Il y a des chômeurs heureux. Non pas, certes, les chômeurs involontaires, ceux qui perdent un emploi auquel ils tenaient, ceux qui ne trouvent pas de travail bien qu'ils en cherchent. Mais ceux qui considèrent le chômage comme un investissement : un facteur de plus grande croissance et de plus grand bien-être futurs.

C'est du moins ce qu'estime Pascal Salin, un théoricien de la « nouvelle économie », dans une étude récemment publiée par notre confrère « L'Economie ».

« Tout investissement, explique Pascal Salin, représente le sacrifice d'une consommation présente de manière à pouvoir consommer plus dans le futur. L'investissement est tellement bien considéré dans nos sociétés modernes qu'il ne viendrait à l'idée de personne de déplorer que le taux d'investissement augmente dans un pays, c'est-à-dire que la part du revenu national qui est consommée diminue. Exactement de la même manière, on devrait se féliciter de la croissance du taux de non-travail (ce qu'on désigne en général par le terme à contenu émotif « chômage ») dans la mesure où il correspond à un investissement, c'est-à-dire à une décision des individus de gagner moins maintenant de manière à gagner plus dans le futur... Il n'est donc pas étonnant de constater que le taux de chômage dans les pays industriels est d'autant plus élevé que le pays est plus riche. En effet, un pays riche est probablement un pays où les agents économiques sont aptes au progrès, c'est-à-dire disposés à changer d'emploi lorsque des perspectives de

profit plus importantes apparaissent dans un autre emploi et où la mobilité du travail est donc grande. Par ailleurs, un pays riche est aussi un pays où les individus possèdent un patrimoine et ont la possibilité d'emprunter. Ils peuvent donc effectivement choisir de réaliser cet investissement que représente le non-travail. Un système d'allocations-chômage joue également ce rôle puisqu'il permet à un individu de ne pas être privé de ressources lorsqu'il se trouve entre deux emplois. »

Après de telles prémisses, impossible d'être surpris par la conclusion : « si les individus augmentent leur mobilité professionnelle, cela a pour effet d'augmenter le taux de chômage mesuré, sans que cette augmentation puisse être interprétée comme une aggravation de la situation, mais au contraire comme une amélioration sociale ».

Pour faire bon poids, bonne mesure, Pascal Salin a recours à la preuve par les chiffres. Si un travailleur change d'emploi en moyenne, tous les 5 ans, c'est-à-dire tous les 60 mois, et que 2 mois lui sont nécessaires pour trouver un autre emploi, a-t-il calculé, cela signifie qu'en moyenne des individus sont en chômage 2 mois sur 60, c'est-

à-dire 3,3 % du temps. Pour une force de travail de 20 millions de personnes, autant dire pour la France, 660 000 seront sans travail à tout moment, tout simplement parce qu'elles changent d'emploi. Maintenant, s'il faut 3 mois au lieu de 2 pour trouver un nouvel emploi, le taux de chômage passera de 3,3 % à 5 % et l'on comptera un million de chômeurs, au lieu de 660 000. Mieux encore, si les individus changent d'emploi tous les 30 mois, et non plus tous les 5 ans, même s'il ne leur faut que 2 mois pour trouver un nouvel emploi, il y aura 1 333 000 chômeurs. On n'ose pousser plus loin ces petits calculs et compter par exemple le nombre de chômeurs si chaque travailleur venait à changer d'emploi tous les 30 mois, mais ne trouvait de nouvel emploi qu'après 3 mois.

On peut tout de même se demander si, en période de crise, les travailleurs sont tellement enclins à changer d'emploi ; et si ceux qui suivraient cette politique du chômage-investissement ne seraient pas, à la vérité, plus proches de la spéculation la plus hasardeuse, la plus risquée, que du calcul économique réfléchi. Car enfin si ce que dit M. Pascal Salin était exact, si le marché du travail était si fluide, pourquoi diable faudrait-il subir 2 ou 3 mois de chômage avant de retrouver un emploi, pourquoi ne quitterait-on pas directement une place pour en occuper une autre ? En période de crise, avons-nous dit, mais quelle crise doit sans doute se demander M. Pascal Salin ?

TRAVAUX PUBLICS

Inspecter les canalisations sans les déterrer

Une société japonaise vient de mettre au point un système vidéo capable d'inspecter des canalisations jusqu'à une profondeur de 30 mètres. Ce système met en œuvre une caméra de télévision commandée à distance, dont les images sont projetées sur un écran. La caméra permet de visualiser les dégâts, les obstructions et tous les incidents pouvant affecter les canalisations enterrées.

Inutile d'insister sur les économies, de temps et d'argent, par rapport à la méthode traditionnelle qui consiste à creuser, à éventrer la canalisation puis à l'inspecter visuellement...

Au Japon le système coûte environ 85 000 F.

■ ■ Renouveau de la P.L.V. (publicité et promotion sur le lieu de vente). Aux U.S.A., selon une toute récente enquête, son taux d'efficacité atteindrait 46 %, contre 17 % pour la télévision. En France, création de l'I.F.P.L.V. — l'Institut Français de la Présence, de la Promotion et de la Publicité sur le Lieu de Vente — par un certain nombre de professionnels convaincus que les possibilités de la P.L.V. restent trop mal connues. Premières actions : une campagne de sensibilisation expliquant à ses utilisateurs potentiels les ressources de la P.L.V. tant sur le plan de l'efficacité commerciale que de l'information du consommateur et la distribution d'un annuaire professionnel de la P.L.V. On parle ensuite de la création d'un « Oscar » de la P.L.V.

Un système d'archivage pour redonner vie à la documentation

Le système Densimatic se présente comme le premier d'une nouvelle génération de classeurs : il permet en effet de résoudre non seulement les problèmes de classement, mais aussi de gestion des archives, auxquelles il redonne vie et utilité.

Parce qu'il peut contenir une masse énorme de documents dans un espace très réduit, d'une part ; parce que, d'autre part, son système mobile de recherche automatique commandé électroniquement et à distance, met à la disposition de l'utilisateur les documents désirés, pour les reloger ensuite à leur place, toujours automatiquement et tout aussi rapidement.

Matériellement, le Densimatic est constitué de 2 travées où sont logés les tiroirs contenant les archives. Ces 2 travées se font face de part et d'autre d'un couloir central muni d'un rail où circule l'appareil de recherche, qui se déplace de haut en bas, de droite à gauche et d'avant en arrière, ce qui donne une totale souplesse de manœuvre.

Le système de recherche avance horizontalement sur ce rail. Un plateau de saisie des documents le complète qui, lui, se déplace verticalement pour accéder aux tiroirs et les extraire ou les réinsérer. Le tiroir est ainsi acheminé par l'ensemble mobile jusqu'à l'utilisateur pour consultation des documents recherchés.

Le bloc contenant les archives étant compact (de 3 à 25 m de profondeur et de 2,50 à 10 m

de hauteur) peut être installé dans des endroits jusque-là perdus, ou inutilisables : sous-sols, greniers, etc., d'autant qu'aucune contrainte technique ne vient limiter la distance d'installation du poste de commande et de consultation des documents par rapport au bloc documentaire lui-même.

Adapté et fabriqué sur mesure selon les besoins de chaque utilisateur, le système Densimatic présente différentes options au niveau de la commande, qui permettent de répondre aux besoins spécifiques à chaque entreprise. Par exemple, l'opérateur du système peut dispatcher les documents extraits vers différents postes de travail. Ou encore, dans le cas de dossiers à classement numérique, un système de codage-décodage permet l'accès à ces dossiers en formulant simplement le numéro de ce dossier, au lieu de l'« adresse » du tiroir qui le contient, ce qui supprime l'utilisation lourde et parfois compliquée d'un répertoire d'équivalences.

Chaque bloc Densimatic peut accueillir de 1 000 à 2 000 mètres linéaires de dossiers — qui nécessitent de 150 à 300 armoires traditionnelles. C'est un premier avantage économique. Second avantage économique : le temps gagné par rapport aux procédés traditionnels, où les accès sont difficiles, les manipulations multiples, les aires de rangement dispersées. Troisième avantage économique : la totale sécurité des documents conservés — qui, tout aussi bien que du papier, peuvent être des bandes magnétiques d'ordinateurs, des produits pharmaceutiques, des petits objets coûteux comme certaines pièces électroniques, etc... Les documents se trouvent parfaitement protégés des incendies et des inondations, comme des erreurs de classement, des pertes ou des vols.

Enfin, il ne faut pas oublier que le système transforme complètement les conditions de travail : quoi de plus fastidieux, de plus

fatigant et de moins intéressant que les activités liées au classement et à la recherche de documents ? Surtout quand ces activités doivent se dérouler dans les caves et les sous-sols, déterminant ces dépressions nouvelles de plus en plus nombreuses que certains médecins ont baptisé « les maladies du 3^e sous-sol ». (Société SIVAB, 16, rue de la Tour-d'Auvergne, 75009 Paris. Tél. : 874.43.08.)

INNOVATION

Un connecteur pour câbles optiques

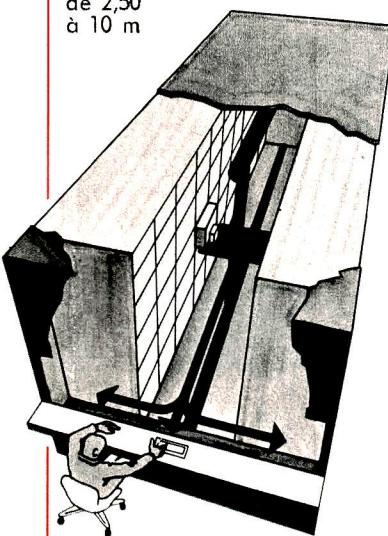
Jusqu'ici la connexion des câbles optiques est effectuée par le soudage de chacune des fibres qui constitueront ces câbles. L'opération est longue, minutieuse et très ardue à réaliser sur le terrain.

Un nouveau connecteur, mis au point par la filiale de trois grandes câbleries helvétiques, supprime ces problèmes.

Il ressemble à une simple prise mâle-femelle et permet à n'importe quel installateur d'effectuer le raccordement en une trentaine de minutes. L'innovation paraît de taille compte tenu de l'importance du marché des liaisons par câbles optiques : du téléphone au télex, du fac-similé aux données informatiques, de la télévision par câbles à la commande des avions ou des trains.

■ ■ **Le Japon a importé 29 599 techniques étrangères depuis 1950. Le mouvement est loin de ralentir ; l'an dernier 1914 techniques étrangères, 26 de plus que l'année d'avant, ont été importées. Des techniques de plus en plus élaborées puisque le montant de ces importations atteint 1 027 millions de dollars (+ 21,4 %). Quant aux exportations de techniques nippones vers l'étranger, bien qu'en progression de 34,7 %, elles n'atteignent encore que 233 millions de dollars.**

■ ■ **1 franc par Français et par jour.** c'est ce que coûtent les accidents automobiles. 52 millions de francs est le moins le montant annuel des indemnités versées par les assureurs. Beaucoup plus que pour l'assurance-vie : 41 millions.



Du chocolat au lait croustillant pour valoriser le lait suisse

La Suisse annonce comme une grande première le lancement du premier chocolat au lait croustillant. Une innovation qui aurait nécessité, pour la firme Suchard, 7 années de recherches et un million de francs suisses d'investissement. Et qui n'a pu réussir que par une étroite collaboration entre fabricants de chocolats et techniciens en laiterie : le nouveau chocolat au lait croustillant contient 28 % de lait, au lieu de 14 à 23 % dans le chocolat au lait ordinaire, ce qui permettra à l'industrie chocolatière de contribuer plus massivement à la valorisation du lait suisse.

Pratiquement, un tiers du revenu agricole suisse trouve sa source dans le lait commercialisé, dont 6,5 % sont utilisés chaque année par l'industrie du chocolat. La Suisse qui connaît, comme les autres pays industrialisés, des excédents en matière de production laitière, se réjouit de l'apparition de ce nouveau produit qui lui permettra de valoriser chaque année quelque 300 000 litres de lait supplémentaires. Ce chocolat au lait croustillant, le « Crissmilk » contient 10 % de sucres et 10 % d'hydrates de carbone en moins, un peu plus de calories et davantage de protéines.

Il sera commercialisé en Suisse avant d'être lancé sur les marchés étrangers.

■ ■ Pour vulcaniser l'isolant caoutchouc des câbles électriques, on recouvre le câble de caoutchouc, puis on vulcanise dans la vapeur d'eau à haute pression, les déformations inévitables du caoutchouc obligeant de poser autour de l'isolant une enveloppe de plomb, que l'on enlève ensuite. Une société japonaise a réussi à mettre au point un procédé de vulcanisation continue et directe, éliminant le recours au plomb. D'où une simplification de la technique, une augmentation de la capacité des chambres de vulcanisation et l'élimination de la pollution due aux sels de plomb.

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 des articles de *Science et Vie*, les informations que nous sélectionnons ici sont évidemment libres de toute publicité. Les sociétés intéressées sont priées d'écrire à « Des marchés à saisir » clo *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.

UN PARKING RÉTRACTABLE

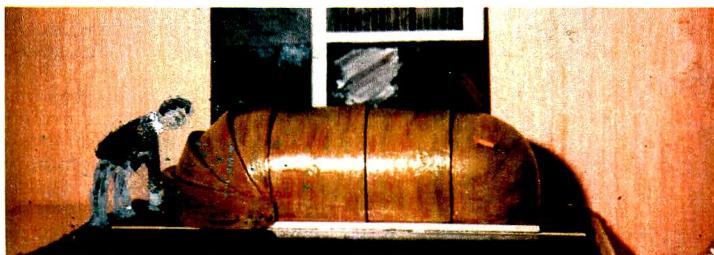
Quoi ?

Un garage individuel pour voitures de tourisme, qui, mobile et coulissant sur des rails, est rétractable.

Comment ?

Le garage est fabriqué en fibre plastique rigide. Sa forme

est celle d'un dôme cylindrique, constitué de deux parties qui coulissent sur les rails. Les deux extrémités sont en quart de sphère, dont l'une, celle de l'entrée et du verrouillage, est constituée de 4 visières articulées qui s'ouvrent verticalement, de bas en haut.



Marché

Cet ensemble compact protège des intempéries, du vol, des pillages nocturnes, des petits chocs occasionnés par les véhicules

se garant sur les côtés. Par ses formes et ses couleurs, il prétend s'intégrer facilement et heureusement à l'environnement et adoucir la vision d'ensemble autour de la résidence.



DÉVIDOIR FLOTANT

Quoi ?

Un dévidoir flottant utilisable dans toutes les circonstances où le développement d'une ligne reliant plusieurs flotteurs, doit s'effectuer rapidement et automatiquement après lancement à la mer.

Comment ?

Ce dévidoir se compose d'une pluralité de flotteurs élémentaires sur chacun desquels une certaine longueur d'une ligne de type quelconque est fixée et emmagasinée. Ces flotteurs s'assemblent formant un volume compact et la ligne, qui n'est alors plus apparente, ne peut pas s'emmêler. Lorsque le dévidoir est lancé à la mer, les flotteurs se séparent et la ligne qui les relie se déplie automatiquement sous l'effet des mouvements de la surface et/ou d'une traction sur l'une des extrémités de la ligne.

La fabrication, en matière plastique, est simple et peu coûteuse : les flotteurs peuvent être identiques et formés dans un même moule.

Marché

- Secours : l'une des extrémités de la ligne étant reliée à la bouée de sauvetage, la ligne se déploie après le lancement de la bouée. Le nageur puis le bateau sauveteur peuvent atteindre l'un ou l'autre des flotteurs, puis la bouée. Un dévidoir peut être même lancé depuis un avion, la vitesse de la chute étant freinée par les flotteurs qui se séparent.
- Balisage d'une surface sur un plan d'eau.
- Marquage provisoire d'un objet immergé, par exemple engin de pêche, ou du lieu de travail d'un plongeur.
- Immersion contrôlée d'un objet.
- Indication de niveaux de profondeur, par exemple paliers de décompression.
- Ancre flottante, etc...

Le marché couvre donc tout le secteur plaisance (450 000 bateaux immatriculés en France), pêche, travaux maritimes, sports nautiques.

Science et Vie rappelle à ses lecteurs que grâce à des accords exclusifs passés avec « Technotec » et avec « Transinove », outils informatiques des transferts de technologies, savoir-faire et produits nouveaux fonctionnant à l'échelle internationale, notre revue offre aux inventeurs-innovateurs, dont nous sélectionnons chaque mois les créations pour les publier dans « Des marchés à saisir », l'insertion gratuite de leurs créations, pendant un an, dans les deux banques de technologies disponibles gérées par « Technotec » et par « Transinove ». Ils seront ainsi en contact avec les demandeurs de produits-procédés originaux du monde entier.

Comment passer dans cette rubrique ? Ne faites pas preuve d'une modestie excessive. Nous ne pouvons alimenter cette rubrique que grâce aux informations que nos lecteurs font l'effort de nous faire parvenir sur leurs propres créations. Pour que nous les écoutions, encore faut-il qu'ils se manifestent...

Si vous avez conçu une innovation ou un produit nouveau faites-le nous savoir : un brevet qui dort au fond d'un tiroir n'a jamais enrichi personne... Adressez à « Des marchés à saisir » un descriptif de votre invention le plus succinct et le plus clair possible, en vous inspirant de la présentation que nous avons adoptée pour cette rubrique. Joignez y une copie de votre brevet et une photo ou un schéma de votre prototype ainsi que tout document dont vous pouvez disposer attestant de son bon fonctionnement. Ces documents, même non insérés, ne pourront être rendus. Enfin faites preuve de patience et de tolérance : nous ne pouvons présenter toutes les inventions et celles que nous publions doivent être d'abord étudiées par notre service technique.

Un haut-parleur 20 fois plus puissant

Développé par la société Berzin, ce nouveau haut-parleur pneumatique permet de transmettre paroles, ou signaux, de façon parfaitement audible à très grande distance. Par exemple, l'intensité sonore à 1 000 m dans l'axe de ce haut-parleur est de 78 dB pour la gamme de fréquence de 1 000 Hz. C'est-à-dire que ce haut-parleur présente une puissance de 10 à 20 fois plus élevée que les systèmes existants.

Destiné à l'équipement des installations de sécurité : gardes-côtes, protection civile, réseaux d'alerte, etc. ce haut-parleur peut être utilisé aussi bien à poste fixe (réseaux d'alerte), que monté sur véhicules, ou encore comme appareil entièrement autonome.

AGRONOMIE

De l'herbe dans le désert

1,5 million de dollars et 17 machines d'irrigation vont permettre de faire pousser du fourrage et de l'alfa dans l'une des régions les plus arides d'Arabie Saoudite.

Il s'agit de 682 hectares faisant partie du complexe agricole de la Harad Agriculture Company, au sud-est de Riyad, l'une des régions les plus arides du pays. Harad se trouvant à l'extrême sud d'un important gisement pétrolier, c'est ce dernier qui fournira toute l'énergie électrique requise par l'exploitation agricole des sables.

Les 17 machines d'irrigation automatique à pivot central seront construites et mises en place par la société américaine Lindsay Manufacturing, du Nebraska. Montage et formation des utilisateurs locaux seront réalisés en 70 jours.

JEUX ET PARADOXES

Nouveaux records sur les mots

Ma prophétie s'effrite. Je prévoyais ici, en mars, l'arrivée prochaine d'une calculette à mots, qui offrirait, avec l'orthographe et les définitions des mots, des possibilités de tris pour véritablement jouer avec le vocabulaire. Cette « dictionnette » n'existe pas encore exactement, mais une forme sœur vient d'apparaître, le LK-3000, de la Lexicon Corporation, traduit 1 500 mots ou expressions anglaises en français, espagnol, italien, allemand ou portugais et réciprocurement, sans tenir beaucoup plus de place qu'une simple calculette. Pour l'instant aucun jeu n'est possible, mais à quand la vraie machine ? L'esprit va cependant plus vite que la technique et pendant ce temps les records proposés en mars ont progressé.

Le mot le plus long, c'est encore le mot ANTICONSTITUTIONNELLEMENT dans les petits dictionnaires, mais dans le langage réel, où intervient par exemple la chimie, il n'existe plus de limite pratique. Des composés de plus en plus complexes sont susceptibles d'avoir des noms de plus en plus longs. Ce record particulier semble devoir être abandonné.

Le mot le plus hétéroclite (le plus de lettres différentes) risque d'être perverti lui aussi par la chimie : Jean Gouzy avance les DIHYDROXYMETHYLANTHRQUINONES. Pour rester dans le langage courant, le même auteur donne ELECTRONYSTAGMOGRAPHIE ou RADIOPHOTOLUMINESCENCE avec 16 lettres.

Le mot le plus économique (le plus long avec le moins de lettres). Le record est encore Jean Gouzy avec SAISISSAIS, dont le rapport est 3/10 (nombre de lettres différentes sur longueur). Régrettions avec lui l'inexistence de REERRER, qui serait à 2/7.

Le mot le plus luxueux (l'inverse : plus fort nombre de lettres différentes et plus petit rapport de ce nombre sur la longueur). STYLOGRAPHIQUE et XYLOGRAPHIQUES (Michel Leclerc) sont ex aequo avec CRYPTOGRAMMIQUES (Jean Gouzy) avec 14 lettres différentes et un rapport 1.

Le dernier mot (le dernier dans l'ordre alphabétique quand les lettres sont elles-mêmes reclas-

sées dans l'ordre alphabétique à l'intérieur de chaque mot) reste SURTOUIT. Est-il donc imbatible ? N'y a-t-il rien après ORSTTUU ?

Le mot le plus voyellé (plus fort rapport du nombre de voyelles sur le nombre de consonnes) atteint l'infini avec OUIE et 4/0 (Thierry le Marchand et J. Moisand) et va même plus loin dans cet infini avec YOYOU (Dominique Caudron). Si l'on reste dans les rapports finis, peut-on dépasser OISEAU ?

Le mot le plus consonné (plus fort rapport du nombre de consonnes sur le nombre de voyelles) admet lui-même des records infinis : BRRR, PSCHT, PFPT (Jean Gouzy) et GRWTH (Jean-Michel Bourque). Scrabbleurs, enregistrez ! Pour ce qui est du fini, SCHLAMMS, SCHNICKS, SCHNOCKS et PSCHENTS, malgré leurs rapports 7, sont dépassés par les BORCHTCHS.

Le mot le plus alphabétique (le plus long dont la suite des lettres respecte l'ordre alphabétique) est actuellement CHINTZ ou BI-JOUX (Thierry le Marchand et Dominique Caudron).

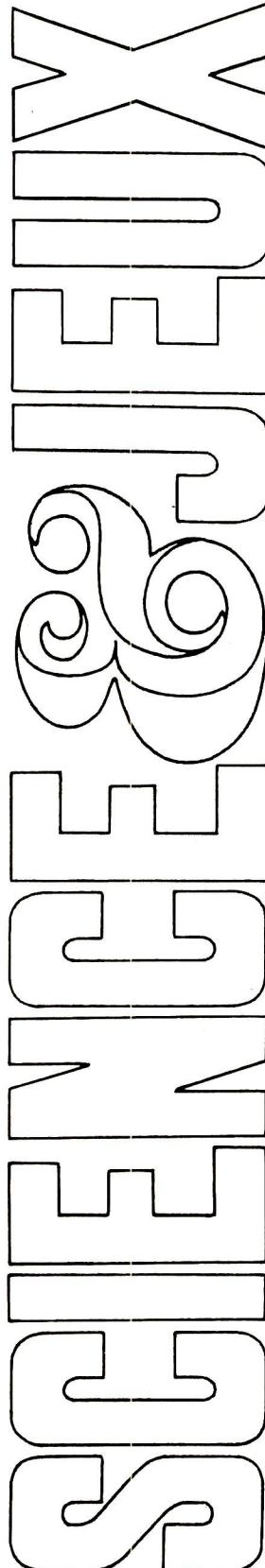
Les records de présence de voyelles sont tous détenus par Thierry le Marchand, sauf O par Jean Gouzy :

- 4 A : TARATATA (pur)
- 6 E : REENSEMENCEMENT (pur)
- 6 I : INDIVISIBILITE
- 3 I : RIKIKI (pur)
- 6 O : CHOLEDOCHODUODE-NOSTOMIE
- 4 U : TURLUTUTU (pur)
- Y : ?

Le mot le plus alphabétisé à l'inverse (record suggéré par Thierry le Marchand) est, jusqu'à ce qu'un concurrent aille plus loin : YTTRIA.

Le mot le plus anagrammisable (dont les lettres peuvent être réarrangées du plus grand nombre de manières possible pour former d'autres mots) est SATIRES, avec 18 formes (Jean Gouzy) (les trouverez-vous toutes ?) avant SATIRE, du même auteur, qui présente 19 formes (Lesquelles ?)

Le mot le plus récupérable (dont tout ou partie des lettres peuvent être reprises pour faire le plus grand nombre d'autres mots) a effrayé les joueurs, qui considè-



rent que la recherche dépasse les moyens humains pour faire appel à l'informatique. Néanmoins, quel est-il ?

Le mot le plus cher (au barème du Scrabble) est XYLOGRAPHIQUES, selon Eric Equeenot. Peut-on faire mieux ? (Attention : un mot de Scrabble ne peut dépasser 15 lettres).

Le mot le plus scrabblogène (offrant le plus de possibilités de placements autour d'une lettre, comme le suggère Michel Leclerc) ne serait pas forcément le meilleur mot balisé.

Le mot balisé (pouvant s'associer avec le plus de lettres différentes de l'alphabet, pour former chaque fois un mot nouveau d'une lettre plus longue) voit apparaître un record étonnant. Alors que RUSE et ses 22 lettres, de Thierri Chartier et Dominique Bergeret, semblait imbattable, Michel Leclerc atteint l'impensable 23 lettres, avec SAUTER :

S A U T E R
A R B U S T E
A C T E U R S
D A T E U R S

S A T U R E E
F U R E T A S
G U E T R A S
H E U R T A S

T U E R A I S
A J U S T E R
K
L U T E R A S
M A T U R E S
N A T U R E S
T O U E R A S
P A S T E U R

T R A Q U E S
S A T U R E R
R E S S A U T
S T A T U R E
S A U T E U R
V A U T R E S

W
S U R T A X E
Y

S A T U R E Z

Le mot le plus lourd (le plus fort poids moyen par lettre, en comptant 1 pour A, 2 pour B,... et en divisant par le nombre de lettres) est ROUX (Jean-Michel Bourque) avec 19,5.

Le mot le plus original (contenant le plus de suites de trois lettres ne se rencontrant ainsi dans aucun autre mot) n'est pas SAXOPHONE, puisque XOP se retrouve dans EXOPHTALMIE (Jean-Daniel Piguet). Quel est-il donc ?

Le mot qui en a le plus (le plus long mot possible composé uniquement de lettres utilisées chacune exactement deux fois) est sans conteste REENTAILLE-

RAIENT, de Jean Gouzy, avec 8 paires. Il signale : RESSERRES, avec 3 trios. A ces records, deux lecteurs suggèrent d'ajouter le plus grand palindrome (mot se lisant indifféremment dans les deux sens). Irénée Poncet rappelle RESSASSER, avec 9 lettres, auquel Jean Gouzy joint le moins classique : ROTAVATOR.

Dominique Caudron propose de rechercher le champion des cham-

pions, pour lequel le produit de tous les rapports précédents soit maximum.

J'ajouterais la recherche des mots cahotiques dont les lettres alternativement avancent et reculent dans l'alphabet, comme par exemple : MOIRES. Quel est le plus long ?

Tous ces records sont-ils définitifs ?

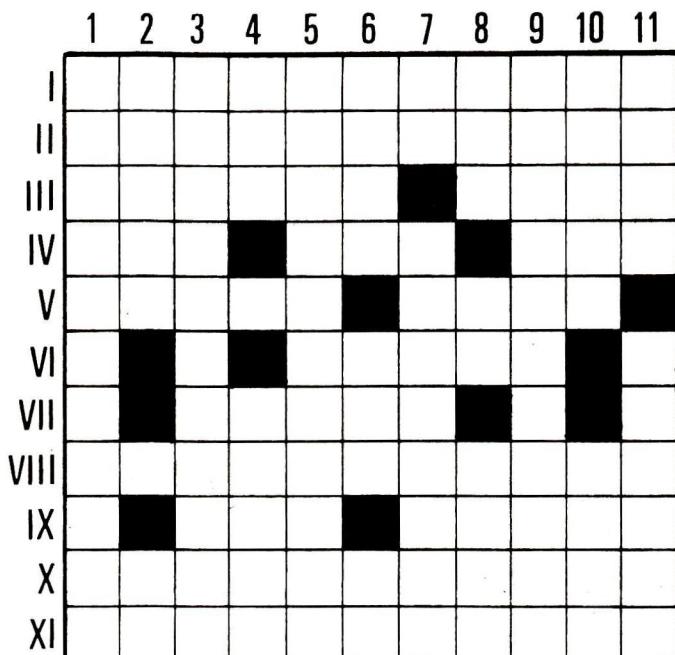
Pierre BERLOQUIN □

MOTS CROISÉS

Horizontalement

I. Il n'a jamais fréquenté que l'auto-école (trois mots). — II. Blanchi. — III. Sainte patronne des musiciens - Désignée par la majorité, mais dans quel désordre ! — IV. Tête de monstre mi-homme, mi-âne - Permit à Lamartine d'évoquer la fuite des heures - Ferme provençale. — V. Pindare célébra ses jeux - Talus.

— VI. Canari aux Canaries. — VII. Centrale nucléaire du Piémont. — VIII. Propre à l'idiotisme. — IX. Souvent qualifiée d'imprénable pour qu'on la prenne - Holding monopoleur. — X. Ce qui s'appelle mettre tous ses e dans le même panier. — XI. En virages sur toute la ligne.



Verticalement

1. Accessoires. — 2. Un noir, et très dur avec ça - Préposition. — 3. Elles tirent leurs rames. — 4. Echappé - Indispensable au 3 vertical pour mener bon train. — 5. Qui sont de bonne date. — 6. Jeté par César - Ecole de cadres - Préposition. — 7. Toujours en

deuil - Elles sont extraites par sondages. — 8. Flotte - Clôt le samedi, commence le dimanche - Crises de vieux atrabilaires. — 9. Qualifie des procédés par lesquels on se défend d'oublier. — 10. Porteur de voûte - Altérés. — 11. Apparues - Peuvent être barbes. (solutions page 115)

De quelques interférences psychologiques

J'ai eu l'occasion, récemment, au Tournoi de Paris à Pâques, de rencontrer des joueurs plus forts que moi à des handicaps inhabituels, grâce au système en vi-

gueur dans le tournoi. Cela perturbe normalement le joueur le plus faible, le plus fort étant présumé plus adaptable à n'importe quelle condition de jeu.

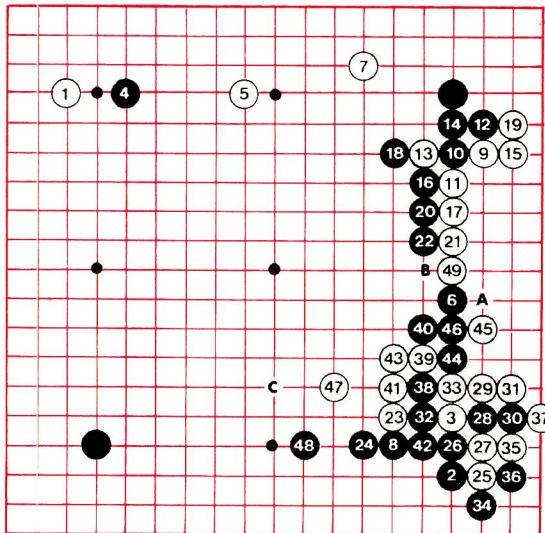


Figure 1

Fig. 1, 1^{re} partie : jouée à 2 pierres contre un ami japonais ; le handicap normal est 3. Je redoute particulièrement ce joueur, très difficile dans le combat ; le rencontrer à 2 pierres ne renforçait pas mon optimisme.

Le coup 5 est non classique et d'usage récent. Je choisis ce qu'on appelle « Mane Go », c'est-à-dire l'imitation, en 6, mais la symétrie est brisée aussitôt avec 7. Le coup 9 prend ma pierre de coin en tenaille ; après la séquence (10-18) le coup 19 annule le coin ; 20 et 22 poussant le blanc sur la 4^e ligne sont peut-être discutables, mais mon plan est de faire un beau mur sur l'extérieur ; 23 tente de prévenir cette intention, mais le noir ne relâche pas son effort et en sacrifiant les 2 pierres 28 et 30, parvient à isoler la pierre 23 qui devient un groupe flottant après l'échange 47-48 qui donne du territoire au noir. Puis, vient le coup 49 qui menace à la fois la sortie en B (séparant les 2 groupes noirs du centre) et le coup A qui compléterait le territoire blanc sur le bord. Et c'est là que la psychologie joue à plein.

Je « choisis » le coup A alors que B est évidemment meilleur. A apparemment est agressif ; en fait,

c'est simplement un coup démesuré, joué par peur ; le noir veut éviter de laisser trop de territoire au blanc, par peur de ne pas pouvoir transformer suffisamment sa solidité extérieure en points. Le raisonnement est archifaux ; en effet, si le noir joue B, il sera très difficile pour le blanc de jouer A, car la réponse noire

C attaque le groupe blanc très sévèrement, tout en augmentant les possibilités de territoire sur le bord sud ; donc jouant B, le noir a une chance de pouvoir jouer également A, plus tard, mais surtout il a une position très favorable pour les combats du centre, ce qui était son plan initial. Hélas ! Redoutant un peu moins mon adversaire, je n'aurais sans doute pas hésité à jouer B. J'ai fini par perdre ; le 50 était décisif.

Fig. 2, 2^e partie : la situation est contraire, je rencontre un joueur hollandais à 3 pierres, la différence normale étant 2 pierres. J'ai donc une marge de sécurité ; mais dès le début de partie, je joue avec une mentalité bizarre, à la fois comme si mon adversaire m'était supérieur de 4 pierres, et comme si, mon avance de 3 pierres étant exagérée, je pouvais me permettre de jouer très prudemment. Le coup 16 est typique ; normalement je jouerais en A, laissant au blanc la possibilité de couper, ce qui n'est pas très redoutable dans cette position. Ensuite, la séquence du coin sud-est m'est très défavorable ; en principe on joue B au lieu de 20 et c'est ce que j'aurais dû jouer ; la poussée 31 est très satisfaisante pour le blanc et le coup 33 accentue la pression sur la pierre 18. L'avance du noir se réduit rapidement, le noir évitant tout combat.

Pour finir, le coup 66 est très discutable : le blanc ne peut pas aller très loin dans cette direction, mais c'est encore une manière d'essayer d'éviter les ennuis pour le groupe noir du coin sud-est ;

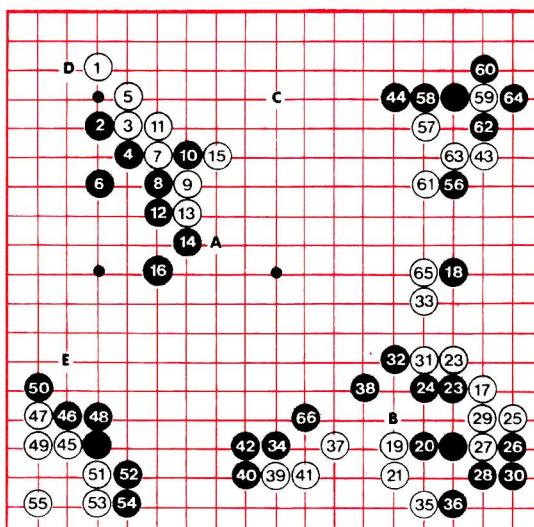


Figure 2

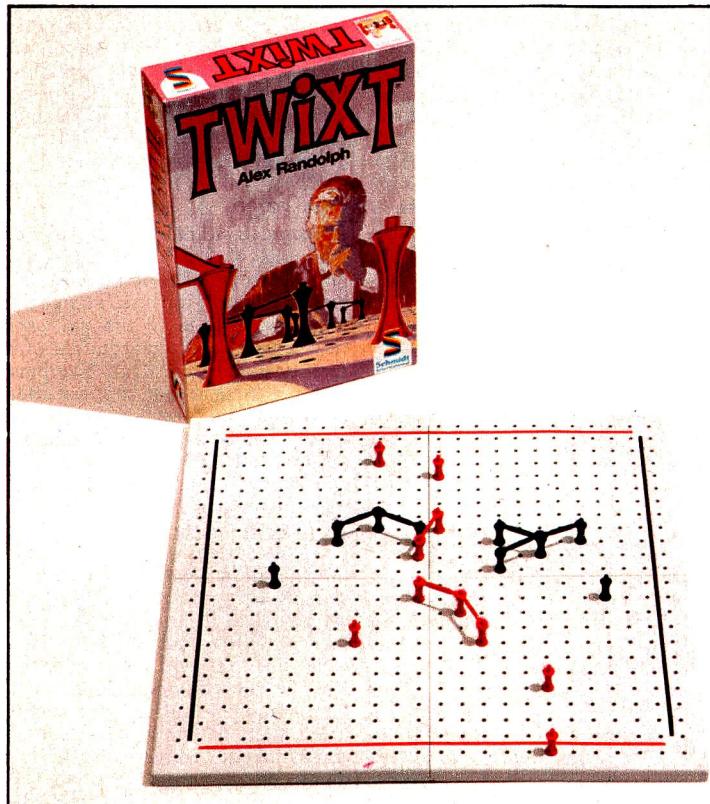
les coups importants à ce stade sont C, D et E ; heureusement, le blanc loupera son invasion du bord gauche (le noir se rebiffé à ce moment-là), le noir prendra le point C, personne ne fera de ter-

ritoire au centre et noir finalement gagnera de 10 points; ce n'est que menacé que le noir a commencé à réagir et à jouer comme à égalité.

Pierre AROUTCHEFF □

JEUX DE RÉFLEXION

«Twixt»
au banc d'essai



Jeu présenté

Nom : « Twixt »

Editeur : 3 M, Avallon Hill
(USA), Schmidt (Europe)

Joueurs : 2

Durée : 60 à 90 minutes

Matériel

- Un plateau de jeu démontable avec une matrice de trous 24×24 .
 - 2 jeux de pions noirs et rouges.
 - 2 jeux de barrettes noires et rouges pour relier les pions.

But du jeu

Chaque joueur essaie de relier ses deux bords opposés du plateau par une ligne continue de « mailles-barrettes ».

Comment jouer

A tour de rôle, chaque joueur pose un des pions de sa couleur

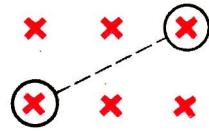
dans un des trous du plateau. Dans le cas où la distance entre deux pions le permet (saut de cavalier d'échecs), il a la possibilité, s'il le désire, de poser une barrette entre les pions. Une barrette d'adversaire ne peut être coupée.

De plus, l'on peut ôter une de ses propres barrettes — mais non un pion — afin de débloquer une situation.

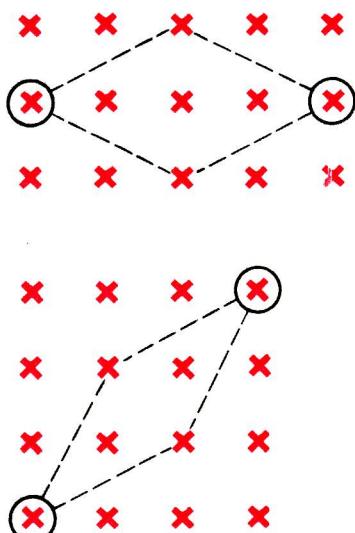
Commentaire

Un magnifique jeu de topologie qui possède un mécanisme d'une simplicité trompeuse. Comme au jeu de GO, il n'y a qu'un seul type de pion qui se pose, mais ne se déplace pas. Le secret de la stratégie est de construire autant de doubles liens que possible.

Lien simple :



✓ ✓ ✓

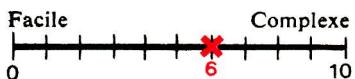


Le système de double lien rend la tâche de l'adversaire difficile... le blocage est presque impossible. Édité depuis une dizaine d'années aux U.S.A., le Twixt est enfin disponible avec des règles en français.

Le jury était très enthousiaste pour ce jeu qui a été coté presqu'au niveau de « Thoughtwave » et « Duel ». Le mécanisme a été jugé plus « pur » que celui de Thoughtwave et plus maniable que celui de Duel.

Verdict

- Clarté des règles : 8/10
 - Originalité : 9/10
 - Présentation : 7/10



- Note globale : 8/10
Prochaine réunion du jury au mois de septembre.

Peter WATTS □

Mieux que la bataille navale : l'attaque nucléaire

La bataille navale est un des jeux favoris des possesseurs de petits calculateurs programmables. Mais il faut bien avouer qu'on s'en lasse. Voici une variante beaucoup plus complexe, beaucoup plus attrayante donc. Elle est due à un Américain du nom de Dan Everhart et a été publiée dans une revue de radios amateurs (1). En plus de son intérêt comme jeu, c'est un excellent exercice de programmation. Le programme joint est destiné à une Texas Instruments SR-52 programmable à cartes magnétiques, mais est évidemment transportable sur toute machine de ce type.

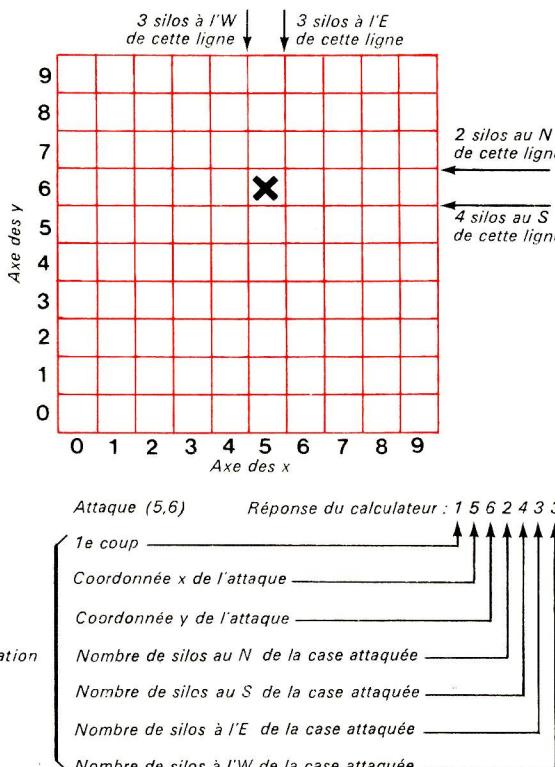
L'« Attaque nucléaire », puisque tel est son nom, présente d'abord l'intérêt de viser six cibles, six silos à missiles, dissimulés dans un territoire symbolisé par une grille 10×10 . Les silos sont, au

jeu attaquant largue un obus nucléaire sur une case de son choix, désignée par ses coordonnées x et y ; par exemple : (5,6) désigne la case de l'intersection de la colonne des 5 et de la rangée des 6. Tous les silos de la case sont détruits s'il y en a. Le défenseur indique alors qu'il y a eu destruction d'un silo ; si c'est un calculateur, il le signale aussi, par exemple (sur la SR-52) en faisant clignoter son affichage. Il indique également le nombre de silos restant respectivement au nord, au sud, à l'est et à l'ouest de la case attaquée. Toute différence, à l'inverse, signifie qu'il faut chercher sur cette colonne ou cette rangée.

Le joueur attaquant largue un obus nucléaire sur une case de son choix, désignée par ses coordonnées x et y ; par exemple : (5,6) désigne la case de l'intersection de la colonne des 5 et de la rangée des 6. Tous les silos de la case sont détruits s'il y en a. Le défenseur indique alors qu'il y a eu destruction d'un silo ; si c'est un calculateur, il le signale aussi, par exemple (sur la SR-52) en faisant clignoter son affichage. Il indique également le nombre de silos restant respectivement au nord, au sud, à l'est et à l'ouest de la case attaquée. Toute différence, à l'inverse, signifie qu'il faut chercher sur cette colonne ou cette rangée.

Lorsque le dernier silo a été détruit, les 4 derniers chiffres valent 0000, et l'attaquant a gagné. Les meilleurs joueurs atteignent une moyenne de 13 tirs par partie, ce qui est remarquable. Le record signalé par Dan Everhart est de 8 tirs, ce qui suppose tout de même une certaine part de chance. Si vous n'avez pas gagné au bout de 50 coups, vous êtes très mauvais : la moitié du territoire adverse a été bombardée ! Le programme lui-même présente plusieurs pièges. Le premier est la génération aléatoire des emplacements des silos. Le générateur est simple : il multiplie la « semence » entrée par le joueur (ce peut être n'importe quoi : votre âge, la date du jour, le rapport du tiercé, le résultat du loto ou le montant de vos impôts) par la constante de conversion de radians en degrés (1 radian = $57,295\ 779\ 513$ degrés) ; puis la partie fractionnée est gardée et multipliée par 10. La partie entière du résultat est un chiffre de 0 à 9 qui constitue la première coordonnée du premier silo. Les autres coordonnées (12 au total) sont obtenues par le même procédé grâce à une nouvelle semence calculée en prenant le logarithme népérien ($\ln x$) de la précédente et en l'éllevant au carré. Ainsi à chaque pas une nouvelle semence est engendrée (et gardée en mémoire dans le registre 99 qui n'est pas affecté par l'ordre MS d'effacement des registres 00 à 19).

Lorsqu'un silo est touché, le programme change sa coordonnée x en -1 : aux coups suivants, ce silo ne sera pas examiné pour la réponse. D'autre part, le calcul de



début du jeu, installé par l'adversaire, délibérément si c'est un homme, au hasard si c'est une machine. Plusieurs silos peuvent se trouver sur la même case du territoire.

lés (en coordonnée y : ils ne sont ni au nord, ni au sud de la case). Après une attaque, au bout de 25 secondes environ, le calculateur répond au moyen de 7 chiffres : 1562433, par exemple. Le

Pas	Touches	Commentaires
000	*LBL *1'	
002	*dsz *8'	sauter le silo en cours
004	*LBL *2'	
006	*st flg 0	positionner le flag de coup au but
008	GTO *5'	
010	*LBL +	
012	1 SUM 14	ajouter 1 au compteur de silos E
016	GTO *5'	
018	*LBL *9'	
020	1 SUM 16	ajouter 1 au compteur de silos N
024	GTO *8'	
026	*LBL *3'	
028	INV *if flg 0 *8'	si le flag est positionné : coup au but
032	1 SUM 00	
036	± *IND STO 00	} coordonnée x du silo à — 1
041	\sqrt{x} *dsz *8'	clignotement
044	*LBL *B'	sous-programme « partie entière »
046	(STO-. 5)	
052	*fix 0 *D.MS	élimination de la partie fractionnaire
055	*rtn	
056	*LBL E	
058	STO 17 CE	stockage de la coordonnée y du tir
062	1 SUM 19	compteurs de tirs
066	0 STO 16 STO 15 STO	
14	STO 13	remise à 0 des registres NSEW
079	12 STO 00	
084	*LBL *4'	
086	INV *st flg 0	
089	*IND RCL 00	
093	INV *if pos *1	
096	— RCL 18 =	
101	*if zro *2'	
103	*if pos +	
105	1 SUM 13	ajouter 1 au compteur de silos S
109	*LBL *5'	boucle de recherche des silos
111	*dsz 115	
115	*IND RCL 00—RCL 17 =	
124	*if zro *3'	
126	*if pos *9'	
128	1 SUM 15	ajouter 1 au compteur de silos S
132	*LBL *8'	
134	*dsz *4'	
136	20 STO 00 0	
142	*LBL *6'	
144	+ *dsz 149	boucle d'affichage des résultats du tir
149	*IND RCL 00 x 10 y*	
157	(RCL 00 — 13)	
165	INV *if zro *6'	
168	= HLT	début de la partie
170	*LBL B	
172	CLR CMs	
174	12 STO 00	
179	*LBL *7'	
181	RCL 99 Inx *x ² STO 99	génération d'un chiffre aléatoire de 0 à 9 (12 fois)
189	INV *D/R — *B' x 10 = *B'	
198	*IND STO 00	
202	*dsz *7'	
204	CLR HLT	
206	*LBL A	
208	STO 99 HLT	stockage de la semence initiale
212	*LBL D	
214	STO 18 HLT	stockage coordonnée x du tir

$\checkmark x$ sur — 1, nombre négatif, provoque le clignotement d'erreur utilisé pour signaler une destruction.

● Les touches de déclenchement de programmes ont les fonctions suivantes :

A : stockage de la semence initiale ;

B : début d'une partie ;

C : inutilisé ;

D : entrée de la coordonnée x de l'attaque ;

E : entrée de la coordonnée y de l'attaque.

● Les registres ont l'utilisation suivante :

99 : semence aléatoire ;

19 : nombre de tirs ;

18 : coordonnée x du tir en cours ;

17 : coordonnée y du tir en cours ;

16 : nombre de silos au N du tir ;

15 : nombre de silos au S du tir ;

14 : nombre de silos à l'E du tir ;

13 : nombre de silos à l'W du tir ;

12 : coordonnée x du silo 1 ;

11 : coordonnée y du silo 1 ;

10 : coordonnée x du silo 2 ;

09 : coordonnée y du silo 2 ;

08 : coordonnée x du silo 3 ;

07 : coordonnée y du silo 3 ;

06 : coordonnée x du silo 4 ;

05 : coordonnée y du silo 4 ;

04 : coordonnée x du silo 5 ;

03 : coordonnée y du silo 5 ;

02 : coordonnée x du silo 6 ;

01 : coordonnée y du silo 6 ;

00 : utilisé pour la décrémentation (dsz) et les pointeurs d'adressage indirect (*IND).

Le programme plein d'astuces, présente la particularité de placer les sous-programmes en tête du programme principal, pour des raisons de rapidité.

Jean TRICOT □

(1) « Kilobaud ».

SOLUTIONS DES MOTS CROISES

Verticalement : 1. Secondaires. — 2. Ebène - Es. — 3. Locomotives. — 4. Fui - Roues. — 5. Millésimées. — 6. Aléa - Ena - Es. — 7. Di - Carottes. — 8. Eau - Di - Ires. — 9. Mnémoniques. — 10. Atlas - Usées. — 11. Nées - Arêtes.

Horizontalement : 1. Self made man. — II. Ebouillanté. — III. Cécile - Uele. — IV. Ono (onocentaque) - Lac - Mas. — V. Némée - Ados. — VI. Serin. — VII. Trino. — VIII. Idiomatique. — IV. Vue - Trust. — X. Eeeeeeeeeeee. — XI. Sssssssssss. — Luc FELLOT □

ÉCHECS

Tremble Karpov... voici Kasparov

Quel que fut l'âge auquel ils décrochèrent le titre mondial, le point commun entre les récents champions du Monde reste leur grande force précoce : Bobby Fischer fut champion des Etats-Unis à 13 ans, Boris Spassky et Anatoly Karpov furent d'incontestés champions du Monde junior. Or, il y a des années que l'on n'avait pas remarqué de telles étoiles montantes. Enfin, en voici une : Gari Kasparov qui,

à 16 ans, a déjà fait bonne figure dans le très fort championnat d'U.R.S.S. l'an passé et qui vient de remporter très nettement le tournoi très élevé de Bania-Louka devant des grands maîtres chevronnés comme Anderson, Ti-gran Petrossian, Smeikhal, Adorjan, etc. Kasparov ne participe pas à la course pour le titre mondial de 1981. Mais attention à lui en 1984 !

KASPAROV-BEGUN URSS 1979

Gambit Dame

1. d4 d5
2. c4 e6
3. Cç3 Cf6
4. Cf3 ç5
5. ç x d5 C x d5
6. e3 Cç6
7. Fd3 Fe7
8. 0-0 0-0
9. C x d5 D x d5(a)
10. e4 Dd8
11. d x ç5 F x ç5
12. e5!(b) Fe7
13. De2 Cb4

a) Si 9. ... e x d5 ; 10. Dc2 menaçant 11. F x h7+ et 11. d x ç5 gagne un pion. Mais la réponse du texte permet la poussée e2-e4 avec gain de temps.

b) Ouvre la diagonale b1-h7 pour le Fou et la Dame blanche. Évidemment 12. Dç2 ne va pas à cause de 12. ... Cb4.

c) Il n'est bien sûr pas question de laisser échanger le Fou de cases blanches.

d) Attaque classique contre la formation f7-g6-h7.

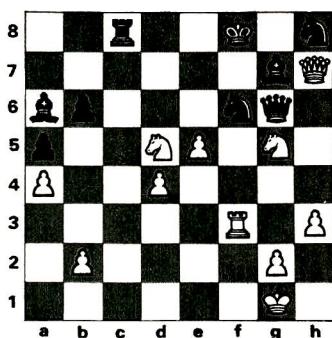
e) Ne perd pas de temps à défendre le pion b2. Si à présent 19. ... D x b2 ; 20. Ta2 avec le plan Ta2-d2-d4-h4.

14. Fb1(c) Fd7
15. a3 Cd5
16. De4 g6
17. Fh6 Te8
18. h4(d) Db6
19. h5!(e) f5
20. e x f6 e.p. C x f6
21. De1!(f) C x h5
22. Ce5 Fb5
23. F x g6!(g) Cf6
24. F x h7+!(h) les noirs abandonnent

f) Un très joli coup. La Dame dégage la diagonale du Fou prêt au sacrifice tout en visant les cases e4 et b1. La Tour f1 est enfermée mais elle n'est pas nécessaire à l'hallali.

g) L'assaut final : si 23. ... h x g6, 24. De4 (menace mat en 2 coups), Ff8 ; 25. D x g6+, Cf8 ; 26. Cg4! suivi de Cf6+ gagne.

h) Où l'on s'aperçoit de la force du coup 21. De1. Si à présent 24. ... R x h7 ; 25. Db1+, Rh8 (Rg8 ; 26. Dg6+, Rh8 ; 27. Cf7 mat) ; 26. Cf7+, Rg8 ; 27. Dg6 mat et 24. ... C x h7 ; 25. De4 (25. Db1, Cf8!) est également suivi du mat (si 25. ... Cf8 ; 26. Dg4+ etc.).



Exercice n° 60

Comment Kasparov avec les blancs achève-t-il élégamment son adversaire, Palatnick ?

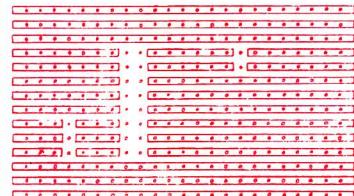
Solution de l'exercice n° 59

1. T x e5 !, D x e5
2. Cg6!! avec la double menace 2. Cde7+ et 2. D x e5

Alain LEDOUX □

Nous vous proposons de réaliser aujourd'hui une sirène électronique qui aura l'avantage de pouvoir imiter aussi bien la sirène d'une caserne de pompiers que celle de la police française, ou celle encore de la police américaine, voire même un charmant petit gazouillis d'oiseaux...

En effet, toutes ces manifestations sonores ont plus d'un point commun entre elles. Elles sont composées d'une fréquence de base qui diminue puis qui augmente plus ou moins régulièrement et plus ou moins vite dans



Voici comment réaliser les coupes sur la carte Veroboard

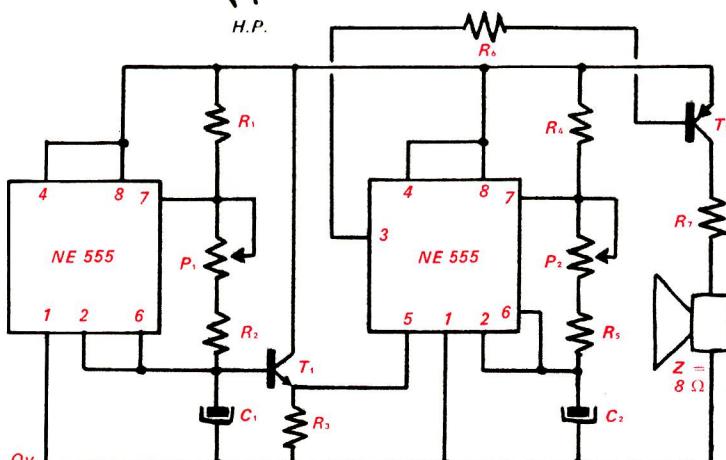
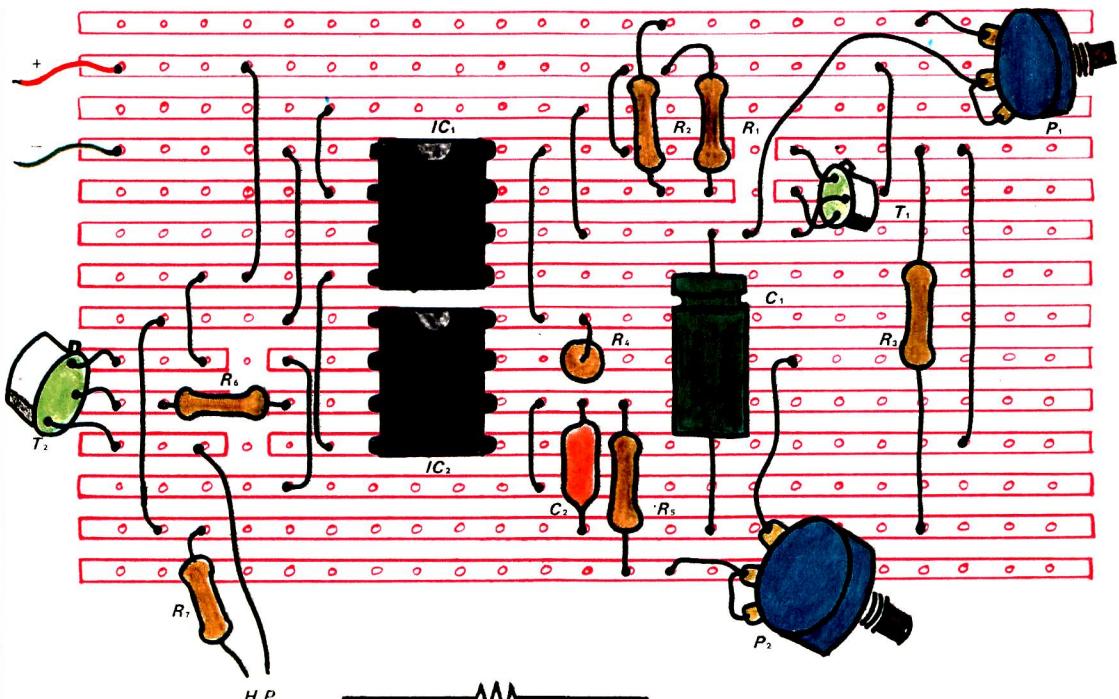
le temps. Ce phénomène est connu par les musiciens sous le nom de vibrato et il s'agit en fait d'une modulation de fréquence. Notre but va donc être de reconstituer électroniquement tout d'abord une fréquence de base. Pour pouvoir imiter une sirène de police, cette fréquence de base devra être de l'ordre du kilohertz, alors que pour un charmant gazouillis d'oiseaux elle devra être plus élevée, environ 5 à 6 kilohertz. Conclusion pratique : il nous faut prévoir un réglage pour cette fréquence de base. Ensuite, il va nous falloir faire varier cette fréquence de base plus ou moins vite dans le temps. Car pour une sirène américaine, cette variation devra être plus rapide que pour celle de la caserne de pompiers. Deuxième conclusion pratique : il nous faut également prévoir un réglage pour la vitesse de variation.

Et, comme vous vous en apercevez après avoir réalisé cette maquette, ces deux réglages sont suffisamment efficaces pour obtenir bon nombre d'effets sonores. Des possibilités supplémentaires de réglages apporteraient à notre avis plus de complexité au montage que d'amélioration réelle des performances.

Pour générer la fréquence de ba-

ÉLECTRONIQUE AMUSANTE

La petite sirène américaine



NOMENCLATURE

$R_1 = 1$ kilohm (marron - noir - rouge - argent ou or)	$R_6 = 200$ ohms (rouge - noir - marron - argent ou or)
$R_2 = 5,6$ kilohms (vert - bleu - rouge - argent ou or)	$R_7 = 30$ ohms (orange - noir - noir - argent ou or)
$R_3 = 2,2$ kilohms (rouge - rouge - rouge - argent ou or)	$C_1 = 22$ microfarads - 10 volts
$R_4 = 470$ ohms (jaune - violet - marron - argent ou or)	$C_2 = 47$ nanofarads
$R_5 = 4,7$ kilohms (jaune - violet - rouge - argent ou or)	$T_1 = 2N 2222$
	$T_2 = 2N 2905$
	Haut-parleur = 8 ohms d'impédance
	$P_1 = 100$ kilohms (linéaire)
	$P_2 = 47$ kilohms (linéaire)
	$IC_1 = NE 555$
	$IC_2 = NE 555$

se, nous allons utiliser un circuit intégré nouveau pour vous : le NE 555. Ce circuit présente l'avantage de pouvoir être transformé en oscillateur de fréquence connue grâce à deux résistances et une capacité extérieure. Comme nous voulons une possibilité de réglage, nous allons intercaler en série avec l'une des résistances un potentiomètre.

La fréquence de base est donc générée par IC₂, R₄, R₅, P₂ et C₂. Avec les valeurs que nous avons données à ces différents éléments, la fréquence de base pourra varier entre 600 hertz et 6 000 hertz.

Puis nous allons maintenant fabriquer un signal de fréquence beaucoup plus basse, de 0,5 hertz à 10 hertz grâce à IC₁, R₁, R₂, C₁ et P₁. C'est cette très basse fréquence qui va produire sur IC₂, via T₁, une variation de la fréquence de base. Le réglage de P₁ correspondra donc à la vitesse de variation de la fréquence de base.

Il ne nous reste plus qu'à amplifier l'ensemble pour écouter le résultat. C'est la raison d'être de R₆, T₂ et R₇. Nous vous signalons

(suite du texte page 120)

aux ECHECS défiez L'ORDINATEUR



Chess Challenger est en vente à :

RÈGLE A CALCUL 65 67, bd St-Germain, 75005 PARIS
 AU MAIN BLEU 408, r St-Honoré, 75001 PARIS
 LIBRAIRIE ST-GERMAIN 140, bd St-Germain, 75006 PARIS
 L'ŒUF CUBE 24, r. Linne, 75005 PARIS
 HEATHKIT 84, bd St-Michel, 75006 PARIS
 ITINÉRAIRE BIS 3, r. Paul-Louis-Courier, 75007 PARIS
 FICHONNIER 148, r. Grenelle, 75007 PARIS
 DURIEZ S.A. 132, bd St-Germain, 75006 PARIS
 PHOTO PLUS 67 bis, r. de la Convention, 75015 PARIS
 SAINT-NICOLAS 39, r. Sablonville, 92000 NEUILLY

HELP 4, r. Fabrot, 13100 AIX-EN-PROVENCE
 S.A. DUBOIS 17, r. Carnot, 68000 BEAUVIAS
 AUX LOUISTICS 9, r. du Mourier, 24100 BERGERAC
 DIFFEC 10, r. de Vesoul, 25000 BESANÇON
 LE KHEDIVE 20, pl. Clemenceau, 64200 BIARRITZ
 PRESTABLE 24, r. Vital-Charles, 33000 BORDEAUX
 VERDEUN 1 bis, r. des Pilliers-de-Tutelle, 33000 BORDEAUX
 LIBRAIRIE GUIONIE 6, r. de l'Hôtel-de-Ville, 19100 BRIVE
 MON BUREAU 12, r. Stanislas, 68000 COLMAR
 A.T.A.V. 3, Rempart St-Pierre, 71100 CHALON/S/SAONE
 L'ÎLE AUX TRÉSORS 17, r. de la Liberté, 21000 DIJON
 GUERRARD DÉCOR 12, r. de l'Apport, 22100 DINAN
 PILOUFACE 35, pl. des Halles Centrales, 76000 LE HAVRE
 LOISIRS SCIENTIFIQUES 3, pl. Richépè, 59000 LILLE
 LIBRAIRIE BARADAT 3, pl. Fournier, 87000 LIMOGES
 NUMERAL Pl. d'Albon, 69002 LYON
 AU MAIN JAUNE 53, pl. du Pt-E. Herriot, 69002 LYON
 CALCULS ACTUELS 49, r. Paradis, 13006 MARSEILLE
 BANCO 75, r. de la Palud, 13006 MARSEILLE
 CARRÉ D'AS 4, r. de la Barrière, 44000 NANTES
 LIBRAIRIE RUDIN 12, av Félix-Faure, 06000 NICE
 LA LOCOMOTIVE r. du Gd-Rabb-Haguenauer, 54000 NANCY
 EUREKA Galerie Châteleu, 45000 ORLÉANS
 LE MAIN JAUNE 4, r. Wilson, 24000 PÉRIGUEUX
 JEM 1, r. Amiral-Ronarc'h, 29000 QUIMPER
 AU BÉBÉ DE FRANCE 26, r. de l'Étape, 51000 REIMS
 PAULET 7, r. de la République, 42000 ST-ÉTIENNE
 CARTES & JEUX 40, r. de Remusat, 31000 TOULOUSE
 PARADIS DES ENFANTS 33, r. Grammon, 37000 TOURS
 VALENCE MUSIQUE 8, r. M. de Montjau, 26000 VALENCE
 LA MAISON DE LAURE 79, r. Royale, 78000 VERSAILLES

CHAINE LIBRAIRIE « L » 85, r. Turbigo, 75003 PARIS
 01 FNAC PARIS, LYON, MARSEILLE, etc.

Demande de documentation

REXTON S.A. B.P. 154 - 75755 PARIS CEDEX 15

Chess Challenger

M

Adresse _____

informations commerciales

EUMIG SERVOFOCUS

15 ans de mise au point automatique des objectifs zoom

La mise au point automatique des caméras et des appareils photographiques fait beaucoup parler d'elle. C'est aussi l'occasion pour Eumig de célébrer un petit jubilé. En effet, en 1963 déjà, il y a 16 ans, Eumig lançait sur le marché une caméra 8 mm équipée du système Servofocus qui apportait une solution remarquablement simple et fonctionnelle, par voie optique, au problème de la mise au point automatique.

Dans l'Eumig Mini 3 Servofocus PMA, en particulier, on voit le système Servofocus faire sauter le dernier barrage qui restait encore sur la voie du cinéma sans aucun souci. L'objectif se règle de lui-même sur la profondeur de champ la plus favorable. L'amateur peut ainsi consacrer toute son attention à la création filmique, débarrassé de toute préoccupation d'ordre technique. Dans les milieux spécialisés, on considère le système breveté Servofocus comme une solution technique élégante et efficace au problème de la mise au point automatique des objectifs zoom.

Selon quel principe fonctionne le système Servofocus et quelles sont ses implications dans la pratique ? On est parti de l'idée que l'amateur doit disposer d'une profondeur de champ maximale et que les sujets éloignés doivent être nets quelle que soit la focale choisie. Cela doit également être le cas lorsque l'éclairage est faible et que l'on filme à pleine ouverture du diaphragme.

Dans la pratique, le système Servofocus assure donc automatiquement des images nettes, du premier au dernier mètre du film, sans que l'on ait à se soucier de la distance à laquelle on filme. Déchargé de tous les problèmes de netteté et de profondeur de champ, l'amateur dispose ainsi d'une liberté absolue au niveau de la technique, liberté qui lui permet de se consacrer exclusivement à son sujet de prises de vues. A cela s'ajoute encore le fait que ce système optique, réglé une fois pour toutes en usine, ne connaît ni problème d'usure ni risque de dérèglement, et qu'il garantit des images nettes pour ainsi dire à perpétuité. EUMIG FRANCE, 76, bd de la Villette, 75019 Paris.

CALCULATRICE CARTE DE CRÉDIT RANDS MC 25

Cette calculatrice au format d'une carte de crédit est une calculatrice 8 chiffres et symbole (M/Z) permettant tous les calculs possibles : opérations arithmétiques, pourcentages, puissance, calculs en chaîne.. Son affichage multi-chiffres à cristaux liquides est alimenté par 2 piles à oxyde d'argent qui lui donnent 2 000 heures d'opération permettant, ainsi, de se rendre compte immédiatement de leur état de fonctionnement. En outre, elle est équipée d'un économiseur de pile qui éteint le voyant au bout de 10 secondes mais qui garde les chiffres affichés en mémoire.

Deux mémoires de stockage permettent son utilisation pour les conversions monétaires, par exemple, extrêmement pratique en voyage.

Légère (9 g) et d'un design élégant, la MC 25 trouve sa place dans tous les cas d'usages. Prix TTC : 149 F.

En vente chez les revendeurs spécialisés.

RANDS, 143, bd Péréire, 75017 Paris.

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.

ASSUREZ VOTRE AVENIR AVEC UN BON MÉTIER

Préparez-vous, chez vous, à votre rythme au métier qui vous intéresse



TRAVAILLEZ PRÈS DE LA NATURE

MÉTIERS DE LA FORÊT

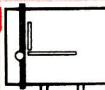
- Garde-chasse fédéral Garde-chasse particulier
- CONCOURS Agent Technique Forestier
- ELEVAGES SPÉCIAUX**
- Eleveur Eleveur de chevaux Secrétaire assistante(e) vétérinaire Eleveur de chiens Apiculteur Aviculteur
- CONCOURS Technicien des services vétérinaires
- AGRICULTURE-PAYSAGISME**
- Dessinateur paysagiste Cultivateur Technicien en polyculture-élevage Horticulteur Pépiniériste Sylviculteur
- POUR TRAVAILLER OUTRE-MER**
- Technicien en agronomie tropicale Sous-ingénieur en agronomie tropicale

MECANIQUE AUTOMOBILE

Devenez l'un de ces spécialistes



- Mécanicien automobile Diéséliste
- C.A.P. Mécanicien réparateur d'auto
- C.A.P. Conducteur routier B.P. Mécanicien réparateur d'auto Électricien automobile C.A.P. Électricien d'auto C.A.P. Mécanicien d'entretien Sous-ingénieur en automobile B.P. Électricien spécial. en auto.



Devenez Dessinateur

Industriel ou en Bâtiment

- Dessinateur en constr. mécanique C.A.P. et B.P. de dessin constr. mécan. Dessinateur en constr. métallique C.A.P. dessinateur constr. métallique Dessinateur en électricité C.A.P. Dessinateur en électricité Dessinateur en bâtiment C.A.P. dessinateur bâtiment Dessinateur en menuiserie Dessinateur assistant d'architecte Dessinateur en chauffage central.

Nombreux travaux d'application à domicile vous permettant d'acquérir une solide expérience pratique du dessin technique.



CHEF DE CHANTIER CHEF D'ÉQUIPE

Prenez des responsabilités dans le bâtiment ou les T.P.

- ENCADREMENT BÂTIMENT OU T.P. Chef de chantier Chef d'équipe Conducteur de travaux Surveillant de travaux
- MÉTRE-TOPOGRAPIE** Mètreur B.E.P. de mètreur C.A.P. d'opérateur géomètre CHAUFFAGE Monteur en chauffage
- Technicien en chauffage



... notre sélection d'ÉTUDES COURTES

5 à 10 mois

20 métiers à exercer rapidement - programme sans enseignement général

NATURE: Garde-chasse - Eleveur... **ELECTRONIQUE RADIO TV** Monteur-dépanneur - Techn. électronicien... **ELECTRICITÉ:** Électricien - Techn. électrique... **BÂTIMENT:** Dessinateur Mètreur - Plombier chauffag.

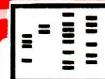
UNIECO: Union Internationale d'Ecoles par Correspondance **ORGANISME PRIVE SOUMIS AU CONTRÔLE PEDAGOGIQUE DE L'ETAT**



Réussissez en ÉLECTRONIQUE RADIO T.V.

- Technicien électronicien C.A.P. Electronicien d'équipement
- Monteur câbleur en électronique Technicien en automation
- Sous-ingénieur électronicien B.T.S. d'électronicien Monteur dépanneur radio T.V. Technicien radio T.V. Monteur dépanneur T.V. Sous-ingénieur radio T.V. **Appliq. pratique (en option): UN MINI LABORATOIRE ET UN AMPLI 30 WATTS**

à construire vous-même



Devenez PROGRAMMEUR

- Programmeur d'application C.A.P. aux fonctions de l'informatique Analyste-programmeur Opérateur sur ordinateurs
- Pupitreur B.P. de l'informatique

Pour recevoir gratuitement notre documentation et bénéficier des conseils d'orientation de nos spécialistes, retournez nous le BON ci dessous.

- Métiers de la forêt
- Elevages spéciaux
- Agriculture
- Paysagisme
- Agronomie tropicale
- Mécanique auto.
- Dessin industriel
- Informatique
- Dessin bâtiment
- Électricité
- Encadrement Bât. et T.P.

BON POUR ÊTRE INFORMÉ GRATUITEMENT

et sans engagement sur le secteur qui vous intéresse (faites une

- Métré topographie
- Chauffage
- Électronique
- Radio T.V.
- Études courtes
- Nature
- Electronique - radio TV
- Électricité Bâtiment

Avec l'accord de votre employeur étude gratuite pour les bénéficiaires de la Formation Continue (jus du 16 juillet 1971)

Nom Prénom

Rue

Code Postal LLLLLL

Ville

Si une étude vous intéresse plus particulièrement, indiquez-la ici:

UNIECO 5612, 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. —

que R_7 sert uniquement à limiter la puissance du montage. Sa valeur n'est pas critique, et dans le cas de piles bien neuves ou d'une alimentation plus puissante, sa présence n'est plus indispensable. Notre montage sera réalisé sur une plaquette de Veroboard au pas de 2,54 mm comportant au moins 15 bandes et 25 trous. En premier lieu nous sectionnerons les bandes de la plaque comme

indiqué sur le schéma (notamment sous les circuits intégrés). Nous vous conseillons alors de câbler tous les fils (straps). Afin d'éviter la détérioration des circuits intégrés, nous vous conseillons d'employer des supports pour la connexion de ceux-ci. On prendra alors soin de les enficher dans la bonne position lors de la finition de cette plaquette. Nous implanterons ensuite les autres

composants en respectant leur polarité et leur brochage. Les deux potentiomètres et R_7 seront câblés hors de la plaquette. Voilà, maintenant il ne vous reste plus qu'à brancher votre montage sur une tension d'alimentation qui peut être comprise entre 4,5 volts et 15 volts à votre convenance.

Pierre PENEL
et Olivier GUTRON □

PHYSIQUE AMUSANTE

La synthèse du mouvement en 16 images par seconde

A la cadence habituelle de 18 images par seconde, celle du cinéma d'amateur, l'œil est incapable de séparer ce qui n'est en réalité qu'une succession de diapositives : pleine lumière sur le premier cliché, un trou noir, pleine lumière sur le second cliché, autre trou noir et ainsi de suite jusqu'à la 18^e image en une seconde. Pour la vue humaine, le fractionnement entre passages lumineux et passages obscurs est perçu comme un tableau mobile dont les mouvements s'enchaînent en douceur : le discontinu est ressenti comme un continu.

On améliore d'ailleurs la fluidité des mouvements rapides en augmentant la cadence, en général 24 images par seconde dans le cinéma parlant. Le fait qu'une succession d'images très proches les unes des autres par leur dessin trompe la perception visuelle au point d'apparaître comme une seule image mobile, semble tout à fait évident aujourd'hui. Or, ce ne l'était nullement au départ, et il fallut une bonne dose d'intuition pour découvrir le phénomène.

Dans la nature, tous les mouvements sont continus et c'est en voulant les représenter que les premiers dessinateurs se sont vus obligés de les décomposer en une suite de schémas reproduisant des positions différentes d'un même objet. Pendant la préhistoire, les hommes mettaient sur un même dessin plusieurs attitudes d'un même sujet mobile : quadrupèdes à huit pattes ou plus, hommes à 4, 6 ou 8 bras étaient choses courantes.

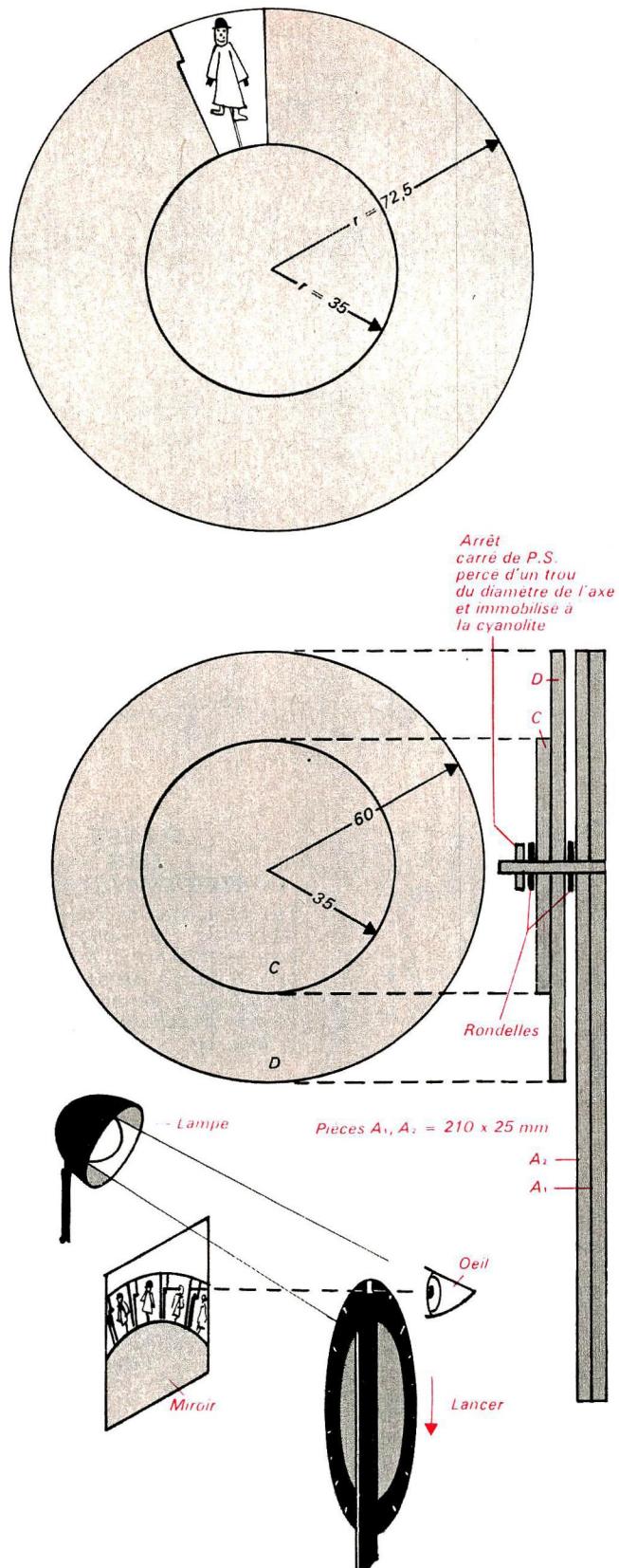
Mais l'idée de diviser en plusieurs dessins les positions différentes ne vint que beaucoup plus tard, et il fallut attendre 1830, et le physicien belge J. Plateau, pour découvrir que la succession rapide de tels dessins donnait



Face à un miroir, l'effet de mobilité est d'autant meilleur que l'œil est plus proche du disque et l'éclairage plus puissant.

l'illusion du mouvement. Cette illusion repose sur deux principes physiologiques : la persistance des impressions lumineuses et la reconstitution par le cerveau du discontinu en continu. La persistance des impressions lumineuses sur la rétine, phé-

nomène dans lequel on continue à percevoir des impressions lumineuses alors même que la lumière a disparu, est une caractéristique essentielle de la vue. Elle était connue dès l'Antiquité, mais ne fut étudiée scientifiquement qu'à la fin du XVII^e siècle

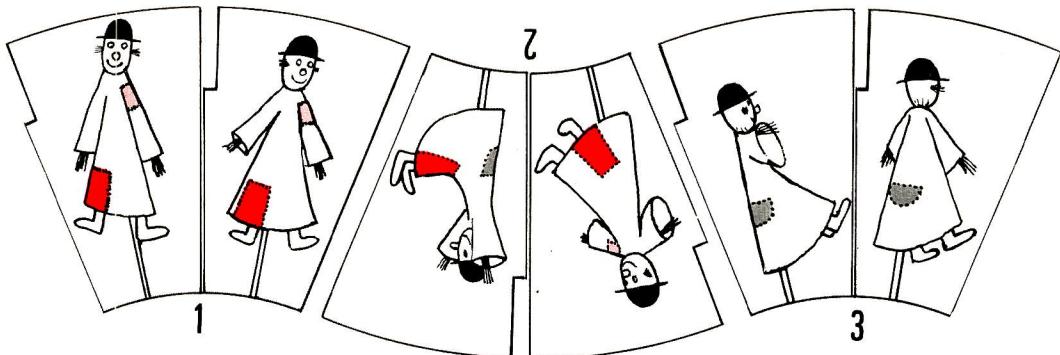


par Newton. Mais cette persistance rétinienne ne suffit pas à expliquer l'illusion du mouvement créée par une succession d'images fixes. Il faut pour cela recourir aux théories de la psychologie des perceptions et aux travaux de Wertheimer dont les recherches constituèrent le point de départ expérimental de la Gestalttheorie.

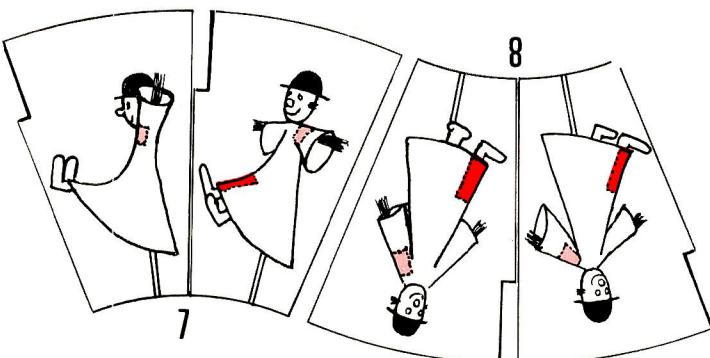
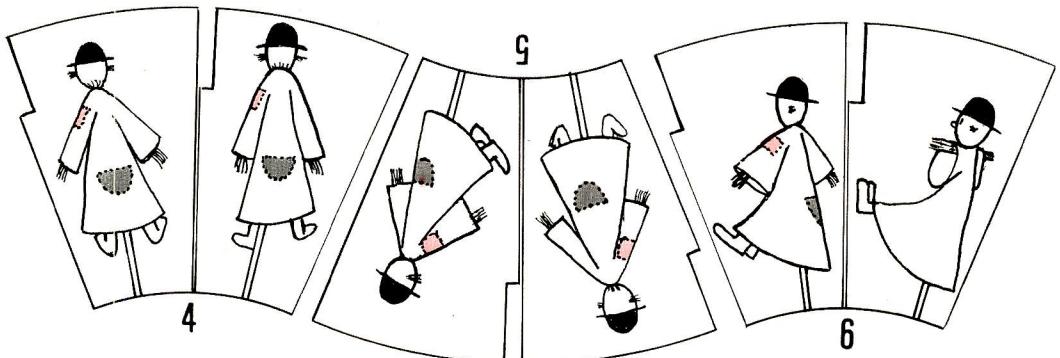
Nous ne pouvons évidemment nous étendre ici sur toutes ces études et nous considérerons seulement le dispositif inventé par Plateau. Ce montage, qui constitue le premier essai d'exploitation de la persistance des impressions lumineuses afin d'obtenir la synthèse du mouvement, peut être considéré comme le point de départ du cinéma. En 1832, Plateau expose ainsi le principe de son appareil : « Lorsque plusieurs objets, différents les uns des autres par leur forme ou leur position, se présentent devant l'œil successivement à de très brefs intervalles de temps, leurs impressions successives sur la rétine s'unissent de telle sorte que le spectateur a l'illusion de voir le même mouvement continu ».

La même année, Plateau présentait l'instrument réalisant la synthèse du mouvement et dénommé phénakistoscope — du grec phénakistikos, trompeur, et skopein, examiner, ce qui revient bien à dire que l'appareil est un trompe l'œil. On utilisera aussi le terme de praxinoscope pour des appareils similaires. Toutefois, c'est un appareil très voisin de celui inventé par le physicien belge que nous nous proposons de construire aujourd'hui. Notons qu'il faut à l'inventeur un admirable sens de l'observation et un talent de synthèse particulièrement profond pour arriver à décomposer, puis à faire apparaître d'une façon pratique, la synthèse du mouvement. Cinéma et télévision dérivent directement du phénakistoscope de Plateau, et reconstituer cette expérience historique présente un intérêt scientifique évident. Le modèle présenté en photo utilise d'ailleurs une reproduction du dessin original : un page tournant.

La construction de l'appareil demande peu de matériel et beaucoup de soin pour que le mouvement synthétisé apparaisse continu et dépourvu de sautillances parasites. En ce qui concerne le plateau, 16 images ont été reproduites grandeur nature dans ces pages. Pour gagner de la place,

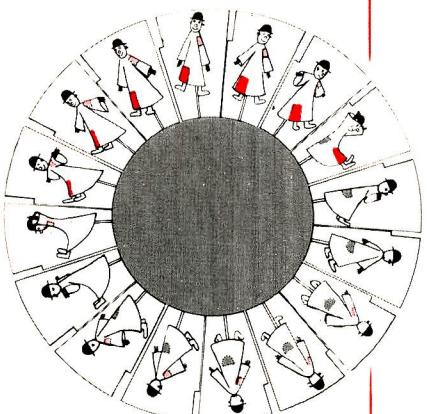


Frise à découper comportant la reproduction des dessins échelle 1/1



DANSE DES MARIONNETTES

Les 16 images nécessaires à la fabrication de notre montage sont reproduites ici grandeur nature. Il faudra les découper soigneusement et bien veiller à l'ordre de succession lors du collage sur le disque. Si l'opé-



nous les avons disposées en bande continue et il faudra donc, pour les utiliser :

- soit les découper directement dans la revue ;
- soit les photocopier pour ceux qui ne veulent pas abîmer leur beau numéro de Science et Vie, et découper ensuite la photocopie.

On fera attention, pour l'instant, à ne pas découper le rectangle noir étroit qui figure en haut et à droite de chaque image.

On se procurera du papier Canson noir mat, comme on en trouve dans toutes les papeteries. Il est en effet préférable que le verso du disque soit noir afin d'éviter les reflets qui pourraient

nuire à l'observation. Dans ce papier, on tracera une couronne selon les cotes indiquées **figure 1**. On découpe ensuite, et soigneusement, les 16 vues juxtaposées afin de reconstituer le disque portant les images ; les vues seront collées une par une sur le disque, avec de la colle à papier, en faisant très attention au repérage : toutes les images doivent être à égale distance du centre et à égale distance les unes des autres. Tout manque de régularité dans la mise en place se traduira lors de la marche, par des mouvements parasites non prévus au programme : l'image saute de droite à gauche ou de haut en bas.

ration est bien faite, on doit voir la marionnette exécuter une pirouette dans les conditions d'observation décrites par ailleurs.

Pour améliorer la qualité esthétique de la présentation, il y a intérêt à colorier ces vues avec des crayons feutre ou des crayons à mine. On laissera sécher sous pression (une pile de livres ou quelques dictionnaires) pour que le disque reste bien plat après le collage. Enfin, avec des ciseaux bien affutés, on découpe les 16 rectangles noirs minces qui constituent les fentes d'observation. La partie film est alors terminée.

On passe ensuite à la construction de l'appareil lui-même dont la réalisation est fort simple. Le matériau de base est le polystyrène choc de 2 mm d'épaisseur ; nos lecteurs peuvent se procurer, par correspondance ou directement, tout ce qui est nécessaire à la pratique du hobbystyrène chez Berty, 49, rue Claude-Bernard, 75005 Paris. Les feuilles nécessaires à nos montages y sont disponibles dans toutes les épaisseurs courantes : 1/2, 1, 2 et 4 mm.

Le montage formant la base du phénakistiscope est composé d'un manche obtenu par collage des deux pièces A 1 et A 2 mesurant 210 mm de long pour 25 mm de large ; on se reportera à la **figure 2**. Les deux bandes sont percées d'un trou de 3 mm destiné à recevoir l'axe. Celui-ci peut être constitué par toute tige ronde de proche du diamètre indiqué, par exemple un morceau d'aiguille à tricoter long de 35 mm.

Bien entendu, si le diamètre de la tige retenue n'est pas de 3 mm, les trous seront percés en conséquence. Après collage des deux pièces A 1 et A 2 par superposition, puis perçage du trou, on mettra l'axe en place et on l'immobilisera avec une goutte de colle type Cyanolit.

Le support du disque-film sera constitué par deux disques, l'un D de 120 mm de diamètre, l'autre C de 69 mm de diamètre, tels qu'ils sont décrits sur la **figure 2**. Ils seront également découpés dans du polystyrène de 2 mm d'épaisseur. Pour la découpe, on utilisera la technique qui a été récemment exposée dans cette même rubrique (Science et Vie, avril 79). Le perçage des deux trous centraux doit être fait à un diamètre très légèrement supérieur à celui de l'axe, de façon à permettre une rotation parfaitement libre à la moindre sollicitation. Quant au collage des deux disques, il sera fait par superposition.

Notons que ceux de nos lecteurs qui voudraient réaliser ce montage avec du carton fort peuvent l'entreprendre ; toutefois, la nature même de ce matériau rendra l'objet moins solide qu'avec le polystyrène et ne permettra sans doute pas de nombreuses présentations. Mais la résistance à la chaleur est par contre très augmentée.

De toute manière, il faudra intercaler des rondelles comme indiqué **figure 2**. On emprisonnera le disque à l'aide d'une petite pièce carrée en polystyrène percée d'un trou et collée à la cyanolit.

Une remarque à faire concernant le perçage des trous : en premier lieu, ceux qui disposent d'une perceuse n'auront comme seul problème que de se procurer un foret de diamètre idoine ; le polystyrène se perce à vitesse lente. Mais les autres, ceux qui n'ont pas chez eux d'outils électriques, pourront facilement obtenir un bon résultat en perçant à l'aide d'un cutter X-Acto muni d'une lame droite n° 24. Il suffit de procéder successivement au recto puis au verso de la pièce et d'essayer l'axe lorsque le trou est presque à la bonne dimension. Il restera à disposer quelques morceaux d'adhésif double face sur la partie du disque D et à y coller le disque film.

La mise en œuvre ne pose pas de grands problèmes ; il faut seulement respecter certaines conditions qui découlent de la simplicité de l'appareil et permettent d'en tirer le maximum d'effet. En se reportant à la **figure 3**, on notera que :

- l'appareil est placé devant un miroir, et c'est le reflet de l'image qui est observé à travers les fentes en plaçant l'œil tout près de celles-ci ;
- cette disposition ne favorise guère l'éclairage des dessins, aussi faut-il une source lumineuse aussi importante que possible placée de façon à bien éclairer le disque-film. Il faut en effet garder en mémoire que nos petites fentes constituent autant d'obturateurs mobiles qui ne laissent passer qu'une partie de la lumière. En gros, on peut estimer que 10 % seulement de l'éclairage frappant le dessin pénètre effectivement dans l'œil de l'observateur.

Si ces conditions — position de l'œil et éclairage — ne sont pas remplies, l'effet est faible. Mais quand l'ensemble est bien

disposé, le résultat est très spectaculaire. Le disque est lancé à la main à vitesse moyenne ; l'expérience étant réalisée selon les conditions mentionnées ci-dessus, les personnages dessinés sur le disque tournent tous ensemble et la reconstitution du mouvement est excellente.

A partir de ce montage très simple, ceux de nos lecteurs qui sont habiles de leurs mains, et donc de leur tête, peuvent concevoir des expériences plus complexes et réaliser eux-mêmes des dessins animés. Tout est question là d'imagination et de talent inventif, aussi ne donnerons-nous ici que quelques indications sur les premières améliorations possibles. Tout d'abord, le Hobbystyrène de Pierre Courbier permet de fabriquer très simplement un support intégrant le miroir, une source lumineuse et un moteur électrique actionnant le disque par l'intermédiaire d'un démultiplicateur à poulies.

Réaliser des dessins animés demande évidemment un certain talent, car il n'est pas facile de s'improviser dessinateur. Mais il est toujours possible de faire quelques essais en partant de schémas géométriques simples : par exemple, synthétiser un mouvement de rotation à partir d'une roue dont on décalquera les positions successives en veillant bien au maintien du centrage de l'axe. Si l'essai est réussi, on peut tenter le mouvement d'un gyroscope, y compris nutation et précession pour les plus habiles.

Une voiture en marche, une balançoire, le vol d'un oiseau ne posent pas encore trop de difficultés. Mais il faudra un bon coup de main pour reconstituer un revers au tennis. Notons toutefois qu'en agrandissant le disque-film, on peut multiplier le nombre des images, et donc la durée du « film » et la souplesse des enchaînements.

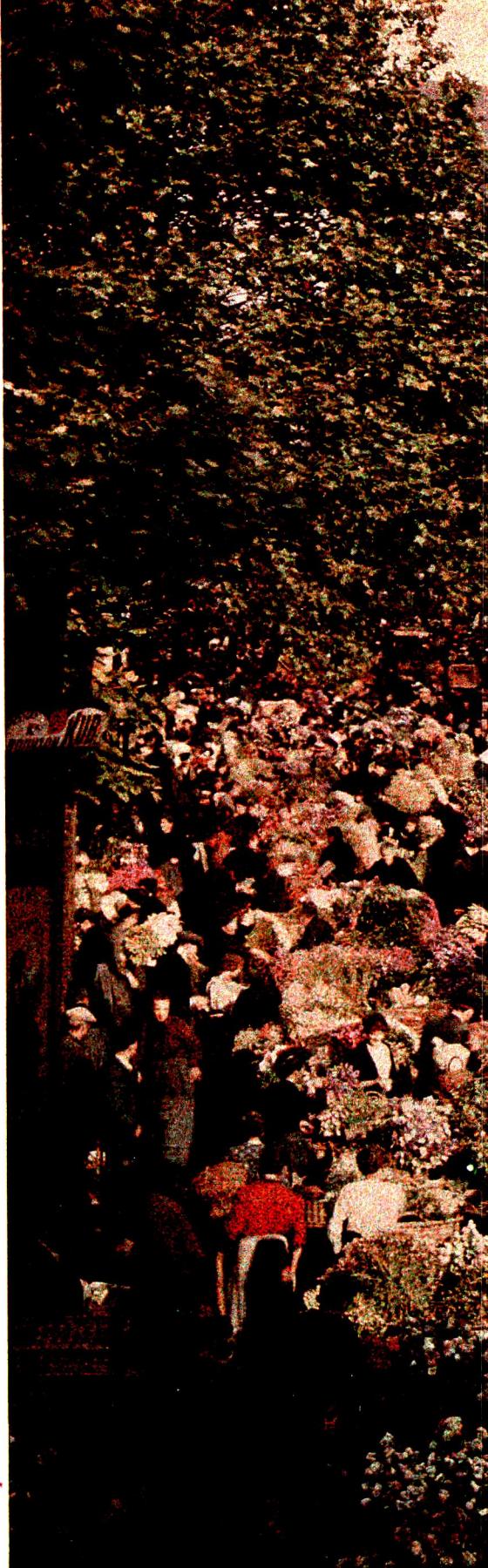
La construction du phénakistiscope, outre son intérêt scientifique — persistance rétinienne et reconstruction mentale du continu à partir du discontinu — présente aussi un intérêt pédagogique évident pour la présentation des grandes inventions. Notons à ce propos que la méthode Hobbystyrène a été présentée à la Commission Ministérielle réunie en groupe d'études le 7 mars 79 et a été recommandée dans ses applications destinées à l'enseignement.

Renaud de La Taille

FAITES VOS TIRAGES AU CHARBON : ILS NE S'EFFACERONT PLUS JAMAIS



Tous les tirages photographiques réalisés de nos jours, en noir ou en couleur, ne seront plus que des images ternies et délavées quand les verront nos petits-enfants. Est-il donc impossible d'obtenir des photos inaltérables ? Nos ancêtres, pourtant, en connaissaient le secret comme en témoignent les illustrations de ces pages. Réapprenez avec eux les fabuleux procédés au charbon.





► Trente ans après que Joseph-Nicéphore Nièpce eut réalisé la première photographie sur plaque de verre enduite de bitume de Judée, un groupe de chercheurs parmi lesquels Edmond Becquerel, Aguado, Bayard, Blanquart-Evrard, Charles Chevallier, Léon Foucault, Victor Regnault créèrent la Société Héliographique. Trois ans plus tard, en 1854, elle devint la Société Française de Photographie avec, comme président, Victor Regnault, chimiste et physicien qui, notamment, découvrit le chlorure de vinyle (1835) et le tétrachlorure de carbone (1839).

La plupart des inventions des débuts de la photographie firent l'objet de communications auprès de cette société. Les plus célèbres sont celles qui ont trait à la photomicrographie, par Dagron, en 1854, à la découverte de la photo en couleur par trichromie, par Louis Ducos du Hauron et Charles Cros en 1869, à la naissance du cinématographe, par les frères Lumière en 1895, à l'avènement du premier procédé industriel de photographie en couleur, l'autochrome, également par les frères Lumière en 1904.

La Société Française de Photographie, qui détient actuellement dans ses archives l'essentiel des documents et des appareils qui firent l'histoire des 50 premières années de la photographie, vient de fêter avec éclat son cent vingt-cinquième anniversaire par une vaste exposition au Trianon de Bagatelle à Paris. Quelque 200 photographies originales et des appareils de l'époque héroïque y furent montrés pour la première fois au grand public.

Nous avons suivi de nombreux visiteurs dans les quatre grandes salles du Trianon. Ce qu'ils ont découvert avec le plus d'admiration, c'est l'extraordinaire qualité de ces images, vieilles souvent de plus d'un siècle, et que le temps n'a pas réussi à détruire. A notre époque où, précisément, des photographes et des services d'archives posent le problème de la conservation des photographies parce qu'ils viennent de prendre conscience de la fragilité des procédés modernes, notamment les procédés en couleur et les tirages en noir et blanc sur supports plastifiés qui ne résistent guère que quelques dizaines d'années, on ne peut que retenir la leçon des pionniers. Les épreuves de Bayard de la période 1840-50 sont toujours là, avec leurs fines nuances, de même que les autochromes Lumière du début du siècle, alors que, dans leur quasi totalité, les photographies en couleurs des années 1950-70 ont subi des altérations parfois irréparables.

Les images de l'exposition de Bagatelle comptaient des tirages qui ont conservé incontestablement la fraîcheur de l'époque où elles furent réalisées, certains procédés les ayant rendues apparemment inaltérables. Nous pensons en particulier aux photos virées à l'urane et à l'or de Brebisson (1878), aux épreuves à l'or de Paul Maillant (1872), aux papiers positifs virés au chlorure de platine d'Adolphe Bilordeaux (1857) et à toutes les épreuves tirées de négatifs au collodion de Nadar (1856-1859).

Parmi les anciens procédés, ce sont certainement ceux au charbon qui ont été employés le plus longuement et qui, aujourd'hui, continuent de l'être. Utilisant des pigments métalliques de couleur en suspension dans de la gélatine dure, ne faisant appel à aucun processus chimique, ils sont inaltérables par principe. C'est ainsi que les tirages au charbon des photographes comme Robert Louis (1855), Alphonse Poitevin (1860), Adolphe Fargier (1861), Joseph Wilson Swann (1855) ont gardé la profondeur de leurs noirs et les nuances de leurs détails. La Société Française de Photographie détient la première photographie trichrome de Louis Ducos du Hauron tirée par procédé au charbon en 1869 : ses couleurs ont la brillance qu'elles avaient au siècle dernier. Le procédé est toujours employé de nos jours. Dans un petit atelier de la région parisienne, Pierre Fresson agrandit quotidiennement des épreuves quadrichromiques au charbon. Les images d'autochromes Lumière ainsi réalisées ont acquis une réputation mondiale. Il y a quelques mois, plusieurs dizaines ont été exposées à Lyon par la Fondation Nationale de la Photographie ; une vingtaine, inédites pour la plupart, l'ont été à Bagatelle pour le 125^e anniversaire de la Société Française de Photographie (quelques-unes de celles-ci illustrant cet article).

Des analyses récentes faites par des instituts d'archives des Etats-Unis sur des tirages Fresson en quadrichromie ont confirmé leur quasi inaltérabilité. Des tests de laboratoire par vieillissement accéléré simulant plusieurs siècles d'archivage ou d'action de la lumière du jour n'ont pas laissé percevoir de dégradation, ce qui est considérable lorsqu'on sait que les seuls procédés de photographie en couleur aptes à résister au temps, les Kodachrome et Dye-transfert de Kodak, et le Cibachrome d'Ilford, dureront environ une cinquantaine d'années dans les conditions moyennes de conservation.

Malheureusement, si les procédés au charbon ont d'indéniables qualités quant à la finesse de tons des images qu'ils procurent et quant à leur conservation, ils ont d'importants inconvénients. Leur mise en œuvre, simple dans son principe est longue et délicate, exigeant un sérieux tour de main. Cette connaissance, nous le verrons dans un instant, exige une expérience de plusieurs dizaines d'années et des techniques très particulières lorsqu'il s'agit de réaliser des tirages en couleurs. C'est au point que l'atelier Fresson reste le seul au monde à pratiquer commercialement, et de façon artisanale, le tirage au charbon en couleur.

Charbon noir et blanc. Les procédés au charbon ne font intervenir aucun processus chimique. Ce sont des procédés pigmentaires : une fine poudre, noire ou colorée (du charbon à l'origine) est ajoutée à de la gélatine et étendu sur une feuille de papier. Celui-ci est ensuite sensibilisé dans un bain de bichromate (par exemple du bichromate de potassium), puis

(suite du texte page 128)

PRÉPAREZ VOUS-MÊME VOS PAPIERS AU CHARBON POUR DES TIRAGES EN NOIR ET BLANC

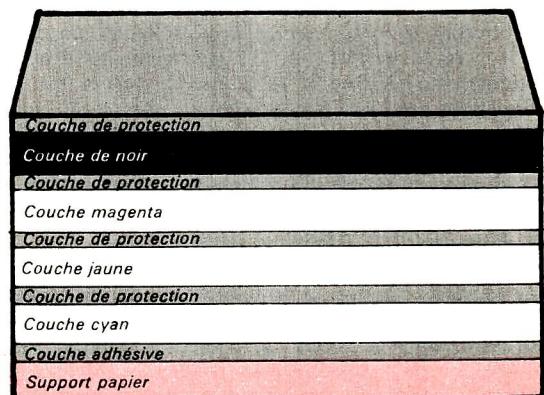
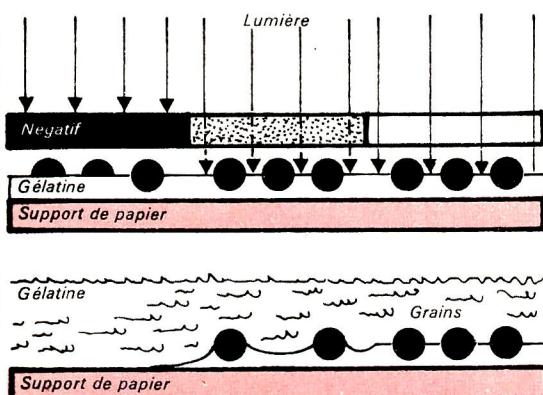
Les tirages au charbon, dans leur principe, sont fort simples comme nous le montrons dans notre article. Mais ils exigent une bonne expérience pour la préparation de la gélatine bichromatée et son dépouillement après exposition. De plus, des conditions climatiques chaudes ou humides peuvent voiler l'émulsion ou la durcir. Ces difficultés ne les mettent pas pour autant hors de portée des amateurs (sauf toutefois en couleur). Nombre d'entre eux l'ont largement prouvé au début de ce siècle en tirant leurs épreuves.

A l'époque, toutefois, on effectuait l'exposition en lumière du jour, car le négatif était de grand format

le sucre et le savon dans l'eau, puis on y laissera la gélatine durant 15 à 20 heures. Après quoi, on chauffe au bain-marie à 30-35 °C et on ajoute le noir de fumée.

- La feuille de papier est disposée sur une surface plane (plaqué de verre). Une couche d'un millimètre de la gélatine préparée est coulée sur cette feuille. On laisse sécher.

- Il faut ensuite sensibiliser ce papier au moyen d'une solution de bichromate de potassium à 5%. Cela s'obtient au pinceau, par application au dos du



Procédé direct (sans transfert) de tirage au charbon: 1. une couche de pigments (noir de fumée, par exemple) est retenue par une couche de gélatine sensibilisée au bichromate de potassium. Le négatif, en demi-teintes, laisse passer la lumière dans les blancs. La gélatine durcit sous l'action de la lumière et reste tendre lorsqu'elle n'est pas exposée. 2. Le dépouillement à la sciure élimine la gélatine tendre et entraîne les grains. Sous le gris du négatif, la gélatine a été durcie inégalement : certains grains sont retenus, les autres sont éliminés. Sous le blanc, la gélatine a été totalement durcie et retient les grains.

(9 × 12 à 13 × 18 cm ou plus) et permettait un tirage par contact. Aujourd'hui, avec les petits formats, il faut procéder par agrandissement, ce qui exige une puissante source lumineuse très riche en ultraviolets et un objectif ne filtrant pas ces ultraviolets. Il faut, enfin, préparer soi-même le papier sensible.

Les formules sont nombreuses. En voici une qui, pour débuter, a l'avantage de la simplicité en évitant les opérations de transfert :

- Se procurer une feuille de papier ayant une bonne tenue et, surtout, une texture très homogène afin que l'exposition, qui sera faite à travers pour éviter le transfert d'image, soit uniformément réalisée.

- Préparer la solution suivante dans 100 cm³ d'eau : 10 g de gélatine pure, 2 g de savon, 3 g de noir de fumée et 2 g de sucre. On commence par dissoudre

Structure d'une image en couleur sur papier Fresson: les couches colorées sont des pigments métalliques de couleur dans la gélatine. Elles sont déposées successivement, après formation de l'image dans chacune d'elles.

papier. Puis on laisse sécher dans l'obscurité, à l'abri de la chaleur et de l'humidité.

- Pour l'exposition, on peut procéder par contact si le négatif est grand. Le dos sans gélatine est mis contre le négatif (ce dernier étant inversé pour pouvoir donner une image à l'endroit). L'ensemble est maintenu dans un châssis-presse. L'exposition se fait par le négatif puis à travers le papier. On peut aussi procéder par agrandissement, toujours en exposant par le côté support papier. Mais l'agrandisseur doit avoir subi quelques transformations pour pouvoir donner une lumière intense riche en ultraviolets. La durée d'exposition est toujours très longue et dépend de l'intensité lumineuse. Elle est délicate à déterminer. Il faut procéder par essai préalable : on peut, par exemple, exposer un papier enduit de gélatine seule jusqu'à apparition d'une tonalité brunâtre. Le temps obtenu de la sorte est accru de 15 à 20 % pour l'exposition d'un papier pigmenté.

- Immerger le papier exposé dans de l'eau froide. Cela fait gonfler la gélatine et l'insensibilise.

- Le dépouillement peut se faire ensuite à l'eau tiède (35 °C), qu'on laisse agir lentement. L'image, en effet, est alors très fragile.

séché dans l'obscurité. Il est alors exposé à la lumière à travers un négatif. La gélatine s'insolubilise et durcit dans les zones atteintes par la lumière ; elle reste tendre dans les zones non exposées et cette gélatine peut être éliminée à l'eau chaude. Le dépouillement fait apparaître l'image, les pigments ne subsistant que dans les régions exposées.

Cette technique fut employée dès 1855 par Alphonse Poitevin. Elle ne permettait pas, cependant, l'obtention de demi-teintes, pour des raisons qui ne furent découvertes que par l'abbé Laborde et Adolphe Fargier en 1858 : la lumière atteignant d'abord la surface de la couche de gélatine bichromatée, c'est la couche sous-jacente, contre le papier, qui restait tendre et qui aurait dû être dépouillée. Pour cela, il fallait commencer par transférer la couche de gélatine sur une autre feuille de papier avant de la dépouiller à l'eau chaude. On procédait comme suit : après exposition, on plongeait la feuille enduite de gélatine et la feuille de papier transfert dans de l'eau froide (dans l'obscurité). Les deux supports gonflaient. Ils étaient alors appliqués l'un contre l'autre sous presse. L'ensemble était ensuite plongé dans une eau tiède à 35 °C. La gélatine non tannée se détachait et s'enlevait avec la première feuille de papier.

En 1878, Artigue imagina un procédé qui permettait d'éviter le transfert et, un an après, il commercialisait un papier permettant de tels tirages, sous le nom de charbon-velours. En 1900, Fresson produisit un papier similaire, le charbon-satin. Sur ces papiers, on n'appliquait plus une couche de gélatine et pigments colorés, mais une couche contenant seulement de la gélatine et du glucose. Avant séchage, on pulvérisait, en surface, une pellicule de pigments, noirs ou colorés selon qu'on voulait une image en noir et blanc ou teintée. Ces pigments étaient constitués, notamment de noir d'ivoire, d'ocres, de particules de chrome ou autres métaux.

Le papier était sensibilisé au bichromate et exposé à la lumière à travers un négatif. Il était généralement dépouillé avec une bouillie de sciure de bois versée sur l'épreuve. Selon le principe déjà exposé, la gélatine tendre, non atteinte par la lumière s'enlevait emportant les grains de pigments avec elle ; la gélatine tannée restait en retenant les grains. La quantité de gélatine et la densité de grains éliminés étaient d'autant plus faibles que la lumière ayant tanné la gélatine était plus forte : on obtenait ainsi les demi-teintes.

De nombreuses variantes ont été utilisées à la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e. Aujourd'hui, les papiers au charbon ne sont plus commercialisés. Seul l'atelier Fresson effectue encore des tirages en noir et blanc ou monochromes avec un pigment coloré.

Louis Ducos du Hauron, qui imagine la trichromie avec Charles Cros, utilisa le procédé dès 1870 pour tirer en couleur ses premières épreuves trichromes. D'un sujet en couleur, il

prenait, successivement à travers trois filtres colorés, trois clichés de sélection en noir et blanc ; il les tirait ensuite successivement et en superposition, sur une feuille de papier, en utilisant respectivement pour les 3 couches des pigments de couleur magenta, cyan et jaune.

Le Fresson en couleur. Pierre Fresson reprit après la guerre l'idée de Louis Ducos du Hauron et, en 1952, réalisa ses premiers charbons en couleur. L'expérience de l'atelier qu'avait créé son père et son propre savoir-faire lui permirent de mettre sur pied une production artisanale de grande qualité.

Le principe reste celui des tirages charbon en noir et blanc. Comme Louis Ducos du Hauron, il exécute trois négatifs de sélection en noir et blanc mais, cette fois, à partir d'une diapositive en couleur. Ces négatifs sont ensuite tirés dans une gélatine bichromatée, successivement, en superposition, sur une feuille de papier.



*L'âge heureux du charbon
et des tirages impérissables.*

La première couche comporte des pigments cyans. Après exposition derrière le négatif correspondant avec un filtre rouge, elle est dépouillée à la sciure. Une couche de protection est ensuite déposée, puis la seconde couche de gélatine avec le pigment jaune. Après exposition et dépouillement, l'opération est recommandée pour la couche magenta. Comme en imprimerie, une quatrième couche avec des pigments noirs permet d'obtenir des ombres franches. Une couche protectrice est enfin déposée au-dessus.



Œuvre de Poitevin (1860) : une épreuve qui a 120 ans d'âge mais que le temps n'a pas flétrie.

La gélatine bichromatée est très peu sensible et l'agrandissement doit être fait avec de puissantes sources de lumière, riches en ultraviolet.

On imagine déjà quelques-unes des difficultés de ce travail pour parvenir à un émulsionnage très homogène, pour obtenir un très bon repérage des images successives et pour assurer les dépouillages sans abîmer les surfaces. Il faut ajouter à ceci, que la gélatine est très sensible aux conditions climatiques, température et humidité. Il suffit que ces conditions varient défa-

vorablement pour que le résultat soit compromis par l'apparition d'un voile ou l'insolubilisation de la gélatine. Le tirage est alors à recommencer. Le succès, par contre, est récompensé par des images d'une fraîcheur de coloris que n'autorise actuellement aucun tirage photographique traditionnel. Les couleurs, d'autre part, étant constituées de pigments métalliques et de noir d'ivoire sont inaltérables.

Roger BELLONE ■

LES 14 FAILLES

(suite de la page 82)

teur (défaillance du circuit de refroidissement secondaire par exemple). On met alors en service un système de secours qui pompe l'eau du réacteur, l'envoie vers un échangeur de chaleur où elle se refroidit avant de l'injecter de nouveau vers le réacteur. Or, ce système de secours dans toutes les centrales, PWR ou BWR, était mal conçu. (A Three Mile Island d'ailleurs, les exploitants de la centrale furent incapables de mettre en service cette roue de secours.) Il a fallu lui fixer de nouvelles normes ; le rapport final de la Commission de Régulation sur ce sujet ne sera terminé qu'en début d'année prochaine.

● **11^e défaut : des épées de Damoclès au-dessus des piscines.** Le onzième sujet d'inquiétude de la NRC n'est pas un défaut propre aux centrales. Mais la Commission a constaté que bien souvent lors des manipulations des combustibles nucléaires usés, les grues qui servent à transporter les fûts de béton, passent et repassent au-dessus des piscines où séjournent, pour perdre une partie de leur radioactivité, les combustibles irradiés. Il suffit d'une fausse manœuvre pour qu'un fût de béton aille s'écraser au fond de la piscine (ou dans le cœur du réacteur s'il s'agit d'une opération de recharge) endommageant du même coup le combustible usé qui risque de laisser échapper de fortes quantités de radioactivité. Là, la parade était simple ; la NRC est en train d'interdire toutes opérations nécessitant les transports de lourdes charges à proximité des piscines de stockage. Il est tout de même étonnant qu'il ait fallu attendre les premiers mois de cette année pour qu'une mesure de sécurité aussi évidente soit rendue obligatoire.

● **12^e défaut : non respect des normes anti-sismiques.** Il y a quelques mois, on s'en souvient, cinq centrales nucléaires ont été purement et simplement fermées aux Etats-Unis. Motif : elles ne répondent pas aux normes anti-tremblement de terre que la NRC a établies récemment. C'était aux yeux de la Commission Américaine le douzième défaut des centrales nucléaires.

● **13^e défaut : insuffisante protection des pompes de secours.** Leur treizième et avant dernier, concerne la piscine de secours où l'eau radioactive qui risque de s'échapper du circuit primaire lors d'un accident est recueillie. De là, elle est renvoyée vers le cœur du réacteur (grâce à des pompes de secours) pour contribuer à la refroidir. Si, pour une raison quelconque, on ne peut pas repomper l'eau de cette piscine, le cœur se vide de ce qui, on le sait, peut conduire tout droit à la fusion du combustible qui n'est plus suffisamment refroidi. On saurait dans ce cas si des débris (ceux en particulier libérés lors de la rupture des gaines d'isolation thermique) venaient boucher les tuyaux reliant la piscine aux pompes de secours, ou bien si des tourbillons prenaient naissance au voisinage de la pis-

cine, endommageant les pompes. Seulement, il y a peu de temps que la NRC a pris conscience de ce problème et le plan d'action pour y remédier n'était pas encore établi lorsqu'en janvier de cette année le rapport fut présenté au Congrès.

● **14^e défaut : la perte possible de toutes les sources de courant.** Tout en bas de la liste, en quatorzième position se trouve le « black out » du réacteur. C'est ce qui risque de se produire lorsqu'une panne générale d'électricité affecte la centrale elle-même. Le courant électrique qui alimente les systèmes de sécurité provient de deux sources distinctes et redondantes. Chaque source comprend une connection au courant alternatif du réseau, un générateur diesel de courant alternatif de secours et un générateur de courant continu. Si, une centrale perd à la fois toutes ces sources de courant alternatif dont dépend le fonctionnement des pompes, elle devient incapable de refroidir le cœur de son réacteur. Cette perte totale des deux sources de courant, bien qu'improbable, doit être envisagée. Et la NRC recommande que certaines pompes auxiliaires soient reliées au groupe diesel ou fonctionnent grâce à la vapeur et non au courant. Mais ces imperfections, identifiées récemment comme présentant des risques importants, n'ont pas encore été corrigées dans toutes les centrales.

● **3 autres défauts spécifiques aux centrales américaines (BWR).** Les réacteurs du type BWR, en plus des « tares » énumérées précédemment, ont trois défauts supplémentaires selon les officiels américains : l'un dans la piscine circulaire où la vapeur (échappée lors d'une rupture de tube par exemple) va se condenser ; le second dans les manchons d'acier qui recouvrent les tuyaux d'alimentation en eau, juste à la jonction avec le cœur du réacteur, le troisième dans les tuyaux du circuit primaire qui ont tendance à se fissurer près des soudures.

Chaque année, à la lumière des incidents survenus au cours des 12 derniers mois, la NRC modifie la liste des défauts à corriger en priorité. A la lumière de l'accident de Harrisburg, de nouveau « points faibles » vont allonger cette liste des imperfections à haut risque. « Mais, n'oublions pas, explique Dale Bridenbaugh, que ces 17 défauts classés prioritaires, sont les premiers des 133 problèmes en suspens dans les centrales nucléaires. » A n'en pas douter la NRC américaine ou le SCSIN (Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires) français, ont encore bien du pain sur la planche pour venir à bout des inconvénients des centrales nucléaires et les rendre aussi fiables que les populations soient en droit d'exiger. Peut-être serait-il sage comme le réclame une commission du Congrès Américain d'arrêter pour six mois au moins toutes les délivrances de permis de construire des centrales. Cela permettrait de faire le point et de corriger les défauts les plus criants.

Françoise HARROIS-MONIN ■

BIEN ADAPTER TOUS LES MAILLONS D'UNE « SONO »

Relier chacun des maillons d'un ensemble de sonorisation, c'est « ajuster » entre elles des valeurs électriques qui s'expriment en millivolts et en ohms. Les règles de compatibilité sont simples, mais faute de bien les respecter on porte atteinte au matériel... et aux oreilles.

► Qu'il s'agisse d'équiper une salle, un grand magasin, un lieu public, la première chose qui compte est de réaliser une bonne adaptation dans la liaison, entre eux, des différents maillons de l'installation sonore. C'est-à-dire que la sortie d'un premier maillon doit être rigoureusement bien adaptée sur l'entrée du deuxième maillon, et ainsi de suite jusqu'au dernier.

Une mauvaise adaptation entre deux maillons provoque tout d'abord des baisses de niveaux sonores (par rapport à la puissance réelle devant être dissipée par l'amplificateur), ensuite des affaiblissements dans les fréquences extrêmes de la courbe de réponse (les graves et surtout les aigus !) et pour finir, provoque l'arrivée rapide de différentes distorsions particulièrement auditables, même pour des oreilles non exercées quotidiennement.

L'amplificateur de puissance étant le maillon central de toute chaîne sonore, il faut différencier l'adaptation sur son entrée, de l'adaptation sur sa sortie. Les adaptations d'entrées concernent donc le branchement correct de différentes sources de modulation sonore (microphone, tourne-disque, tuner, magnétophone, table de mixage, etc.). Les adaptations de sorties concernent seulement le branchement correct d'une enceinte acoustique ou de multiples diffuseurs sonores contenant un ou plusieurs haut-parleurs.

1. LES ADAPTATIONS D'ENTRÉES

Elles sont de deux sortes : l'adaptation du niveau sonore de la source, et deuxièmement celle de son impédance. Le niveau sonore s'exprime en volts et plus particulièrement en millivolts pour les premiers maillons d'une chaîne.

• **Adaptation du niveau sonore :** la modulation sonore sortant par exemple d'un tuner, d'un

magnétophone ou d'un préamplificateur, est généralement élevée (de l'ordre de quelques centaines de millivolts). Ces niveaux sonores s'appellent alors des « hauts-niveaux ».

La modulation sonore sortant d'une cellule magnétique de tourne-disque ou la modulation sortant d'un microphone, est, par contre, très faible (de quelques millivolts). C'est pourquoi cette catégorie de niveaux sonores est appelée « bas-niveaux ». Par définition, toute source sonore de modulation bas-niveau devra être transformée à l'aide d'un préamplificateur spécial d'entrée, en haut-niveau. Les quelques millivolts seront donc amplifiés en quelques centaines de millivolts.

Les entrées de préamplificateurs, d'amplificateurs de puissance ou de magnétophones, sont généralement prévues pour ne recevoir que des sources de modulation haut-niveau. Les professionnels parlent d'entrées (ou de sorties) « lignes », ou bien encore d'entrées (ou de sorties) 0 dB, ce qui représente dans la plupart des cas : 775 millivolts. En effet, un niveau sonore peut s'exprimer également en décibels. Il existe donc des tables de correspondance volts/dB ; correspondance qui est également fonction de l'impédance. Exemple : 0 dB = 775 mV sur 600 ohms.

Il existe cependant des préamplificateurs ou des tables de mixage dont les multiples entrées sont prévues pour recevoir soit des modulations bas-niveaux, soit des modulations haut-niveaux. En sonorisation, les entrées BN sont particulièrement destinées aux microphones : les préamplificateurs ne possèdent alors pas de correcteurs fixes. On les dit « linéaires ». Par contre, les préamplificateurs de chaînes haute-fidélité possèdent tous une entrée stéréophonique bas-

niveau, spécialement prévue pour y adapter une cellule phonocaptrice magnétique ; dans ce cas, le préamplificateur spécial d'entrée amplifie non seulement son niveau, mais corrige également sa courbe de réponse à l'aide d'un correcteur fixe RIAA (normes internationales qui modifient de façon précise la courbe de gravure de tous les disques microsillons). En résumé, une sortie bas-niveau doit obligatoirement être adaptée sur une entrée bas-niveau. Une sortie haut-niveau doit être obligatoirement adaptée sur une entrée haut-niveau.

Si, par exemple, une sortie bas-niveau était branchée sur une entrée haut-niveau, l'amplificateur, même poussé à fond, ne serait pas assez puissant pour reproduire un bon niveau d'écoute. Il n'aurait, alors, pas assez de « gain ».

Si, par exemple, une sortie haut-niveau était branchée sur une entrée bas-niveau, l'amplificateur, même réglé à son minimum, déformerait la source de modulation. Il y aurait alors saturation, d'où distorsion.

• **Adaptation de l'impédance :** tout d'abord, qu'est-ce que l'impédance ? C'est le rapport mesuré en ohms, d'une grandeur, la tension, avec une autre grandeur, le courant. Dans un circuit parcouru par un courant alternatif, c'est la résistance électrique apparente. Chaque maillon d'une chaîne sonore a une entrée et une sortie dont les « charges » représentées par l'impédance sont variables. On parle de très basse impédance en dessous de 100 ohms, de basse impédance à moins de 600 ohms, et de haute impédance à plus de 600 ohms, et plus particulièrement située entre 10 000 et 50 000 ohms (10 kΩ ou 50 kΩ).

Par définition, pour bien réussir une adaptation en impédance, une sortie de maillon de chaîne Hi-Fi doit être au minimum dix fois plus basse en impédance que l'entrée du maillon dans laquelle elle sera branchée. D'autre part, plus l'impédance de sortie d'un maillon est faible (quelques ohms représentent l'idéal), plus la liaison (la longueur du câble, par exemple) et son adaptation sur une entrée sont aisées. Plus l'impédance de sortie est élevée, plus courte doit être la longueur du câble de liaison (1,5 m maximum pour 50 kΩ). Un maillon de chaîne possédant une sortie très basse impédance peut être relié sans inconvénients à l'entrée d'un autre maillon par l'intermédiaire d'un câble de liaison pouvant mesurer 20 mètres et plus.

Voici quelques exemples d'adaptations de sources de modulations :

• La sortie d'un microphone électrodynamique est à bas niveau (de 2 à 30 mV) et à basse impédance (l'impédance standard est de 200 ohms). Un micro doit se brancher sur une entrée de préamplificateur qui doit pouvoir supporter, sans saturation, un niveau de plus de 30 millivolts et dont l'impédance d'entrée sera voisine de 2 000 ohms. Les professionnels utilisent des transformateurs d'adaptation (appelés également de modulation) dont le primaire est de 200 ohms. Dans ce cas, on peut se servir

d'un câble de liaison micro à deux conducteurs plus la gaine blindée (on dit alors que la ligne est symétrique). Un transformateur d'adaptation de microphone doit être placé le plus près possible du préamplificateur.

• La sortie d'une cellule phonocaptrice de type magnétique (type qui représente 90 % des cellules du marché Hi-Fi) est à bas-niveau (de 1 mV à 10 mV, parfois un peu plus) et à haute impédance. En stéréophonie, cette impédance est standard : 47 000 ohms. En quadraphonie, elle est généralement de 100 000 ohms. Chaque préamplificateur de chaîne stéréo possède une entrée spéciale destinée à recevoir une cellule magnétique. Cette entrée correspond à un préamplificateur spécial qui amplifie et compense automatiquement la correction de la courbe RIAA (normes internationales de gravure). A cause de sa haute impédance, et de son bas niveau, le câble reliant la platine tourne-disques au préamplificateur ne doit pas dépasser 1,5 m.

• La sortie d'un tuner, ou d'un magnétophone est généralement à haut-niveau (entre 200 et 900 mV) et normalement à très basse impédance (entre 10 et 600 ohms). Cette sortie doit être adaptée sur une entrée de préamplificateur à haute impédance (entre 10 000 et 50 000 ohms) et à haut niveau, de manière à ce qu'elle puisse supporter (sans saturation) des niveaux de l'ordre de 900 mV. Parfois même un ou deux volts.

• La sortie d'un préamplificateur Hi-Fi ou d'une table de mixage est toujours à haut-niveau (de quelques centaines de millivolts à un ou deux volts) et devrait toujours être à très basse impédance. Pour le matériel Haute-Fidélité, dans la plupart des cas, le préamplificateur et l'amplificateur de puissance sont logés dans un même châssis monobloc. De ce fait, les liaisons étant très courtes (par définition), l'adaptation en impédance a moins d'importance. Bien évidemment, l'adaptation correcte est prévue d'origine par le constructeur.

Sur les chaînes Haute-Fidélité de « grand standing », le préamplificateur est généralement séparé de l'amplificateur de puissance. Chacun d'eux possède donc son propre boîtier. Sur les chaînes « haut de gamme », le préamplificateur attaque simultanément plusieurs amplificateurs de puissance, plus particulièrement destinés à amplifier certaines plages de fréquences sonores, bien définies et séparées à l'aide de filtres actifs. L'entrée d'un amplificateur de puissance doit toujours être à haut niveau (entre 1 et 3 volts) et à haute impédance (entre 10 000 et 100 000 ohms, très souvent 50 000 ohms).

En sonorisation, on utilise de plus en plus des tables de mixage comportant plusieurs sorties (à haut niveau et à basse impédance) qui permettent alors d'attaquer, chacune, un ou plusieurs amplificateurs de puissance.

Il existe également des amplificateurs spéciaux de sonorisation dans lesquels est incorporé un préamplificateur à plusieurs entrées mélangeables. Chaque entrée (possédant son propre potentiomètre de volume) a la possibilité de changer

ADAPTATIONS

Transistors et circuits intégrés

Sources de modulation	Impédances d'entrées	Tensions admissibles d'entrées	Impédances de sorties	Tensions de sorties
Microphones				
Électro-dynamique			Standard : 200 ohms	Bas niveau : de qq. mV à qq. dizaines de mV.
Électret			200 ohms ou 15 kilohms	Bas niveau : de qq. mV à qq. dizaines de mV.
Platines tourne-disques				
Cellule magnétique stéréo			47 kilohms	Bas niveau : qq. mV.
Cellule piézo-électrique			Entre 100 kilohms et 500 kilohms	Haut niveau : qq. centaines de mV.
Tuner AM et FM				
			Qq. dizaines d'ohms	Haut niveau : qq. centaines de mV.
Magnétophones				
Bande 6,25	Enregistrement Micro entre 2 kilohms et 50 kilohms	Enregistrement Bas niveau : entre 1 mV. et 40 mV	Lecture Bande 6,25 : entre qq. dizaines d'ohms et qq. centaines d'ohms	Lecture Haut niveau : entre qq. centaines de mV. et 2 V.
	Haut niveau entre 10 kilohms et 50 kilohms	Haut niveau : entre 200 mV et 2 V		
Mini K7 Hi-Fi	Micro entre 2 kilohms et 50 kilohms	Bas niveau : entre 2 mV et 30 mV	Mini K7 HiFi : qq. centaines d'ohms (souvent qq. milliers d'ohms)	Haut niveau : qq. centaines de mV.
	Haut niveau entre 10 kilohms et 50 kilohms	Haut niveau : entre 200 mV et 1 V		
Pré-amplificateurs				
Micro	entre 2 kilohms et 50 kilohms	Bas niveau : entre 1 mV et 40 mV	Entre qq. dizaines d'ohms et qq. centaines d'ohms (Impédance la plus basse possible)	Haut niveau : entre 500 mV. et 2 V.
	47 kilohms	Bas niveau : entre 1 mV et 10 mV		
PU magnétique	500 kilohms	Haut niveau : qq. centaines de mV.		
	entre 10 kilohms et 50 kilohms	Haut niveau : entre 200 mV et 2 V.		
Tuner	entre 10 kilohms et 50 kilohms	Haut niveau : entre 200 mV et 2 V.		
	entre 10 kilohms et 50 kilohms	Haut niveau : entre 200 mV et 2 V.		
Magnétophone	entre 10 kilohms et 50 kilohms	Haut niveau : entre 200 mV et 2 V.		
	entre 10 kilohms et 50 kilohms	Haut niveau : entre 200 mV et 2 V.		
Auxiliaire	entre 10 kilohms et 50 kilohms	Haut niveau : entre 200 mV et 2 V.		
	entre 10 kilohms et 50 kilohms	Haut niveau : entre 200 mV et 2 V.		
Amplificateurs				
	entre 10 kilohms et 100 kilohms	Haut niveau : entre 200 mV et 3 V.	Entre 4 ohms et 8 ohms	Tension nominale

d'adaptation à l'aide d'un petit circuit imprimé interchangeable spécialement destiné à recevoir soit un microphone, soit un tourne-disque, soit un magnétophone.

2. LES ADAPTATIONS DE SORTIES

Elles sont également de deux sortes. Elles doivent s'adapter en impédance mais au contraire des adaptations d'entrées, l'adaptation doit être réalisée rigoureusement, impédance pour impédance : l'impédance de sortie de l'amplificateur de puissance doit être la même que l'impédance d'entrée de l'enceinte acoustique (ou du haut-parleur).

Deuxièmement, il faut veiller à ce que la puissance admissible par l'enceinte acoustique soit égale ou supérieure à la puissance maximale délivrée par l'amplificateur.

Mais cela ne suffit pas. En règle générale une enceinte acoustique est toujours plus ou moins éloignée de son amplificateur. En fonction de cette distance, de l'impédance d'adaptation et de la puissance nécessaire, la grosseur du câble de liaison va varier. D'autre part, dans le cas de sonorisation importante, non seulement les longueurs de lignes haut-parleurs sont grandes, mais on doit pouvoir brancher plusieurs diffuseurs sonores sur un même amplificateur de

SONDER L'UNIVERS

(suite des pages 23-25)

du trajet aller-retour. Connaissant la vitesse de la lumière on en déduit la distance exacte d'un point de la Terre à un point de la Lune.

Utilisant le même principe : la mesure du temps d'aller-retour, l'astronomie radar a sur la télémétrie laser, l'énorme avantage de se passer de réflecteur. Elle a permis en 1965 grâce au grand radiotélescope de 300 mètres de diamètre installé à Arecibo (Porto Rico) de mesurer précisément la rotation de Vénus. La planète tourne en 243 jours alors que l'atmosphère toute entière tourne en sens inverse en 4 jours. Cette double rotation a longtemps alimenté de nombreuses confusions et polémiques chez les astronomes. L'astronomie radar est venue clore le débat. Elle vient surtout de permettre la réalisation d'une véritable photo de la surface vénusienne, laquelle est impossible à observer. Son relief a longtemps constitué une grande inconnue, car des nuages dissimulent son sol en permanence. On le découvre aujourd'hui grâce aux mesures radar réalisées depuis la Terre et des cartographies très détaillées ont pu être établies. On arrive à discerner sur Vénus des détails de moins de 20 mètres !

Trois radiotélescopes américains sont actuellement équipés pour fonctionner comme radars planétaires. L'antenne de 36 mètres de Haystack (Massachusetts), celle de 64 mètres de Goldstone (Californie) et surtout le paraboloïde de 300 mètres installé dans une dépression naturelle du sol à Arecibo. Ce dernier instrument a été couplé récemment avec un radar auxiliaire de 30 mètres de diamètre, qui a permis des mesures interférométriques.

Tous les instruments que nous venons de passer en revue font partie de la panoplie classique des observatoires les mieux équipés. Ils ont surtout pour but de tirer le meilleur parti des images données par les grands miroirs actuels. Mais la qualité de l'observation pourrait être poussée beaucoup plus loin, si le miroir était déjà lui-même beaucoup plus grand. Or les 6 mètres de l'instrument russe, constituent un record pratiquement impossible à dépasser : le poids du miroir devient tel qu'il entraîne des flexions que la meilleure armature ne peut corriger. La difficulté a été tournée en multipliant le nombre des miroirs ce qui permet d'avoir une très grande surface utile sans avoir les contraintes insurmontables d'un réflecteur unique. Le multimiroir de l'Observatoire du Mont Hopkins dans l'Arizona est le meilleur exemple de cette nouvelle formule. En construction depuis juillet 1976, à 2 500 m d'altitude, il est célèbre non pour ses performances techniques bien qu'elles soient comparables à celles des meilleurs outils actuels, mais par le concept

nouveau de sa réalisation. Celle-ci permet d'abaisser le coût de fabrication, car c'est à la fois un télescope économique et puissant : il remplace, dans un plus faible volume, un télescope de 4,50 m de diamètre. Ceci au moyen d'une astuce originale : à la place d'un seul miroir, ce sont 6 miroirs de 1,80 m de diamètre qui sont montés sur un bâti commun. Ces 6 miroirs envoient leur image en un foyer unique, grâce à un système de contrôle à laser qui maintient les positions relatives de chaque miroir au 1/10 de micron près. Un petit télescope axial de 75 cm de diamètre sert à viser et à contrôler, au 1/10 de micron près, la position de l'ensemble. Le bâti est fixé sur une monture altazimutale.

Dans ce dispositif, l'électronique joue un rôle fondamental car tous les contrôles se font à partir de l'information « laser », par des ordinateurs. Cet ensemble « bâti et monture » est très trapu. Il est contenu dans un bâtiment coupoles à très large ouverture, groupant les laboratoires et les différents ordinateurs. Le tout constituant une sorte de maison pivotant sur un rail circulaire. Ce qui cause quelques problèmes pratiques lorsqu'il s'agit de l'écoulement des eaux usées ou de maintenir une isolation thermique.

Le télescope doit en effet se trouver à la température de l'air extérieur, alors que les laboratoires abritant les techniciens et l'électronique doivent être à 20°. Cette isolation thermique est indispensable pour éviter les remous dans l'atmosphère locale. Elle est réalisée grâce à un plancher spécial fait de serpentins réfrigérants. Le miroir du Mont Hopkins est le premier télescope de ce type construit dans le monde, il ne restera sûrement pas le seul, car le caractère économique de sa construction permettra de donner aux astronomes cette « denrée rare » qu'ils recherchent : le « temps de télescope »... Les temps demandés sur les grands instruments sont aujourd'hui 3 à 5 fois supérieurs aux temps d'observation qu'ils peuvent réellement fournir.

Un procédé tout à fait similaire est utilisé en radio-astronomie où il n'est plus possible de construire un immense réflecteur pour les mêmes contraintes mécaniques.

L'idée d'utiliser un grand réseau constitué de plusieurs petits radio-télescopes est née en Angleterre, à l'observatoire de Cambridge en 1960. A cette époque, le projet était promu par le professeur Ryle qui construisit le premier télescope à super-synthèse d'ouverture, à Cambridge. Ce système était pourvu de 2 puis 3 radio-télescopes de 25 m de diamètre, déplaçables sur un rail de 1 puis 5 miles de long. Cette réalisation fut surpassée par le réseau de Westerbork, en Hollande, avec 12 radiotélescopes.

L'aboutissement actuel est le projet géant américain du VLA (Very Large Array). Dirigé par le NRAO (National Radio Astronomy

Observatory), cette batterie de radiotélescopes est en cours de construction dans le désert du Nouveau Mexique, exactement dans les plaines de San Augustin.

La région possédant le quadruple avantage d'être une surface plane, en altitude, sans parasites radio et un prix de vente du m^2 de terrain très bas. En effet, l'espace requis est de taille, l'installation comprenant 27 radiotélescopes de 27 m de diamètre se déplaçant sur trois branches de rails en forme de Y, ayant chacune 20 km de long !

Les 27 radio-télescopes sont reliés chacun à un ordinateur local. L'ensemble des 27 ordinateurs locaux sont reliés à un ordinateur central qui combine toutes les informations qui lui sont transmises.

Le montage du 27^e radio-télescope vient de s'achever. Le VLA devrait être un système opérationnel en 1981. Ce sera le plus grand radio-télescope du monde. Un exemple de reconstitution d'image radio fine est donnée aujourd'hui par la radio-photo de Messier 51 prise par le radiotélescope à super-synthèse d'ouverture de Westerbork. Elle atteint une qualité d'image comparable à celle prise par les télescopes optiques.

Pour étudier les rayons X : fusées-sondes, ballons et grilles métalliques

Les ondes radio, comme nous l'avons vu, ne constituent qu'une partie du spectre des rayonnements électromagnétiques, en l'occurrence la partie des basses fréquences. Mais, de l'autre côté du visible, il existe un autre domaine tout aussi vaste : celui des hautes fréquences, qui commence avec les ultra-violets et se termine avec les rayons cosmiques ; entre les deux, une tranche bien connue, celle des rayons X. Ceux-ci ne peuvent être observés sur la Terre car, heureusement pour notre santé, ils sont absorbés par l'atmosphère. Leur étude nécessite donc l'utilisation de fusées-sondes, de ballons ou de satellites et c'est par conséquent une science toute jeune. Mais même dans l'espace, un problème se pose car les rayonnements X sont très pénétrants ; ils ne peuvent pas être focalisés avec une lentille de verre, et ils traversent les miroirs habituels de télescopes.

Pour détecter ces rayonnements, il faut donc faire appel à une technologie particulière et tout à fait nouvelle. On se base sur le fait qu'un rayon X, envoyé sous un angle rasant sur une surface métallique, est quand même réfléchi. On découpe, dans des miroirs paraboliques très creux, métallisés, des couronnes circulaires. Quatre systèmes de double couronnes ayant l'apparence de cônes peu profonds sont nichés les uns dans les autres. Ils focalisent les rayons X en un même point de l'instrument. Il faut alors détecter cette image X, puis l'analyser ; pour cela on utilise un système croisé de grilles constituées de fils métalliques très fins et parallèles.

Ces deux grilles, mises dans une chambre à gaz, sont soumises à une différence de potentiel. Lorsqu'un rayon X tombe au voisinage d'un croisement de fil, il déclenche dans le gaz une petite étincelle entre les deux fils les plus proches. Un dispositif électronique détecte alors les fils touchés et donne la position (x, y) ainsi que le temps t d'arrivée du rayon X, que l'on traite alors par les méthodes d'optimisation des clichés.

Les images ainsi obtenues sont aussi fines que celles réalisées par les meilleurs télescopes optiques.

Les satellites astronomiques de ce type ont découvert environ 300 sources X dans l'univers. Les origines des rayonnements X sont diverses. Ils sont parfois dus à une émission thermique de gaz très chauds provenant de l'explosion d'une nova — ou par des vents stellaires à haute température émis par certaines étoiles. Les rayons X sont aussi détectés dans de présumés trous noirs qui seraient des étoiles en hypercontraction s'effondrant sur elles-mêmes jusqu'à ce que leur masse se réduise à un minuscule volume. Bien entendu, tout ce qui se trouve à proximité de telles étoiles est infailliblement attiré. Si un disque de gaz en rotation rapide est proche de ce trou noir, il sera précipité dans son sein avec une vitesse et un échauffement qui lui vaudront d'émettre des rayons X.

Ainsi, grâce à l'astronomie X, un candidat au titre de trou noir a pu être identifié dans la constellation du Scorpion (Scorpio XII). HEAO et son super-télescope vont permettre d'améliorer encore nos connaissances sur les astres qui émettent des rayons X ; on saura peut-être bientôt le secret de ces fantastiques mais hypothétiques gouffres de matière. Et surtout, après avoir fait pendant des siècles l'étude du ciel dans le domaine du visible, puis pendant des années dans le domaine des ondes radio, on passe de l'autre côté du spectre, vers les hautes fréquences. La radio a fait progresser nos connaissances de l'univers d'une manière considérable, apportant à l'optique un complément qui paraît aujourd'hui indispensable. L'étude des astres sur les très courtes longueurs d'onde des rayons X permettra de compléter les données actuelles, et constituera pour l'astronomie une étape aussi importante que l'invention de la lunette ou la mise en service des radio-télescopes. Ajoutons qu'il reste encore des fréquences peu explorées : celles des rayons γ , ou l'essentiel reste à faire.

Cependant, l'astronomie entre aujourd'hui dans une nouvelle phase, capable de mettre en question les grandes hypothèses cosmologiques. Mais les méthodes classiques ne sont pas abandonnées, loin de là. De plus en plus d'amateurs passent leurs nuits l'œil fixé à l'oculaire de leur télescope : plus que jamais, l'astronomie apporte un message de rêve et d'infini.

**Renaud de La TAILLE
et Martine CASTELLO**

L'OCCIDENT DISPARAÎT-IL FAUTE DE NAISSANCES ?

Voilà plusieurs années qu'un certain nombre d'hommes politiques, de sociologues et de moralistes dénoncent la baisse de la natalité en France ; on les appelle les « natalistes ». Les chiffres qu'ils invoquent semblent alarmants ; selon eux, en effet, depuis 1960, où nous n'atteignions déjà même pas le taux de 1,6 naissance par couple, alors que la barre de remplacement des générations se situe à 2,1, nous sommes tombés à 0,9. Ce n'est pas que nous nous dépeuplions, ni, comme l'a dit un peu poétiquement un homme politique célèbre, nous soyons menacés de construire plus de cercueils que de berceaux, mais enfin, nous ne sommes pas dans une expansion démographique suffisante.

Voilà autant d'années que bien d'autres spécialistes répondent calmement : « Et alors ? C'est la même chose partout : les Allemands de l'Ouest sont tombés à 0,7, ceux de l'Est, au-dessous encore, les Scandinaves n'en sont pas loin. » Ailleurs, les Etats-Unis frisent le 0,8, de même que l'U.R.S.S. et ses satellites. Même la Chine tombe...

Pierre Chaunu, professeur à la Sorbonne, trouve que les petites discussions ça et là n'ont guère réellement informé le public ; aussi a-t-il publié un livre remarquable par la somme d'informations qu'il apporte sous une forme claire et agréable, **Un futur sans futur** *. Tout en recommandant d'emblée sa lecture à toute personne qui s'intéresse, fût-ce de loin à la question, tant le livre est bien écrit, nous y distinguons deux parties de valeur inégale ; la première est historique, la seconde, contemporaine. La première retrace de façon magistrale les rapports entre densité de population, histoire et culture. Certes, c'est fortement, très fortement orienté en faveur de la fécondité ; certes, on y trouve de temps à autre des jugements singuliers (le « cancer de l'unification politique », par exemple, p. 64), mais tout cela est sous-tendu par une documentation historique, médicale et philosophique très brillante.

La deuxième partie ne se fonde certes pas sur des faits moins solides ; l'ennui est que le parti-pris y devient un peu excessif ; dire que MM. McNamara et Rockefeller, tenants de la croissance zé-

ro, « sont de bons témoins du malthusianisme maniaque, qui a contribué à détruire nos équilibres et à saper les racines de notre prospérité », c'est un peu fort de café. Dire également que ce sont les esprits superficiels qui invoqueraient la densité de population comme frein à la natalité, c'est aller vite. M. Chaunu n'en démord pas : procrérer ou la mort. C'est là que le bât blesse (le lecteur). M. Chaunu ne s'est pas vraiment donné la peine, du moins en crée-t-il l'impression, de s'être penché sur les thèses de ses adversaires.

Imaginons, par exemple, que la France compte, selon ses désirs, les 20 millions d'habitants en plus qui lui manquent. Que compterions-nous actuellement comme chômeurs ? On ose à peine y penser : pas loin de 300 000 chômeurs ou demandeurs d'emploi en plus. Les troubles sociaux ? Pas évoqués. Les homélies, philippiques et polémiques de l'auteur contre le contrôle des naissances ne tiennent pas lieu de raisonnement économique et social.

Dans un autre livre récent, **L'économique et le vivant** **, fort savante spéculature sur les lois organiques de l'économie, **René Passet** rappelle que « toute activité économique met en œuvre de l'énergie ». Étant donné qu'actuellement la France produit 1/1 000 de l'énergie mondiale et qu'elle en consomme plus de 3 %, il est indiscutable que si notre population était de 70 millions, nous consommerions certes plus encore d'énergie, près de 4 % de l'éner-

gie mondiale. Cela augmenterait donc notre note énergétique. Mais l'on pourrait se consoler en se disant que, si le surplus de main-d'œuvre représenté par une population supérieure de 20 millions à la population actuelle était absorbé par le marché du travail, notre puissance de production deviendrait redoutable. Toutefois, ce ne pourrait pas être le cas, car l'heure de travail française, aussi bien qu'occidentale, étant environ cinq fois plus chère que celle de l'Extrême-Orient, nous aurions bien de la difficulté à écouler des stocks grandissants de produits industriels. Avec une population de 72 millions, nous ne pourrions être compétitifs que si nous réduisions les salaires et les avantages sociaux, pour nous mettre au niveau des nouveaux producteurs de ce que l'on appelait autrefois le Tiers Monde ; reste à savoir si tel est le désir de la population française, entre autres.

Orienter ce surplus de population vers le secteur primaire, c'est-à-dire vers le retour à la terre ? C'est peu rationnel, étant donné que la mécanisation de l'agriculture réduit sans cesse le pourcentage de population nécessaire à un pays. Aux Etats-Unis, par exemple, il suffit de 3 % d'agriculteurs pour assurer à ce pays une position dominante dans le marché agricole mondial.

« Ne se maintient que ce qui se transforme », dit encore **René Passet** dans « *L'économique et le vivant* », qui rappelle par ailleurs que l'homme est un convertisseur énergétique très médiocre. Baser un appel à la natalité sur des

considérations de puissance industrielle et économique, c'est faire appel à une notion dépassée. La notion de capital humain, explique-t-il, est devenue illusoire. En dernier recours, elle aboutit exactement au contraire du respect des valeurs humanistes défendues par M. Chaunu : à un asservissement de la notion d'individu à celle de l'Etat.

Rappelons pour finir que les prévisions démographiques sont épineuses. N'était-ce pas Pierre Chaunu qui, en 1976, annonçait pour la France un taux de naissance de 1,4 par femme ? Eh bien, il est actuellement supérieur à 1,8 ! Voilà donc deux livres qui feront de bonnes lectures d'été, ces lectures qui préparent à mieux comprendre les rentrées...

GÉRALD MESSADIÉ

- * Calmann-Lévy, 315 p., 59 F, 68 F franco
- ** Traces-Payot, 287 p., 90 F, 102 F franco

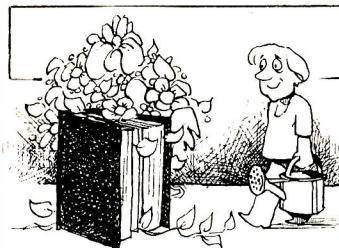
ANDRÉ DANZIN

Science et renaissance de l'Europe

Chotard, 216 p., 60 F, 69 F franco

L'auteur est le président du Comité Européen de Recherche et de Développement, pour le compte de la Commission des Communautés Européennes, cet ouvrage se veut un avertissement grave aux Européens : si l'on ne décide d'intervenir actuellement dans les domaines scientifique et technique, si l'on ne procède pas, dès aujourd'hui, à une relance importante de l'ensemble des activités scientifiques et techniques, l'Europe prend dès aujourd'hui une décision capitale sur son avenir et se donne rendez-vous avec des situations tragiques en matière de dépendance économique, de chômage et de tension sociale.

L'auteur estime en effet que la situation de l'Europe actuelle est des plus curieuses : ce continent où est née la recherche scientifique moderne, laisse maintenant le soin à ses concurrents d'y mener l'offensive avec des moyens plus puissants et plus d'intelligence. L'Europe a inventé l'Université, mais ne sait plus en faire un bon usage. L'Europe a inventé l'industrie. Elle ne sait pas coordonner ses efforts pour offrir un marché unifié de l'innovation, ni des techniques de pointe réellement avancées. L'Europe, enfin, a été le berceau du monde artificiel qui nous entoure. Mais elle hésite à



ALBUMS

Rapaces, carnassiers, reptiles, c'est toute la gent crochue et griffue à la défense de laquelle part Freddy Descamps, en principe du moins. Car on s'aperçoit que cet ouvrage, adapté de l'anglais, a cédé un peu trop à un certain humanitarisme émotif et qu'il n'est pas de la plus grande rigueur. On est un peu surpris d'y trouver des dauphins, des baleines, des cachalots, des caméléons... Faut-il donc considérer tout animal comme un prédateur ? Certes oui, mais dans ce cas, le livre eût mieux fait de s'intituler « Pitié pour les animaux ». Le texte est un peu à ras de terre, parsemé d'intertitres du genre « La morsure : on la voit venir » ou « Rien n'est parfait en ce bas monde » ! Reste à se rabattre sur les photos en prédateur visuel, bien sûr !

Patrice Boussel : *Histoire de la médecine et de la chirurgie*

La Porte Verte, 279 p., 395 F, 415 F franco

Il existe déjà beaucoup d'ouvrages sur ce sujet ; en comparaison, celui-ci ne démerite pas. Tout d'abord, l'auteur maîtrise son sujet, il en parle sans pédantisme, à la différence de certains historiens qui masquent le manque d'idées sous l'abondance de références et sous une terminologie abstruse. Puis, il replace la médecine dans une perspective que nous perdons souvent, celle d'une recherche tâtonnante, d'un art et non d'une science. Il raconte par exemple très bien, et en anatomiste averti, pourquoi la découverte de la circulation du sang ne se fit qu'au XVII^e siècle. Peut-être que le chapitre sur le psychisme dans la médecine moderne eût mérité un peu mieux que deux pages, fussent-elles de la dimension d'un album, et peut-être que Freud est dû être « dessiné » d'une plume plus incisive. N'empêche, voilà du bon travail. L'illustration, constituée exclusivement de documents anciens, est abondante et bien choisie. Peut-être aussi sera-t-il avisé, dans une prochaine édition de cet ouvrage, de commenter certaines planches anatomiques qui trahissent les ignorances d'autrefois. Pour un lecteur contemporain, et profane, il est en effet bien difficile de juger les erreurs des médecins du passé quand ils expliquaient le fonctionnement et la structure des organes.

G. M.

Peter Brent : *La saga des Vikings*

Tallandier, 264 p., 99 F, 115 F franco

Cette vaste somme historique de l'aventure des pirates nordiques qui, du VIII^e au X^e siècle pillèrent et guerroyèrent, fondèrent et défirent des royaumes, régnèrent sur les mers et découvrirent même l'Amérique, est contée avec compétence, clarté et qualité littéraire. L'illustration, enrichie de cartes, seconde bien le texte. Autre bonne lecture de vacances, bien que le caractère luxueux de l'ouvrage interdise de le laisser traîner sur le sable...

Michael Tweedie : *Le monde des dinosaures*

Tallandier, 144 p., 97 F, 114 F franco

La vie secrète des bêtes de la Préhistoire

Hachette, 52 p., 32 F, 44 F franco

Ce sont là deux ouvrages de vulgarisation, le premier destiné à un public déjà familiarisé, le second, plus adapté à un public scolaire. Leur intérêt essentiel réside dans l'illustration et dans les reconstitutions de ces animaux fantastiques aux noms hérités qui peuplèrent autrefois la Terre. Bien évidemment, il a été difficile d'éviter l'allure de nomenclature. Mais enfin, voilà deux très bons ouvrages d'initiation à la paléontologie.

Freddy Descamps : *Pitié pour les prédateurs*

Elsevier-Nature, 158 p., 85 F, 101 F franco

suivre les courants ascendants qui accompagnent l'avènement du règne des machines, de telle sorte qu'elle se voit contestée dans des positions de supériorité qu'elle avait acquise dans la division internationale du travail.

Pour éviter l'appauvrissement prévisible de l'Europe dans son état actuel, l'auteur ne voit qu'une solution : « mettre le paquet » sur son effort d'innovation à la fois sur le plan qualitatif et quantitatif. Cette démarche doit être accompagnée d'un encouragement à la mobilité des hommes entre les centres de recherche, la création de moyens de financement de l'innovation par le biais, par exemple d'une « Banque Européenne pour l'Innovation ». Il est également nécessaire d'encourager la création et le développement d'entreprises multinationales à racines européennes, et enfin il conviendrait de mettre en place une politique de normalisation qui tienne compte des facteurs d'identité propres à l'Europe.

Ce n'est qu'à ce prix que pourrait se produire, selon R. Danzin, une II^e Renaissance de l'Europe.

J. R. G.

LIONEL SALEM

La molécule merveilleuse

Inter-Edition, 104 p., 42 F, 50 F
franco

« Prenez une goutte d'eau. Mesurez sa longueur, divisez celle-ci par mille, puis encore par mille et par cent, et vous obtiendrez la longueur de la molécule Eau. Il faut environ un million de milliards de ces molécules Eau pour former la goutte, comme il faut une multitude de briques pour bâtir une maison. La molécule Eau ressemble à une pêche à laquelle on aurait accroché deux abricots. La pêche au centre est l'atome Oxygène. Les deux petits abricots sur les bords, sont deux atomes Hydrogène. »

Ainsi commence le premier chapitre de cet excellent petit ouvrage de vulgarisation, écrit par un chimiste, directeur de recherche au CNRS, Lionel Salem. Il passe d'abord en revue les molécules les plus courantes parmi celles qui interviennent dans la vie de tous les jours (eau, aspirine, nylon, savon, etc.). Ce tour d'horizon fait, l'auteur s'intéresse ensuite aux conformations orbitales des électrons autour des atomes formant les molécules, montrant comment les configurations orbitales peuvent, sous cer-

taines conditions, se lier ou se délier, ce qui permet d'introduire les concepts de réactivité et de stabilité des molécules.

Le grand intérêt de cet ouvrage réside dans la réussite en matière de vulgarisation et de démythification du langage scientifique. Pour l'auteur, la logique du savant est aussi simple que celle des enfants. Et le prétendu « langage scientifique » interdit en fait au grand public d'avoir accès aux travaux des savants et à la connaissance moderne du monde. Serait-il au fond fait pour cela ? Bien souvent, en effet, les savants ne veulent pas communiquer leur savoir, ou ne le communiquer qu'à leurs pairs. C'est pour rompre avec ces habitudes que Lionel Salem a écrit cet ouvrage. Nous lui attribuerions volontiers le prix de la vulgarisation : pas le moindre terme scientifique, rien que des équivalents du langage parlé. Et c'est scientifique, et c'est clair !

J. R. GERMAIN

A. VILLIERS ET R. JEANNEL

Initiation à l'entomologie

Boubée - Tome 1, 324 p., 120 F,
132 F franco. Tome 2, 128 p.,
48 F, 57 F franco. Les deux
280 F franco

La période des vacances va permettre à chacun de reprendre contact avec la nature. Voici deux séries d'ouvrages qui devraient répondre à la curiosité des amateurs de sciences naturelles, tout en développant leur goût pour la recherche et la classification, qui sont à la base de la méthodologie scientifique.

Les deux premiers volumes édités par Elsevier, traitent du monde minéral. Grâce à une riche illustration photographique en couleur, le promeneur pourra identifier et reconnaître les principaux minéraux et fossiles que l'on peut rencontrer dans nos régions. Chacun d'entre eux fait l'objet d'une fiche technique détaillée. Une instruction, écrite dans un langage accessible à tous, permet de connaître l'origine et l'histoire de chaque famille de minéraux ou fossiles. On peut seulement regretter qu'ils ne soient pas accompagnés de cartes de localisation des gisements dans notre pays. Ceux qui ne sont pas intéressés

par le monde minéral peuvent se tourner vers les deux excellents ouvrages synthétiques des éditions Boubée. Ils permettent de se repérer dans le vaste monde des insectes qui comprend plus d'un million d'espèces, représentant un peu plus des deux tiers des animaux du globe alors que les vertébrés (espèce à laquelle nous appartenons) n'en forment même pas le quinzième ! Et le nombre des espèces est encore bien peu de choses si on le compare au nombre des individus. Un seul nid de guêpes peut compter jusqu'à 80 000 individus, c'est-à-dire beaucoup plus qu'il n'existe d'éléphants en Afrique. On a calculé qu'un seul couple de certaines mouches peut donner naissance en une seule saison à un nombre de descendants représenté par un chiffre suivi de 60 zéros ! Heureusement pour la survie de notre espèce, la mortalité est énorme : un grand nombre d'œufs, de jeunes et d'adultes sont détruits par les prédateurs, les parasites, les intempéries et les insecticides.

On rencontre des insectes sur toute la surface du globe (à l'exception peut-être du cœur des régions polaires), dans tous les milieux (mer, eaux douces, continents, sources chaudes, etc.). Les agriculteurs savent bien que les insectes peuvent entrer en compétition avec l'homme en dévorant les récoltes. Les insectes s'attaquent quelquefois directement à l'homme en transmettant de graves maladies (le paludisme par exemple). D'autres sont utiles ; comme le bombyx ou la cochenille. Enfin, dans certaines régions du Tiers Monde, certaines larves sont consommées par les populations. Et nous ne parlons pas de leur rôle indispensable aux divers maillons des chaînes écologiques.

C'est pour répondre à ces questions passionnantes, montrer les différentes classes d'insectes, en expliquer l'anatomie et la physiologie que ces deux ouvrages ont été écrits ; afin de donner une systématique fort utile à l'amateur ou plus simplement au promeneur. Le deuxième volume est plus particulièrement consacré à l'analyse du peuplement de la terre par les insectes, depuis leur apparition au Silurien, il y a plus de 400 millions d'années. Il vient très utilement compléter le premier.

J. R. GERMAIN

● *Les ouvrages dont nous rendons compte sont également en vente à la Librairie Science et Vie. Utilisez le bon de commande p. 147.*

CINEMA

SON STÉRÉOPHONIQUE ET Système d'éclairage pour la Polavision

En même temps que le nouveau film en couleur SX 70, le docteur Land a présenté un système de son stéréophonique expérimental pour la Polavision, son procédé de cinéma instantané. Le nouveau système de son stéréophonique pourra être utilisé avec les récepteurs Polavision actuels sans modification. Notre objectif, a dit le Dr Land, a été de produire un système sonore pouvant devenir partie intégrante du récepteur Polavision par simple branchement, et sans autre équipement complémentaire.

Le Dr Land a décrit et fait la démonstration du nouveau système sonore Polavision, qui comprend une caméra similaire à la caméra existante mais sonore, un microphone stéréophonique hautement directionnel pouvant être monté soit sur la caméra, soit sur un pied indépendant, et des haut-parleurs stéréophoniques compacts.

La technique adoptée est originale. En effet, la cassette des films sonores est identique à la cassette Polavision standard, sauf qu'elle contient une bande magnétique de la même largeur et de la même longueur que le film lui-même, enroulée entre les spires de celui-ci.

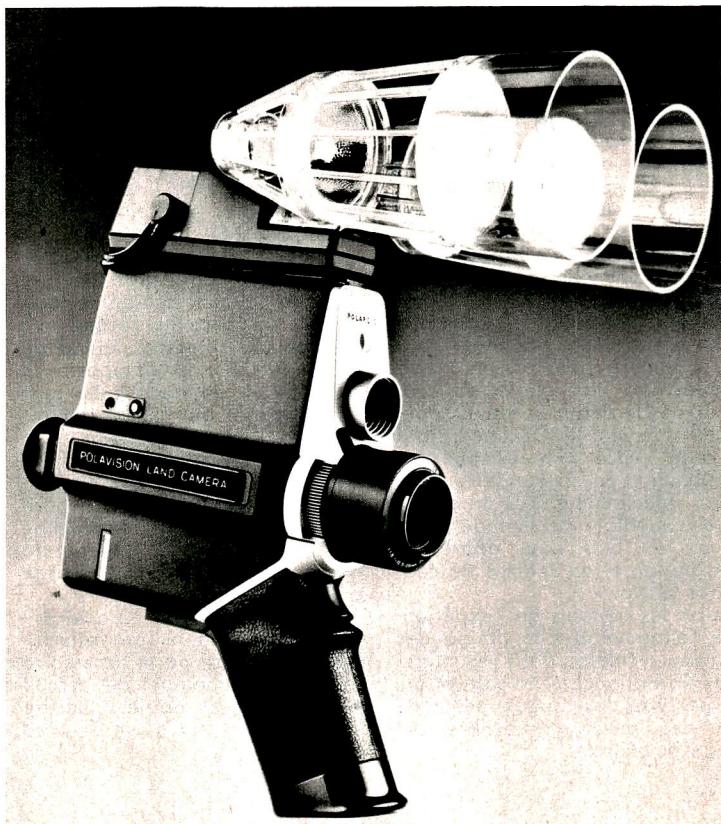
En phase d'enregistrement, comme en phase de lecture, la bande magnétique se déplace devant une tête magnétique, à la même vitesse que le film.

Ceci signifie que la bande magnétique se déplace 50 % plus vite qu'une bande magnétique normale, et comme elle est trois fois plus large que la piste sonore des films 8 mm existants, le son est d'une extraordinaire fidélité.

« La précision et la rigueur avec laquelle le son est reconstitué par la machine, la parfaite synchronisation obtenue par le double enroulement de la bande magnétique et du film, ainsi que la très large surface de la bande magnétique, donnent un ensemble de qualités qui rend toute différence pratiquement impossible entre la performance originale et son enregistrement » a commenté le Dr Land.

Au moment où était annoncé ce système sonore Polavision, dont la date de commercialisation n'était pas fixée, la firme Polaroid lançait sur le marché un système d'éclairage pour le même procédé. Sous le nom de Twi-light, il s'agit d'une torche de 400 g qui se fixe directement au-dessus de la caméra Polavision. Elle permet de filmer en intérieur jusqu'à 3 m. La

torche Twi-light utilise deux lampes aux halogènes d'une température de couleur spécialement étalonnée pour le film Polavision. Le filtre type 85 qui, dans la caméra, permet de filmer en lumière du jour, s'escamote automatiquement hors du champ de l'obturateur quand on fixe la torche sur la caméra. Cette torche est équipée de réflecteurs à sélectivité spectra-



le qui réfléchissent l'énergie lumineuse visible et dissipent les radiations infrarouge émises par les lampes. Ainsi peut-on obtenir un maximum d'intensité lumineuse pour l'éclairage de la scène à filmer, sans pour autant incommoder l'acteur par une chaleur excessive. Le prix de cette torche est d'environ 380 F.

PHOTO

APRÈS KODAK POLAROID ANNONCE UN NOUVEAU FILM INSTANTANÉ

Nous avons vu, le mois dernier que Kodak a commercialisé aux Etats-Unis un nouveau film de photo instantanée type PR 10 permettant d'obtenir une image dans un temps réduit de moitié et améliorant le rendu des couleurs. A l'occasion de l'Assemblée Générale 1979 des actionnaires de Polaroid à Needham Mass, le 24 avril, le Dr Land, président du conseil d'administration et Directeur de la recherche, utilisant un appareil SX-70 Sonar, a présenté une photo faite avec un nouveau film SX-70 sous les yeux des 3 500 actionnaires qui étaient présents. La nouvelle émulsion rend l'image visible presque immédiatement après éjection automatique hors de l'appareil. Durant la démonstration du Dr Land, les couleurs, fidèles à l'original, ont commencé à monter à l'unisson, devenant, seconde après seconde, de plus en plus denses jusqu'au développement complet de la photo qui n'a pas pris plus d'une minute. « Ce film nous montre la photographie instantanée sous un jour entièrement nouveau. Pour la première fois, on peut voir apparaître une photo en couleur dès le début du développement » a dit le Dr Land. Il a ajouté : « Ce film ne met pas seulement en évidence le concept spectaculaire de la visibilité immédiate de l'image, mais aussi un plus haut degré de résolution et un spectre de couleurs élargi ».

Selon les témoins de l'expérience, le nouveau film donne des couleurs fidèles dans les nuances, la brillance et la saturation. Il possède des rouges, des verts et des bleus particulièrement purs et distincts.

PHOTO

NOUVEAU 24 x 36 GRAND PUBLIC

Deux nouveaux appareils 24 x 36 ont été réalisés par la firme japonaise Ricoh : un reflex, le KR5, et un modèle compact à objectif fixe, le FF1.

Le Ricoh KR 5 est disponible depuis quelques semaines au prix



d'environ 1 165 F avec objectif 2,2/55 mm, destiné à une large couche d'amateurs. Malgré son prix modéré, c'est un appareil aux possibilités étendues puisqu'il reçoit des objectifs interchangeables (à baïonnette K) et qu'une cellule incorporée permet un réglage semi-automatique de l'exposition.

Deux aiguilles dans le viseur permettent, lorsqu'elles viennent en coïncidence, d'obtenir une exposition exacte. Les sensibilités utilisables s'échelonnent de 12 à 3 200 ASA.

Le Ricoh KR5 est équipé d'un obturateur métallique Copal dont les rideaux défilent le long de la largeur du format. La gamme des vitesses s'étend de 1/8 à 1/500 s et comporte la pose B (en un temps). La synchronisation au flash électrique se fait au 1/60 s.

La visée reflex est à lentille de Fresnel et comprend au centre un triple dispositif de mise au point : stigmomètre incliné à 45° entouré d'un anneau de microprismes et d'une plage dépolie.

Parmi les autres caractéristiques, mentionnons un retardateur, une griffe porte-accessoire et un interrupteur de circuit électrique. Le boîtier mesure environ 14 x 9 x 5 cm et pèse 540 g nu.

Le second appareil, le Ricoh FF1 ne sera disponible que ce mois-ci. C'est un compact automatique de 225 g, mesurant environ 11 x 6 x 3 cm. Il est équipé d'un Rikénon 2,8/35 mm à 4 lentilles se mettant au point depuis 0,90 m.

L'obturateur électrique est réglé par une cellule CdS de 1/500 à 2 s. L'automatisme est débrayé lors de l'utilisation d'un flash. La synchronisation se fait au 1/60 s.

Le viseur est du type collimaté avec diode électroluminescente signalant les expositions plus longues que 1/60 s.

Les autres caractéristiques de cet appareil sont les suivantes : sensibilité de 25 à 400 ASA, objectif escamotable durant le transport et contrôle de piles par diode lumineuse.

► Grâce à l'objectif Isco Super 8-Cinegon 1,3/10 mm et à l'optique additionnelle Iscorama du fabricant allemand Isco, il est maintenant possible de tourner des films panoramiques avec une caméra Super 8. L'image projetée gagne ainsi 50 % en largeur et se trouve dans un rapport hauteur/ largeur de 1 : 2.

MAGNÉTOSCOPE EN BANDOULIÈRE, CAMÉRA AU POING ...

A l'occasion de la Foire de Paris, Continental Edison a présenté son premier combiné portable vidéo-magnétoscope-caméra. Le magnétoscope portable VK 2934 — une poignée escamotable facilite le transport — est de type VHS-standard Secam (deux têtes rotatives avec azimutage incliné et balayage hélicoïdal).

Bien que plus petit, il possède la même autonomie que les magnétoscope de salon : plus de trois heures avec une cassette C 2180. Muni de sa batterie interne et raccordé à une caméra vidéo, il dispose d'une heure d'enregistrement en extérieur, trois heures avec le renfort d'une batterie de voiture, par exemple, en reliant l'appareil à l'allume-cigare. Doté d'un compteur avec mémoire permettant le repérage et la recherche de l'enregistrement ainsi que de voyants LED de contrôle (charge de la batterie, humidité, conditions d'emploi), il ne pèse que 3 kg chargé. Ce magnétoscope portable ne comporte en effet que les fonctions nécessaires à l'enregistrement et à la lecture. Prix : 7 500 F.

Pour l'enregistrement des programmes télévisés proprement dits, le VK 2934 doit être relié à un tuner, le DP 2910, et à

La caméra couleur KC 2923 (3,6 kg) est équipée d'un zoom F2 de 17 mm et macrophoto à diaphragme asservi débrayable. Un viseur électronique avec tube noir et blanc de 38 mm permet de revoir immédiatement ce qui vient d'être filmé. Caractéristiques techniques : caméra monotube vidicon 1 pouce avec réseau de filtres incorporés, puissance 12 W, sensibilité minimale 100 lux à F2 - maxi-

male 2000 lux, résolution horizontale 300 points — verticale 400 points, rapport signal/bruit > 40 dB en luminance, > 30 dB en chrominance, réglage de la température de couleur par filtre de conversion 6 500 °K-3 200 °K pour utilisation intérieure et extérieure, sortie vidéo codée IV crête à crête sur 75 ohms, micro à électrets incorporé et possibilité d'entrée micro extérieur, sortie audio 20 dB sur 200 ohms. Prix : 6 900 F.

PHOTO

VERS LA FIN DES OBJECTIFS A VIS

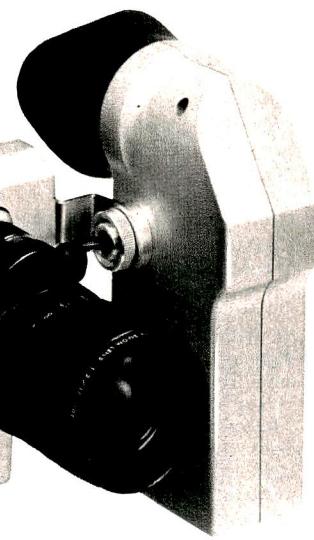
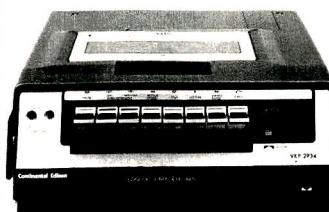
Lors de la dernière Photokina en septembre 1978 il est apparu que plusieurs firmes (notamment Cosina, Chinon, Ricoh) avaient emboîté le pas au Japonais Asahi Pentax qui, en réalisant ses appareils K, se préparait à abandonner les objectifs à vis au pas de 42 mm au profit d'une baïonnette dite de type K. A la même époque, Praktica qui avait toujours produit des boîtiers à vis 42 mm, annonçait aussi un reflex, le B 200, à baïonnette (différente du type K).

Ainsi, petit à petit, la plupart des fabricants ont abandonné, en totalité ou en partie les appareils équipés de montures à pas de vis au profit de celles à baïonnette, le plus souvent du type K conçu par Pentax. Le dernier Ricoh, le KR-5 est équipé de cette baïonnette K.

Topcon, à son tour a réalisé un boîtier avec baïonnette K, le RM-300. Ce reflex, conçu pour fonctionner avec un moteur, possède un obturateur électrique 1/1 000 s.

Actuellement, parmi les grands fabricants, seul Fuji reste encore fidèle à la monture à vis 42 mm. Mais des informations récentes montrent qu'un boîtier à baïonnette serait en cours de réalisation.

Cette évolution a été imposée par des considérations techniques. Un objectif d'appareil reflex doit aujourd'hui comporter des dispositifs accessoires de couplage au posemètre : came de programmation de la grande ouverture, commande de diaphragme notamment. Ceux-ci sont plus simples à réaliser avec les objectifs à baïonnette qui ne sont pas soumis à rotation sur la platine du boîtier.



... PRÊT A FILMER ET A VISIONNER

un adaptateur sur secteur AS 2934. Il peut ainsi être prérglé sur douze chaînes différentes.

L'horlogerie minuterie à affichage digital incorporée met en route l'enregistreur selon un horaire programmable à l'avance et couvrant une période de huit jours. Prix : 2 300 F.

TROIS MINIFORMATS MOTORISÉS

A la Photokina de 1978 Agfa-Gevaert avait présenté le premier appareil 110 (miniformat 13 x 17 mm sur film en chargeur) équipé d'un moteur électrique d'entraînement, l'Agfamatic Motor 901 E. La firme allemande vient d'ajouter deux modèles plus simples à cet appareil, les Agfamatic 901 et 901 S.

Les trois modèles mesurent environ 13 x 5 x 3 cm. Ils ont des caractéristiques communes : déclencheur très doux du type Agfa-Sensor, entraînement par moteur alimenté par 2 piles de 1,5 V, objectif 6,3/25 mm à 3 lentilles, prise pour flash type Topflash ou Flipflash, viseur à cadre lumineux et correction de parallaxe.



Agfamatic 901 S



Agfamatic 901

Les 901 S et 901 E sont en outre équipés d'un système permettant de prendre une vue par seconde. Le modèle 901 possède le 1/50 et le 1/125 s ; le 901 S se règle par symboles de 1/50 s à 1:6,3 au 1/125 s à 1:16. Le 901 E, enfin, est utilisable de 1/50 à 1/200 s et de 1:6,3 à 1:20.

UN COMPRESSEUR DE DISCOURS



Jusqu'ici, une heure d'enregistrement au magnétophone demandait une heure d'écoute à la lecture. Or, bien souvent, cela représente un temps perdu important. Ainsi, une interview de deux heures peut fort bien ne contenir que quelques dizaines de minutes utiles. Dans un tel cas, il serait précieux de pouvoir accélérer le débit de parole tout en gardant le même registre à la voix afin que l'écoute reste intelligible. Or la parole se pratique généralement à un rythme, lent pour l'esprit, de 120 à 180 mots par minute. La plupart des individus peuvent écouter un rythme deux fois plus rapide, parfois même trois fois plus rapide.

C'est dans ce contexte que General Electric a conçu un système à cassette, le VSC (de variable speech control) qui permet de faire varier la vitesse de lecture d'une bande sans déformer la voix, sans en modifier le registre. Il est ainsi possible d'écouter et de comprendre deux fois plus vite.

Les premiers magnétophones utilisant ce principe sont le VSC Original et le TCS (time compression system) de General Electric (importés par ACITEL, 51, rue Edouard-Vaillant, 93100 Montreuil).

Le VSC Original permet une accélération de 0,6 à 2,5. Il mesure 27 x 17 x 7 cm et pèse 1 800 g. Livré avec un micro à télécommande, il coûte 2 055 F hors taxe. Le TCS assure des accélérations de 0,8 à 2. Il comporte une commande de correction du registre de la voix.

A peine plus gros que le VSC, il est vendu 1 940 F hors taxe. Les deux modèles ont un micro incorporé.

Les applications de ce type de matériel sont variées : enseignement, laboratoire de langues, secrétariat (pour relire 2 fois plus vite un courrier, une conférence, les débats d'une réunion, etc.). Il permet aussi d'écouter plus rapidement les messages enregistrés sur un répondeur téléphonique.

L'appareil peut aussi être employé au ralenti, par exemple pour noter en continu des commandes ou un inventaire, ou encore déchiffrer les propos d'une réunion tenue en langue étrangère. Il est enfin possible de réaliser des cassettes pré-compressées, ce qui permet cette fois d'économiser de la bande.

SON

RADIO-RÉVEIL A CRISTAUX LIQUIDES ET A QUARTZ

Voici un nouveau modèle de radio-réveil très compact (23 x 13 x 6 cm), le Brandt RHK 701. Il réunit pratiquement trois appareils :

- Une horloge à affichage permanent par cristaux liquides (LCD), pilotée par un quartz assurant une précision supérieure à 7,5 secondes par mois. Cette horloge est programmée pour assurer le réveil par une émission radio, le réveil par la lecture d'une cassette pré-enregistrée, l'heure de départ d'un enregistrement programmé (lorsqu'on est absent).

L'horloge fonctionne sur pile et est donc insensible aux coupures de courant.

- Un récepteur radiophonique



petites ondes, grandes ondes et modulation de fréquence dont la réception est assurée par un cadre ferrite incorporé en AM (PO ou GO) ou par antenne télescopique orientable en FM.

- Un lecteur enregistreur à micro incorporé muni des fonctions : pause, avance et retour rapides verrouillables, enregistrement et lecture, éjection, exploration rapide de la cassette en lecture, compteur 3 chiffres avec remise à zéro et arrêt automatique en fin de bande.

Un système « veille » est assuré par l'utilisation combinée de la radio et du défilement de la cassette (15, 30, 45 ou 60 minutes).

ELECTRONIQUE

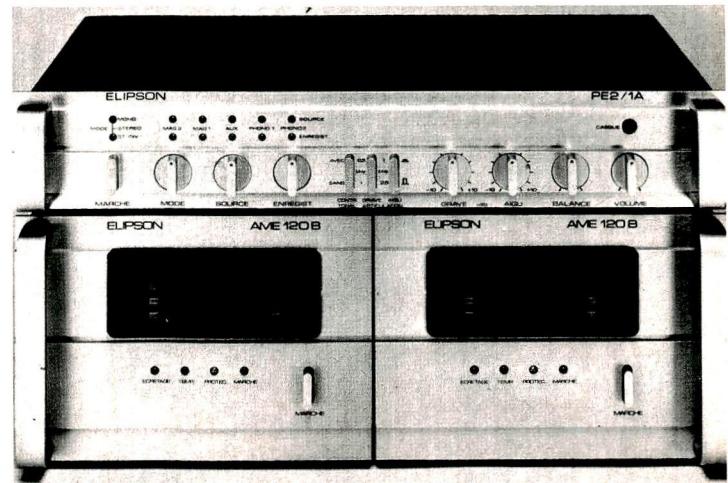
CALCULATRICE MUSICALE

La nouvelle Casio Melody 80 additionne, soustrait, divise, multiplie, donne la date et l'heure, chronomètre et sonne l'heure

des rendez-vous programmés à l'avance. Mais plus originale pour une calculatrice — même si l'utilité est discutable — elle fait aussi de la musique. Trois airs différents de 10 à 20 secondes peuvent être programmés pour remplacer les sonneries d'alarme habituelles. En effet, chaque touche chiffrée correspond également à une note de la gamme. Exemples : les touches 1, 2, 3, 4, 5, sont aussi do, ré, mi, fa, sol. Caractéristiques techniques : affichage par 8 chiffres à cristaux liquides, virgule flottante, touche de pourcentage et extraction de racines avec accès direct à la mémoire, dimensions 7,9 H x 114 L x 56,5 l mm, poids 60 g. Prix : 415 F.

SON

STÉRÉOPHONIE PAR DEUX AMPLIFICATEURS JUMELÉS



Le constructeur d'enceintes acoustiques Elipson, élargissant ses fabrications, a mis sur le marché un ensemble haute fidélité stéréophonique constitué d'un préamplificateur PE 2-1A et d'un amplificateur AME 120 B. Le préamplificateur, de type modulaire, possède des performances élevées, avec des rapports signal/bruit de 70 à 90 dB selon les entrées, des distorsions toujours inférieures à 0,02 %, des corrections de tonalité de ± 10 dB et une bande passante de 3 à 250 000 Hz. Il possède toutes les entrées et sorties souhaitables sur un tel matériel. L'amplificateur AME 120 B délivre une puissance efficace de 125 W sous 8 ohms. A 100 W,

CINEMA

CAMÉRA SUPER 8 SOUS-MARINE

Réalisée par Eumig, la Nautica, première caméra super 8 sous-marine, a été présentée voilà quelques semaines à Chicago. Cette caméra, qui est un peu au cinéma sous-marin ce que le Nikonas est à la photo sous-marine, est construite pour filmer à 30 mètres de fond. Son boîtier étanche est équipé d'un zoom 1:1,9 de 9-30 mm et du système Eumig Servo-focus de mise au point automatique (réglage sur l'hyperfocale pour toutes les focales).

Le prix de la Nautica, aux Etats-Unis, est de 470 dollars.

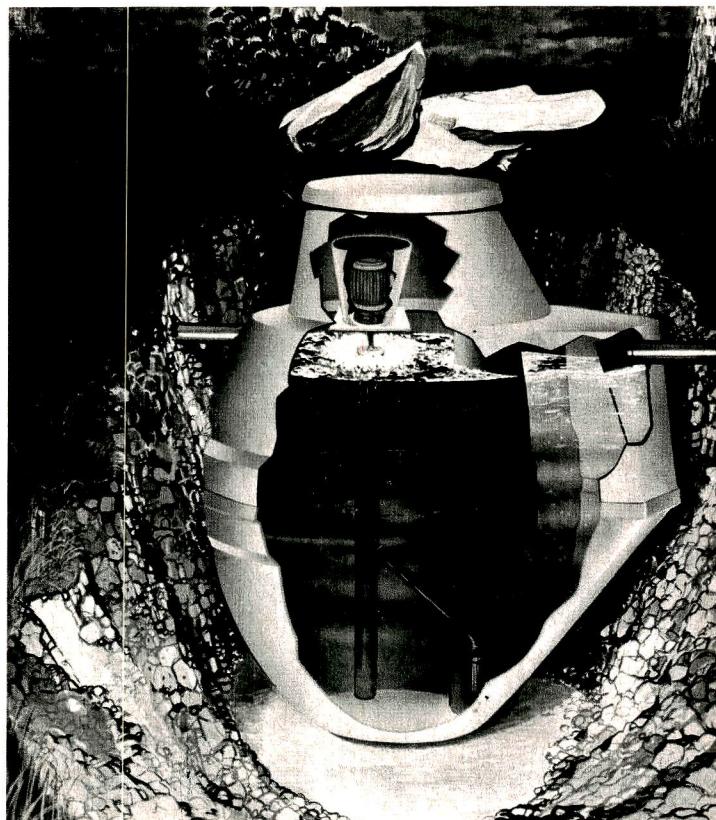
la distorsion harmonique totale à 1 000 Hz ne dépasse pas 0,025 % ; elle est au plus égale à 0,1 % de 20 à 20 000 Hz à cette même puissance de 100 W.

A la puissance nominale, la courbe de réponse est de 10 à 70 000 Hz à -3 dB et le rapport signal/bruit de -96 dB (ou -106 dB pondéré A).

La stéréophonie est obtenue par deux canaux absolument autonomes dès lors que l'appareil en fait, est constitué de deux amplificateurs monophoniques reliés mécaniquement. Comme le pré-amplificateur, l'amplificateur 120 B est de type modulaire afin de faciliter la maintenance. L'ensemble constitue une chaîne de haute qualité.

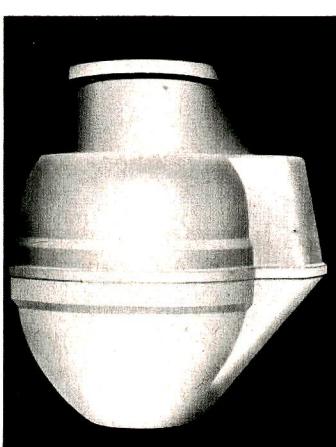
UNE MACHINE POUR ÉPURER LES EAUX SALES

Le débit journalier des eaux usées est estimé à 40-80 litres par habitant (1/3 d'eaux vannes (WC) et 2/3 d'eaux ménagères). Aussi l'assainissement individuel, c'est-à-dire « la dépollution à la source » est souvent préférable au traitement collectif autant pour des raisons techniques (concentration de la pollution) qu'économiques (coût des réseaux). XM₃ (commercialisé par SOAF, centre de la Fresnaie St-Luce-sur-Loire 44470 Carquefou) est une micro-station de dépollution des eaux usées domestiques pour 3 à 8 usagers permanents seulement.



Elle fonctionne suivant le principe des boues activées (aération prolongée). C'est la reproduction à l'échelle familiale des stations d'épuration communales. Elle comporte :

- **une cellule d'activation** où se développe une flore bactérienne qui se nourrit de la pollution organique et la minéralise (boues activées) grâce à un apport d'oxygène, généralement par turbine. Elle a un volume de 1 200 litres, ce qui permet un temps de séjour de l'effluent d'environ 48 heures.
- **une cellule de décantation** qui sépare l'effluent épuré des boues activées. Elle a un volume de 360 litres, calculé pour



permettre une décantation parfaite même pendant les pointes de débit. Néanmoins, un bac de rétention supplémentaire ajoute à la sécurité tout en améliorant le rendement épuratoire.

Ce rendement, estimé à 90 % contre 40 % pour les fosses septiques, permet un rejet direct des effluents épurés en milieu naturel (fossé, rivière, etc.) après un passage dans un filtre à sable pour l'élimination des germes. C'est donc un dispositif particulièrement adapté aux sols imperméables argileux (environ 20 % du territoire français) ou trop perméables (qui entraîneraient une pollution des nappes souterraines). La micro-station, assurant une dépollution poussée des effluents, évite en tous cas le colmatage et donc la réfection du système d'évacuation dans le sol.

Le XM₃ se présente sous la forme d'un module en polyester armé de fibres de verre, haut de 1,88 m, long de 1,63 m, large de 1,37 m. Un tiers seulement est apparent, le reste (la cellule de traitement) est enterré. Le coût d'installation (6 000 à 8 000 F) est sensiblement le même que celui d'une installation d'une fosse septique traditionnelle (4 500 à 7 000 F), si l'on tient compte d'un temps de pose nettement inférieur et du dispositif simplifié d'évacuation.

ISOLATION

DES NORMES POUR LES MATERIAUX D'ISOLATION

Sans attendre la création de normes et de réglementation officielles, Isover lance l'opération « Résistance thermique » (R).

Ce fabricant français de matériaux d'isolation a en effet décidé de caractériser ses produits en exprimant leur capacité de résister aux fuites de chaleur. Il est le premier à proposer une gamme « R ». Depuis avril dernier, tous les produits Isover ont ces indications : R = 1,75 ou R = 3. Plus la résistance thermique est forte et plus le produit est isolant. On sait, en effet, qu'une paroi est constituée de différents éléments. Un mur, par exemple, c'est un enduit ciment, des briques creuses, des panneaux de laine de verre, une contrecloison et un

enduit intérieur. Chaque élément contribue à la résistance thermique globale qu'oppose cette structure au passage de la chaleur. Aux USA, ces normes existent déjà officiellement.

METROLOGIE

UN PIED A COULISSE A AFFICHAGE NUMÉRIQUE

Afin d'éviter les erreurs de lecture et d'interprétation trop fréquentes, les instruments de mesure simples sont désormais équipés à leur tour d'un affichage électronique digital. Le pied à coulisse n'y a pas échappé. Le Digital-Cal, que lance en France la firme suisse Tesa, est le premier pied à coulisse à affichage électronique numérique.

C'est un instrument totalement autonome, sans câble, qui groupe dans son corps aussi bien le système de mesure et d'affichage que l'alimentation (par piles rechargeables). Ce pied à coulisse indique par des chiffres lumineux (LED), la valeur de mesure complète avec deux décimales (mm, 1/10°, 1/100° de mm).

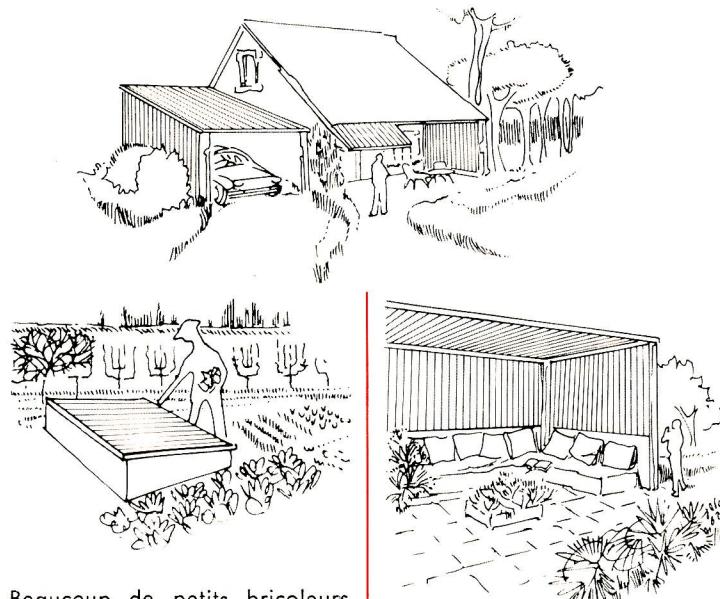
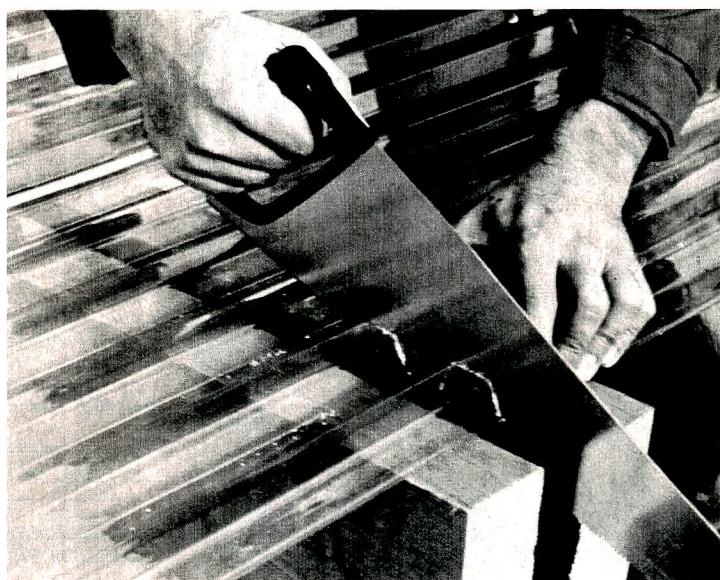
Les valeurs affichées peuvent être mémorisées : l'opérateur amène les becs de mesure en contact avec l'objet à mesurer, actionne la touche de mémorisation et retire ensuite l'instrument de sa position de mesure. La valeur mesurée est maintenue et peut être lue aisément. En pressant la touche une seconde fois, la nouvelle valeur correspondant à l'écartement des becs, apparaît.

Il est possible de mettre l'affichage à zéro dans n'importe quelle position du coulisseau, ce qui facilite les mesures par comparaison avec l'affichage des écarts positifs ou négatifs, ou bien des mesures à partir d'une référence différente de la position zéro des becs. Une crémaillère trempée à denture rectifiée sert de référence à la mesure.

Les possibilités d'utilisation sont identiques à celles du pied à coulisse conventionnel : mesures extérieures, intérieures de profondeurs et de distances. Prix : 1 700 F, en vente chez Synergie mesure (29, av. Ph.-Auguste, 75540 Paris Cedex 11).

BRICOLAGE

DES PLAQUES PVC A LA PORTÉE DE TOUS



Beaucoup de petits bricoleurs vont pouvoir utiliser des plaques ondulées de PVC pour résoudre leurs problèmes de protection. Les plaques Ondex en chlorure de polyvinyle non plastifié — disponibles dans les mois à venir dans les centres de bricolage, bâti-centers et quelques grands magasins spécialisés — sont en effet résistantes aux agents atmosphériques (neige, pluie) et à la plupart des agents chimiques et corrosifs (air marin...), insensi-

bles aux moisissures, mousses, rongeurs, termites. Par ailleurs, elles carbonisent sans flammes et sans formation de gouttelettes incandescentes. Chaque plaque sera vendue avec une notice d'emploi détaillée et les accessoires de fixation (tire-fond, cavaliers, rondelles d'étanchéité). La longueur standard de chaque plaque est de 2 mètres, avec trois possibilités de profil. Prix : 95 F TTC.



Elffers J. et Schuyt M.

JEUX DE FICELLE

Cent tours et cent figures

Un bout de ficelle, cela se trouve n'importe où. Au temps des jeux simples, tout le monde en jouait. Ces jeux de ficelle venus du fond des âges, nous les avons oubliés. Il est temps, pour la satisfaction de l'esprit et le plaisir des mains, de les redécouvrir.

Introduction. La ficelle. Les premiers pas sont toujours difficiles. Et voici la première figure. Tissez sur un métier vivant. Figures pour plusieurs joueurs. Les petites modifications. Et le jeu continue. Nos collaborateurs. Bibliographie.

208 p., 21 x 23, 757 photos, 46 dessins, 3 gravures, 1979, 49,00 F (franco 61,00 F)

Buchi A.

LE CONSTRUCTEUR

Initiation pratique à la technique des différents corps de métier du bâtiment

Avant-propos. Généralités. Le matériel de chantier. Les matériaux, leur emploi et leur résistance. Arpentage. Terrassement. Murs de soutènement. Travaux divers de maçonnerie. Enduits. Crépis. Jointoyages. Carrelages. Dallages. Chapes en ciment. Terrasses et plafonds. Béton armé, mi-armé, non armé. Ventilation. Etanchéité. Revêtement acoustique. Eclairage. Charpenterie. Charpentes métalliques. Rivetage. La toiture des bâtiments et les gouttières. Escaliers en fer. Outilage. Trempe des aciers. Menuiserie. Construction métallique d'intérieur. Les installations électriques. Peinture. Dessins. Plans. Calculs préalables.

518 p., 15 x 21,5, relié, 570 figures, 35 tableaux, 80,00 F (franco 93,00 F)

Belot V. R.

GUIDE DES PETITS TRAINS touristiques en France

Du petit train du jardin d'Acclimatation, à Paris, à la ligne de Villefranche dans les Pyrénées-Orientales, en passant par le train folklorique de Rosheim dans le Bas-Rhin, les nostalgiques du temps de la vapeur, découvrirent plus de 60 lignes en exploitation et une vingtaine de musées et collections qui méritent votre visite. Vous trouverez aussi dans ce guide, un historique, une liste des associations et des clubs d'amateurs de petits trains, les échelles du modélisme ferroviaire, une liste des associations de modélisme ferroviaire et une bibliographie.

221 p., 11 x 21, 43 photos, 46 dessins ou tracés, 1979, 40,00 F (franco 49,00 F)

Serebriakoff V. et Dr Langer S.

CALCULEZ LE QUOTIENT INTELLECTUEL DE VOTRE ENFANT

Avertissement. Science et intelligence. La mesure de l'intelligence. Mode d'emploi du test. Début du test. Solutions et résultats. Les tests d'intelligence et leurs adversaires. Les surdoués. La déficience mentale. Intelligence et société.

155 p., 15 x 22, 1979, 45,00 F (franco 54,00 F)

Heidman J.

AU-DELA DE NOTRE VOIE LACTÉE

Un étrange univers

Notre galaxie et ses cent milliards d'étoiles. Les galaxies, population de l'univers. Les spectres précieux messagers. L'expansion de l'univers et le big-bang. La Relativité Générale d'Einstein ou la gravitation par la courbure de l'espace. Les espaces courbes, des mondes étonnantes. Les modèles d'univers ou les scénarios possibles. L'espace-temps, un compact des où et des quand. Les horizons cosmologiques, limites de l'univers. Le passé de l'univers, de la pureté primitive. Le futur de l'univers, quel destin nous attend. Les décalages spectraux anormaux, nouveaux points d'interrogation. Les quasars, aux confins de l'espace. Le télescope spatial, un nouveau bond dans la connaissance. Les trous noirs et leurs fantastiques propriétés. Les extra-terrestres. Epilogue.

201 p., 14 x 21, 134 illustrations, 1979, 44,00 F (franco 53,00 F)

Meusy J.-J.

LE MONDE SOUS-MARIN ET SON IMAGE Photo et cinéma subaquatiques

Un peu d'histoire. Les principes. Rappel des règles élémentaires de la photographie. Les films en prise de vue subaquatique. Comment régler la mise

**UNE BIBLIOGRAPHIE
INDISPENSABLE**

**NOTRE
CATALOGUE
GENERAL**

16^e ÉDITION 1979

EN PRÉPARATION

QUANTITÉS	TITRES	MONTANTS
		TOTAL

NOM _____

ADRESSE _____

RÈGLEMENT JOINT: CCP CHÈQUE BANCAIRE MANDAT

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 + 6,50 F**

Horaire 15 juin - 15 septembre : du mardi au samedi de 10 h 30 à 19 h. Fermé le lundi.

au point dans l'eau. Prises de vues en lumière naturelle, en éclairage artificiel, en lumière mixte. **La pratique.** Votre première plongée-photo (ou cinéma). Que faire en eaux troubles. Comment photographier et filmer. En eau douce. **Pleins feux sur le matériel.** Construisez vous-même votre boîtier étanche. Prenez soin de votre matériel. Documentation technique. Noms et adresses des fabricants et importateurs de matériel. Bibliographie.

136 p., 21 x 26, cartonné, 124 photos dont 44 en couleurs,
88 dessins, 1979, 75,00 F (franco 88,00 F)

Horst M.

L'ÉLECTRONIQUE APPLIQUÉE AU CINÉMA ET A LA PHOTO

Introduction. Prise de vue. Projection. Equipements électroniques pour le laboratoire photo. Nomenclature des composants. *Ce livre décrit tous les montages électroniques utilisés, ou utilisables dans la photographie. L'auteur a su allier d'une manière efficace, la pratique et la théorie. Les montages proposés sont en général très simples et peuvent être réalisés par les amateurs.*

157 p., 12 x 16,5, 26 photos, 75 schémas ou dessins,
5 tableaux, 1979, 27,00 F (franco 34,00 F)

Gregoire J. A.

VIVRE SANS PÉTROLE

Vers une autre civilisation. Introduction. L'automobile pour tous. La crise du pétrole. La crise de l'énergie. Comment je voyais en 1974 la voiture du futur. Comment je vois en 1979 la voiture du futur. Les carburants de remplacement. L'énergie en 2050. Les transports en 2050. Conclusion.

Ce livre prophétique, visionnaire, fulgurant, devrait secouer la trompeuse euphorie dans laquelle nous vivons.

217 p., 14 x 20, 1979, 38.00 F (franco 47.00 F)

Maghami, P

CULTURE ET CUEILLETTE DES PLANTES MÉDICINALES

Avant-propos. Le marché des plantes médicinales. L'aspect législatif. L'organisation du producteur. Les modes de culture. Les plantes cultivées (56 plantes). Exploitation des espèces sauvages (57 plantes). Annexes. Index des plantes citées.

224 p., 17 x 22, 121 dessins, 1979, 75,00 F (franco 85,00 F)

Drexler H.

PILOTER EN RADIOPRÉCÉDÉ

Quel modèle choisir. Outilage et accessoires nécessaires. Préparatifs avant la construction. L'assemblage. Moteur, hélice et réservoir. Le train d'atterrissement. L'entoilage. La finition. La télécommande. Ensemble des commandes (disposition et effet). Fonctions particulières. Installation du dispositif de télécommande. Les différentes articulations des gouvernes. Tests sur le dispositif monté. Préparatifs avant le lancement. Essais en vol. Comment piloter un modèle radiocommandé. Les hélicoptères RC. Quelques conseils pour les réparations. Annexes (La propulsion électrique, Nouveau programme voltige E 3, A).

174 p., 15,5 x 24, très nombreux dessins, schémas et photos. 1979. 40,00 F (franco 49,00 F).



MAMMIFÈRES DU DÉSERT

(suite de la page 37)

l'une de ses chances. Et la situation est très grave.

Comment tenter de sauver ces animaux ?

Il serait nécessaire d'entreprendre sur ces espèces des études écologiques et écophysiologiques sérieuses et approfondies identiques à celles effectuées sur le dromadaire qui est, en fait, le mammifère du Sahara dont la biologie est la mieux connue. Ainsi, après avoir défini les caractéristiques écologiques fondamentales de chaque espèce, peut-être serait-il possible d'entrevoir leurs éventuelles implications économiques...

Avec l'aide des techniques de radiotélémétrie (radiotracking et biotélémétrie), il serait sans doute possible de suivre le comportement des ongulés sur de grandes distances. Par exemple, le radiotracking (ou télémétrie de localisation) permet, entre autres, de repérer et de suivre en continu les animaux dans leur milieu naturel et d'obtenir des données écologiques sûres.

Son principe : l'animal porte un émetteur miniaturisé alimenté par une pile qui produit un signal (onde radio ou ultra-son). L'onde radio, dans ce cas, est reçue à distance à l'aide d'un récepteur muni d'une antenne directionnelle. On peut, de cette manière, délimiter les parcours des animaux, leurs points d'alimentation, leurs lieux de repos, leurs territoires et leurs domaines vitaux. La biotélémétrie, technique complémentaire de la précédente permet, en outre, de recueillir à distance des informations d'ordre physiologique (températures, ECG,...) sur un animal en liberté.

Il serait également tout indiqué de tenter comme au néolithique, la domestication des ongulés sauvages (en particulier, des deux espèces en voie de disparition : l'Addax et l'Oryx algazelle) en élevant de jeunes individus dans des stations expérimentales et en les reproduisant. La création de réserves et de parcs naturels s'impose dans les pays du Maghreb et du Sahel dans le but de repeupler certaines régions encore propices.

Cette opération de sauvetage serait susceptible d'avoir, par la suite, des prolongements économiques.

Les ongulés sauvages représentent une quantité de protéines beaucoup plus importante que le bétail domestique. L'exploitation rationnelle de ces ressources vivantes, en vue de fournir de la viande de qualité à des populations mal nourries ne devrait pas rester seulement à l'état de projet, mais se réaliser. Ils rempliraient avantageusement les chèvres et les moutons qui, eux, contribuent de manière importante à la désertification par le pâturage. Et ainsi pourrait-on limiter cette « course au désert » dans laquelle l'homme semble s'être engagé.

Un retour aux sources en quelque sorte.

Claude GRENOT

Chargé de recherches au CNRS ■

LES SOLITONS

(suite de la page 57)

de James Joyce, où l'on voit des corbeaux croasser moqueusement le refrain : « Three more quarks for Mister Mark », « Trois quarks de plus pour Monsieur Mark ». Les quarks étaient en effet trois à l'origine ; depuis, à l'instar des mousquetaires, ils sont devenus quatre, et même cinq.

Le modèle des quarks a permis d'expliquer une bonne partie des faits expérimentaux concernant les hadrons. Pourtant, on n'est pas sûr que les quarks existent vraiment ! Ce paradoxe, unique en physique, tient au fait que l'on n'a jamais pu, dans aucune expérience, observer un quark à l'état libre. On n'observe que des états liés de quarks, des associations que l'on ne sait pas défaire, comme si l'on ne pouvait pas séparer les pièces d'un puzzle ! Dès que l'on brise une association, ce qui revient à « casser » un hadron, il s'en forme une autre (un autre hadron). La société des quarks interdit le célibat, tout en autorisant le divorce et même en favorisant les ménages à trois...

Cette situation troublante, l'un des points chauds de la physique des hadrons, est connue sous la désignation de « problème du confinement des quarks ». Grâce aux solitons, il sera peut-être possible de résoudre le casse-tête de ces particules qui existent sans exister.

Comment ? En fait, d'un manière assez indirecte. Comme on l'a observé précédemment, les solitons sont des objets qui ne relèvent pas de la méthode des perturbations. Or, il est probable que cette méthode soit inadéquate pour la physique des hadrons : en effet, l'interaction forte n'étant pas faible, comme l'aurait dit Monsieur de La Palice, la constante de couplage qui lui est associée est grande ; en termes imaginés, les « ressorts » qui lient les hadrons sont très rigides, et il n'est pas possible d'avoir de « petits mouvements », comme pour les autres interactions.

C'est pourquoi les théoriciens cherchent à trouver de nouvelles méthodes, radicalement différentes de celle des perturbations. C'est d'ailleurs une tendance qui ne se limite pas à la physique des particules, et concerne également d'autres domaines comme celui des *transitions de phase*, c'est-à-dire par exemple l'étude du passage solide-liquide. Les solitons se présentent comme un excellent outil d'exploration de ces nouvelles méthodes. En d'autres termes, ils peuvent servir à comprendre ce qui se passe lorsqu'on n'utilise plus les méthodes perturbatives, et par là, ouvrir la voie à une nouvelle démarche. Ainsi, l'une des curiosités mathématiques de la science du XIX^e siècle deviendrait l'une des clés de celle du XX^e.

Ce qui constitue un bel épilogue pour le roman des solitons.

Michel de PRACONTAL ■

informations commerciales

DELSEY AIRSTYLE - Collection 79 L'ATTACHE-CASE « DOUBLE SECURITE » de DELSEY



Cet attaché-case de standing est équipé de serrures à double sécurité : deux serrures de sûreté à clé et une serrure centrale à combiné numéroté.
Dimensions : 7,5 x 45 x 35 cm, 325 F ; 10 x 45 x 35 cm, 349 F ; 12 x 45 x 35 cm, 389 F.
Coloris : noir, marron et bronze 79.
Points de Vente : maroquineries et grands magasins.

HANIMEX

LEXICON LK 3000 : le premier mini-terminal d'ordinateur de poche pour la traduction des langues.

Le LK 3000, avec un module de base pré-programmé, permet de traduire simultanément six langues : l'anglais, le français, l'allemand, l'italien, l'espagnol, le grec. Par ailleurs, il sera possible, par l'utilisation de modules spécialisés, de s'exprimer en dix langues, dont deux particulièrement complexes, comme le japonais et le russe. Grâce à cet appareil, les hommes d'affaires, les touristes et tous ceux qui n'ont pas le « don des langues » pourront communiquer dans les pays étrangers.

Il suffit à l'utilisateur de composer un mot ou une phrase sur le clavier alphanumérique du LK 3000. L'ordinateur recherche aussitôt parmi les milliers de mots ou d'expressions contenus dans sa mémoire, celui qui correspond. La traduction défile alors dans le viseur en caractères électroluminescents très lisibles.

Le Lexicon sera en vente à la FNAC, dans les grands magasins et les magasins agréés, au prix public moyen de 1 300 F pour l'appareil équipé du module six langues.

HANIMEX FRANCE, rue Gay-Lussac S.I. B.P. 91. 95500 Gonesse. Tél. 985.96.33.

IDEALE POUR ITINÉRANTS

IGLOO
LA TENTE LA PLUS PRATIQUE

MONTAGE COMPLET EN 3 MINUTES

L'INÉGALABLE TENTE PNEUMATIQUE

LEGERE POUR ENCOMBRANTE HABITABILITE COMPLÈTE TENUE AU VENT RÉSISTANCE À LA CONSERVATION INNIMITÉE

(demandez la documentation au service 20) Ets BECKER, 94, route Nationale 10, 78310 COIGNIERS



MAURICE OGIER

Créateur de nouvelles Méthodes de Développement de la Personnalité Conseil en Perfectionnement Relations Humaines et expression orale

Sachez parler avec aisance ayez de bons contacts votre vie en sera transformée

Les Techniques de la Parole
à la portée de tous

Avec « Audace et Parole »

Vous vous exprimerez avec aisance, clairement ; les mots viendront facilement. Vous apprendrez les techniques de la parole à l'improvisé et les « trucs » des professionnels. Vous saurez convaincre. Cette nouvelle Méthode, très concrète, permettant à chacun de mettre en valeur ses capacités, remplie de conseils personnels, vous débloquera. Elle vous apprendra à développer sans cesse plus de confiance en vous, à maîtriser votre émotivité.

Avec « Contacts et Dialogue »

Vous apprendrez l'art des contacts faciles avec tous et toutes : à vous faire des amis. Vous assimilerez les techniques des négociations, de la conversation : comment la démarrer, l'entretenir, faire face à tout entretien difficile. Vous comprendrez mieux les réactions des autres et saurez comment vous rendre plus sympathique dans votre vie privée et professionnelle.

Avec « Maîtrise des Réunions »

Vous serez à l'aise dans toutes vos réunions : vous deviendrez un Président brillant, un participant écouté. Vous saurez comment intervenir au bon moment : comment faire passer vos idées : faire face aux contradicteurs et aux agressifs.

Votre Personnalité s'épanouira

Vous découvrirez les raisons de vos blocages, les moyens pratiques de les éliminer.

La parole ouvre la porte à la réussite : on vous écouterà parce que vous saurez mettre en valeur vos qualités. Votre autorité croîtra. Vos projets se réaliseront.

Votre Vie sera ce que vous la ferez

Quels que soient votre âge, votre situation sociale, votre instruction, en quelques semaines, tout peut changer pour vous :

- **soit à Paris** : Maurice Ogier vous entraînera et vous conseillera personnellement en petits stages amicaux.
- **partout ailleurs** : vous recevrez par poste, sous pli personnel, ses Méthodes d'Action et ses Conseils.

INSTITUT MAURICE OGIER
6, rue Jean-Mermoz - 94160 Saint-Mandé
Tél. Paris 328.89.19

BON POUR L'ENVOI gratuit DU LIVRE DE MAURICE OGIER « PARLER AVEC AISANCE »
sans engagement - sous pli fermé confidentiel - ses références et renseignements concernant ses Méthodes d'Action.

M. Prénom

Mme

Mlle

Profession Age Tél.

Adresse

LES AVIONS FOUS

(suite de la page 89)

et qu'il amplifiait même à chaque coup de manche à balai, induisant des réactions plus dangereuses que les phénomènes qu'il cherchait à réduire. Il lui restait alors à choisir la « solution du Petit Jésus », à lâcher toutes les commandes et à faire une prière pour que l'avion revienne tout seul en ligne de vol. Cela marchait parfois. On estime, avec des ordinateurs, plus rapides que les réflexes humains, pouvoir supprimer ce phénomène.

L'avion... instable : on peut aller plus loin en construisant des appareils qui soient naturellement instables (donc pratiquement pas pilotables) mais qui ont de gros avantages du point de vue aérodynamique (portance et manœuvrabilité accrues, voir S. et V., nov. 77).

Autre avantage : l'ordinateur peut optimiser le pilotage et soulager la tâche du pilote, lui permettant de se consacrer plus efficacement à sa mission militaire elle-même (repérage, attaque, etc.).

Une extension du pilotage par fil est le pilotage à distance, par radio. La NASA expérimente actuellement une maquette volante sans pilote dans le cadre du programme HIMAT (Highly Manœuvrable Aircraft Technology ou technologie d'un avion à grande manœuvrabilité, voir S. et V., sept. 78). Il s'agit en fait de la préfiguration d'un chasseur futur utilisant les techniques les plus modernes, en particulier les matériaux composites que nous avons évoqués pour l'avion à flèche inverse. Cet appareil devrait pouvoir évoluer sous des facteurs de charge très élevés (des accélérations de plus de 8 g), nécessité qui est apparue pendant la guerre du Vietnam pour éviter les missiles et combattre efficacement les chasseurs ennemis. En soi l'expérience est très intéressante, qui consiste à étudier une maquette volante et non un prototype avec pilote à bord mais surtout, dans la logique du pilotage à distance, elle permet d'imaginer des avions de combat sans pilote, pouvant donc manœuvrer sous des facteurs de charge qu'aucun être humain ne pourrait encaisser, même revêtu de la meilleure combinaison anti-g. Piloté depuis le sol ou d'un avion d'escorte (qui pourrait être un super-bombardier disposant d'une véritable flottille de protection), plus ou moins éloigné, il représenterait peut-être le véritable avion de combat de l'an 2000.

Enfin, surtout, ce que vous ne verrez pas (ni personne d'ailleurs) ce sont ces fameux matériaux qui se tissent en silence, dont les performances ne font encore rêver que les chercheurs. Ainsi l'avion-dauphin, à la peau souple, adaptable aux filets d'air et dont, déjà, on étudie le projet.

François PAVY ■

EFFET JOSEPHSON

(suite de la page 94)

ne peut pas se permettre d'ignorer une technologie nouvelle. Mais il est toujours très difficile pour une technologie nouvelle de supplanter une technologie installée. Dans 10 ans, on sera fixé. »

Pour le moment, IBM fait d'ailleurs cavalier seul, du moins en ce qui concerne les perspectives de développement industriel. Les laboratoires Bell font quelques recherches, mais beaucoup moins importantes. Et en France ? « L'effort français se fait principalement au L.E.T.I. (5), à Grenoble », explique Libchaber. « C'est une activité de veille, qui inclut toutes les applications de l'effet Josephson. En ce qui concerne l'informatique, on refait surtout les expériences d'IBM, mais avec une technologie des jonctions différente. Ce qui est regrettable, c'est que la recherche dans le domaine de la supraconductivité, qui était très vivante il y a une dizaine d'années, se soit atténuée : la recherche appliquée n'a pas pris le relais de la recherche théorique. »

L'avenir des ordinateurs à effet Josephson dépend aussi du type d'informatique qui se développera : dans une organisation décentralisée, avec de nombreuses unités légères, une technologie de « géants » ne se justifierait pas. On retrouve la même opposition qui existe, dans le secteur de l'énergie, entre les systèmes centralisateurs utilisant de grosses unités de production telles que les surgénérateurs, et les systèmes plus « écologiques » d'énergie disséminée.

Une chose est sûre : c'est que l'ordinateur à supraconducteurs représente une sorte d'optimum. On ne pourra guère aller plus loin dans la tendance « small is beautiful », ni dans celle des très grandes vitesses, puisqu'on se heurte à la barrière physique de la vitesse de la lumière. Mais faudra-t-il atteindre cette limite pour découvrir que le plus perfectionné de tous les ordinateurs, le cerveau humain, n'est ni très petit, ni très rapide ? Le réflexe de retirer sa main du feu dure un bon dixième de seconde. On est loin des vertiges électroniques évoqués plus haut. Et pourtant, nous n'avons pas encore fabriqué un Einstein artificiel, même avec des circuits Josephson... La nature a encore quelques petits secrets qui nous restent à découvrir.

Michel de PRACONTAL ■

(1) Voir *Science et Vie*, n° 739, p. 65.

(2) Voir *Science et Vie*, n° 741, p. 116.

(3) En 1964, Gordon Moore, alors directeur de recherches chez Fairchild — l'un des « grands » de l'électronique — avait remarqué cette tendance et prédit qu'elle se maintiendrait. Jusqu'à maintenant, les faits lui ont donné raison.

(4) Voir *Science et Vie*, n° 739, p. 66.

(5) Le L.E.T.I., ou Laboratoire d'Electronique et de Technologie Informatique, dépend du C.E.A.

si votre chemise bâille, c'est que vos muscles s'endorment réveillez-les !



Du sport ? Pas facile avec les contraintes de la vie moderne.

Un régime alors ? On ne peut pas toujours refuser les déjeuners d'affaires ni un apéritif de temps en temps...

D'accord, mais si vos muscles ne travaillent pas, ils perdent leur fermeté. Les tissus sous-cutanés se chargent de graisse et... vous verrez à votre chemise qu'il y a quelque chose de changé dans votre silhouette...

Essayez donc Slendertone

Slendertone est une méthode scientifique préconisée et utilisée par des centaines de kinésithérapeutes.



slendertone

29, Bd des Batignolles
Service 0.60
75008 Paris - Tél. 387.91.90.

01 BOURG-EN-BRESSE - Bernard Croyet-12, rue de la Liberté - **03 VICHY** - Ets Gille - 4, rue Sévigné - **06 NICE** - Locasante - 29, rue Pastorelli - **11 CARCASSONNE** - Sarcos - 9, place Carnot - **13 MARSEILLE** - Équipement Médical-192, boulevard Baille - **14 CAEN** - Danjou Rousselot - 5, place Malherbe - **17 LA ROCHELLE** - Expansion Médicale de l'Ouest - 3, avenue Coligny - **21 DIJON** - Parfumerie Centrale - place Jean-Macé - **27 ÉVREUX** - La Maison du Régime - 36, rue de Verdun - **28 CHARTRERS** - Médicalis S.A. - 8 à 14, rue Gabriel-Péri - **29 BREST** - Armor Médical - 14, rue Fautras - **30 LES ANGLES** - Ets Génin - Z.I. route de Nîmes - **31 TOULOUSE** - Ets Guy - 26, avenue Jean-Chabot - **33 BORDEAUX CAUDÉRAN** - Ets Guy - 8, avenue de la République - **34 MONTPELLIER** - Midi Orthopédie - 38-40, rue du Pont de Lattes - **35 RENNES** - P.D'Estrees - 1, rue Lafayette - **37 TOURS** - T.A.C.M. - 30, rue du Commerce - **38 GRENOBLE** - Société Solle Médicale - 4, place de Grésivaudan - **42 SAINT-ÉTIENNE** - Morevillez-12, rue de l'Odi - **44 NANTES** - G.P. de Paris-17, rue d'Orléans - **49 ANGERS** - CODEM - 9, rue Jules-Dauban - **59 LILLE** - Viguer - 52, rue Nationale - **63 CLERMONT-FERRAND** - Ets L'homme Rabier - 1, rue du Port - **64 PAU** - G.P.N. - 92, rue Emile-Guichenne - **66 PERPIGNAN** - Comptoir Médical Pyrénéen - 86, boulevard Aristide-Briand - **67 STRASBOURG** - Kaufmann - 24, rue du 22 Novembre - **68 MULHOUSE** - Galerie Luckert - 5, avenue de Colmar - **69 LYON** - Médico France - 6, place Bellecour - **72 LE MANS** - Société Alica - 34, rue du Dr Leroy - **74 ANNECY** - Annecy Médical - 8, rue du Rhône - **75 PARIS** - Médico France - 13, avenue Bosquet - **76 ROUEN** - P du Bac - 16-18, rue du Bac - **77 FONTAINEBLEAU** - Médiconfort - 1, boulevard Joffre - **80 AMIENS** - Signatures - 3, place Gambetta - **83 TOULON** - Médico France - 6, avenue du Colonel-Fabien - **87 LIMOGES** - Médical Limousin - 3, rue Bernard-Palissy - **89 AUXERRE** - Ets Comte et Cie - 3-5-7, rue de Paris - **MONACO** - Famadem - 29, rue de Milo.

Bon à retourner à Slendertone
29, Bd des Batignolles 75008 Paris.
Sans engagement de ma part
veuillez m'adresser
la documentation complète 0.60.

Nom:

Adresse:

Tél.:

SALT II

(suite de la page 77)

déploieront aucun. Les Américains opposés au SALT II estiment que l'on vient de placer directement sous la menace soviétique 90 % de leurs Minuteman.

Autre point noir des accords SALT II : le bombardier soviétique bien connu sous le nom de code Backfire, et qui peut emporter une charge nucléaire sur une longue distance, n'est pas inclus dans les accords. Ce qui inquiète particulièrement les Américains, si l'on sait que l'Union soviétique en possède déjà une centaine et les construit au rythme de 30 par an. Ce n'est pas la seule source d'inquiétude : alors même que les accords SALT II étaient en cours de discussion, les Soviétiques ont commencé à déployer en Europe une centaine de nouveaux missiles SS-21, capables de lancer des MIRV à 3 200 km de distance. Considérés comme engins de moyenne portée, ces missiles ne sont pas

faux missiles, etc.). Une affaire récente venait de mettre cette question d'actualité. Habituellement, les Américains captaient les données télemétriques émises en clair par les missiles soviétiques lors de leurs essais dans le Pacifique, ou dans la Mer Blanche. Cela leur permettait d'avoir une idée des caractéristiques et du fonctionnement des missiles essayés. Or, lors des derniers essais, les Soviétiques retransmirent ces informations télemétriques en code ce qui ennuyait bien les écoutes américaines qui n'y comprenaient plus rien. Les mêmes essais de codage ont déjà eu lieu lors de certains vols spatiaux effectués avec la station Saliout 6. Les Américains exigèrent donc des Soviétiques que ceux-ci cessent tout codage. Mais en discutant de ce questions avec les Soviétiques, les Américains s'efforcèrent de rester dans le flou le plus artistique. En effet, révéler aux Soviétiques les informations que les Américains recevaient aurait été leur faire connaître ce qu'ils savaient de leurs missiles, et ce qu'ils ne savaient pas.

Enfin, le décompte des MIRV observés par

TOUS LES ACCORDS EN UN TABLEAU

	1979 U.S.A.	U.R.S.S.	1985 U.S.A.	U.R.S.S.	Limite maximale accordée par SALT II pour chaque pays
ICBM dotés de MIRV	550	600	464	820	820
SLBM dotés de MIRV	496	100	736	352	1 200
Bombardiers portant 28 missiles de croisière	0	0	135	0	1 350
Missiles dans silos terrestres	504	800	504	360	
Missiles à bord de sous-marins	160	850	0	624	
Bombardiers stratégiques sans missiles de croisière ..	348	150	225	90	
Total	2 058	2 500	2 064	2 246	2 250

inclus dans le marchandage de SALT II.

L'accord autorise une modernisation de l'arsenal américain : les missiles Trident I et II, destinés à remplacer les Poseidon embarqués à bord des sous-marins stratégiques du même nom, sont en cours de développement, de même que le nouveau sous-marin Trident dont le premier exemplaire d'une série de 30, vient de sortir des chantiers navals de Groton dans le Connecticut. Mais comment vérifier le respect du traité ? D'un commun accord, les deux signataires du traité ont exclu toute possibilité de vérification « *in situ* » en fonction du sacro-saint principe de la souveraineté nationale. Chacun devra donc se débrouiller pour espionner l'autre à l'aide des moyens les plus divers : satellites de reconnaissance photos ou électroniques, radars au sol, capteurs infrarouges emportés à bord de satellites, systèmes optiques ou électroniques embarqués à bord d'avions de reconnaissance à haute altitude. Cependant, pour éviter une suspicion mutuelle, Américains et Soviétiques se sont mis d'accord pour ne pas tenter de brouiller les systèmes d'observation de l'autre, ou de se soustraire par quelque moyen que ce soit, à l'observation de l'autre (camouflage, maquettes de

les satellites a posé un problème particulier : en effet l'observation d'un missile ne permet pas de dire s'il est doté d'une seule et unique charge nucléaire ou de plusieurs charges. Pour résoudre ce problème, USA et URSS se sont mis d'accord pour estimer que tous les missiles d'un type ayant déjà fait l'objet d'essais avec des MIRV sont comptés dans le total des missiles dotés de MIRV, même s'ils sont mis en place avec une seule charge nucléaire. Tous les lanceurs d'un modèle ayant contenu ou lancé des missiles dotés de MIRV, sont tenus pour MIRV même s'ils n'en contiennent pas.

Quelles conclusions tirer dans ces conditions de l'accord SALT II ? L'intérêt majeur est surtout politique : il permet de rétablir un certain climat de confiance (tout relatif) entre les Etats-Unis et l'URSS, climat qui s'était particulièrement dégradé depuis l'arrivée de Jimmy Carter à la présidence des Etats-Unis. SALT II va servir de plate-forme de départ pour un nouveau round de négociations SALT III portant cette fois-ci sur la limitation des autres armes nucléaires dites intermédiaires et qui concernent plus particulièrement l'Europe et la France.

Jean-René GERMAIN ■

LIBRAIRIE

Dieu crée l'énergie

par Pierre VAURÉAL

Une cosmogenèse plausible.

Une énergie originelle.

La gravitation déterminée par la pression étherique.

L'effet Doppler expliqué autrement.

L'expansion universelle contestée.

Un ailleurs absolu accessible par la quatrième dimension.

Cet auteur profane incitera-t-il le monde scientifique à de nouvelles recherches ?

Éditeur : LA PENSÉE UNIVERSELLE

**Service diffusion : 7, rue des Carmes
PARIS 5^e
42,80 F**

Vous avez presque tout.

**Vous n'avez presque rien,
mais vous préférez l'exotisme**

à l'argenterie.

Vous pensez qu'un voyage de noces doit être une réussite.

Vos parents et amis vous aideront à le réaliser si vous déposez votre liste de mariage à l'Agence de voyages

Shell tour

27 bis, rue de Berri - 75008 PARIS - Tél. 563.18.68
4, rue du Bât-d'Argent - 69001 LYON - Tél. (78) 28.94.91

PUBLICIS



**LA DOCUMENTATION
DU MODÉLISTE**
EDITION 79-80 PRIX 15F

LA DOCUMENTATION DU MODÉLISTE N° 22

196 pages dont 19 en couleurs
plus de 1 000 illustrations.

Des centaines de maquettes.

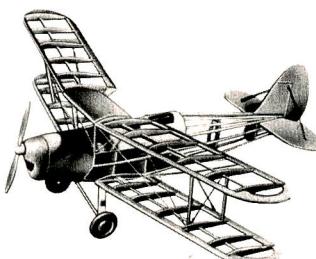
Tous les accessoires.

*Le catalogue envoi franco contre 15 F
en timbres-poste ou par chèque.

A LA SOURCE DES INVENTIONS

60, boulevard de Strasbourg - 75010 PARIS - Tél. 607.26.45

*Pour vos règlements : La Source SARL CCP 33139-91 La Source



STAMPE S.V.4.B.

Avion école d'acrobatie français, biplan, maquette fixe, envergure 428 mm, échelle 1/20^e. Boîte, nervures et couples imprimés, baguettes, blocs papier japon et C.A.P.

La boîte avec plan	F 21,00	La boîte avec plan	F 74,50
Port	F 10,00	Port	F 10,00

METTE.

Chalutier à voiles, échelle 1/60^e, longueur 340 mm, construction très simple avec coque en plastique, pièces de superstructure en bois, pièces d'accastillage.

HI-FI

(suite de la page 133)

puissance, sans détériorer la bonne adaptation en impédance et en puissance.

Dans le cas où les haut-parleurs sont véritablement séparés des amplificateurs, il existe deux manières de les relier entre eux par des câbles de liaison :

- soit à l'aide de lignes à basse impédance (4 à 16 ohms) ;
- soit à l'aide de lignes à haute impédance (30 à 500 ohms).

Les deux manières possèdent plus ou moins d'avantages et d'inconvénients selon les besoins réels d'utilisation.

Avant d'en faire l'analyse, revenons aux amplificateurs de puissance et aux enceintes acoustiques. Un amplificateur ne fournit sa puissance maximale avec un minimum de distorsions que s'il débite sur une impédance de charge (ou résistance en courant alternatif) déterminée qui lui est propre.

Si l'on a besoin d'une faible puissance, on peut désadapter de 20 à 30 % cette charge (représentée par l'impédance totale d'une ou de plusieurs enceintes acoustiques) sans augmentation exagérée de la distorsion, mais avec le risque de modifier la courbe de réponse. Assez vite apparaîtront des distorsions si l'on pousse le niveau sonore de l'amplificateur.

Les sorties des amplificateurs transistorisés « haute-fidélité » actuels ont une impédance de 4 à 8 ohms. Dans ce cas, les sorties ne se font presque jamais par l'intermédiaire d'un transformateur dit de sortie. Par contre, les amplificateurs destinés à la sonorisation en possèdent souvent un. Ce qui donne la possibilité de choisir l'impédance de sortie dont on a besoin : 4 - 8 - 16 - 100 - 250 et 500 ohms sur la plupart des modèles.

Chaque haut-parleur possède une bobine mobile dont l'impédance est de 2,5 - 4 - 5 - 8 - 12 - 15 ou 16 ohms. Le plus souvent 8 ohms. De nos jours, les haut-parleurs contenus dans une même enceinte acoustique sont connectés entre eux (par l'intermédiaire, ou non, de filtres passifs) de manière à retrouver une adaptation totale de 8 ohms d'impédance nominale (appelée encore impédance moyenne) ou de l'impédance relevée à 1 000 Hz. En effet, l'impédance varie avec la fréquence. En adaptation, on ne tient généralement compte que de cette impédance nominale. Dans la plupart des cas, elle est de 8 ohms et correspond donc à une basse impédance de sortie. On constate donc que si on utilise un amplificateur transistorisé dont la sortie est de 8 ohms, l'enceinte acoustique de 8 ohms est parfaitement bien adaptée. Alors pourquoi la haute et la basse impédance pour les lignes de liaisons ? C'est ce que nous examinerons le mois prochain.

Alain BELZ ■

LE GÈNE DE L'IMMORTALITÉ

(suite de la page 41)

mais comportant néanmoins tous les éléments nutritifs essentiels, comme les vitamines et autres oligo-éléments nécessaires en très faibles quantités. Cette sous-nutrition, dit le Pr. Walford, a un effet bien marqué sur le système immunitaire, dont elle semble préserver l'efficacité pendant plus longtemps, et qui de ce fait empêche l'auto-déstruction cellulaire chez les animaux vieux.

Il faut maintenant, dit le Pr. Walford, tenter de savoir comment cette sous-nutrition agit sur le système réparateur de l'ADN, dont le code se trouve situé sur le même groupe de gènes que celui qui contrôle le système immunitaire.

Enfin, les techniques actuelles permettent d'étudier les gènes mêmes, et d'établir la séquence des quatre bases dont est fait le code génétique. Pour le moment, parmi les systèmes d'histo-compatibilité de diverses espèces, c'est le système H2 de la souris qui est le mieux connu, et l'on connaît aussi l'existence de systèmes secondaires (H1, H3, H4, etc.) qui pourraient également avoir une influence sur la longévité. Le déchiffrage de l'ensemble n'est pas une tâche simple, car il existe chez la souris au moins 36 systèmes d'histo-compatibilité, et peut-être davantage.

Nous restons toutefois loin de comprendre comment les phénomènes immunologiques et de réparation d'ADN sont liés à certains aspects du vieillissement, tels que la perte quotidienne d'une centaine de milliers de cellules nerveuses (le cerveau en a un réservoir de quelque 100 milliards), le durcissement des artères, la modification des sécrétions hormonales, la baisse d'efficacité des systèmes sensoriels, etc. Mais on comprend mieux, aujourd'hui, pourquoi des individus d'une même espèce, théoriquement programmés pour avoir une même durée de vie ont en fait des longévités très différentes les uns des autres. Ainsi, le véritable potentiel de longévité humaine pourrait être bien plus grand que l'on ne le pense.

Car, comme le souligne le Pr. Walford, si l'on veut estimer la longévité potentielle d'un individu, il ne faut pas se fonder sur la longévité moyenne de la population dont il fait partie, mais plutôt sur l'âge de ceux qui vivent les plus vieux, c'est-à-dire 110, peut-être 120 ans pour l'homme.

On a vu que pour les souris, la modification d'un seul groupe de gènes peut suffire pour augmenter, ou diminuer l'espérance de vie. Il n'est pas exclu que l'on puisse un jour permettre à l'homme de vivre jusqu'au maximum auquel « il a droit », tout en évitant les inconvénients de la sénescence, voire même repousser ce maximum à une date ultérieure...

Alexandre DOROZYNSKI ■

Reportage Françoise HARROIS-MONIN

PREPAREZ VOTRE AVENIR AVEC UNIECO

Carrières PARAMEDICALES

Exercez un beau métier en vous consacrant aux autres

- Assistante secrétaire de médecin
- Réceptionniste dentaire
- Aide de laboratoire
- Aide manipulateur radiologie
- BTS diététique
- BTS analyses biologiques
- Hôtesse de cure, Ex. entrée écoles :
- Aide soignante
- Auxiliaire puericulture
- Infirmière
- Infirmière psychiatrique
- Sage femme.



SECRETARIAT

Une façon agréable de gagner sa vie

- Dactylo facturière
- Sténodactylographie
- Secrétaire
- Secrétaire commerciale
- Secrétaire services comptables
- Secrétaire bilingue
- Secrétaire sociale
- Secrétaire de direction.
- Prép. aux CAP - BEP sténodactylo
- BEP sténodactylo-correspondancière
- BP secrétaire
- BTS secrétria-
- riat.



PHOTO-CINEMA

Dépassez le stade du simple amateur
EN DEVENANT

- Photographe artistique
- Photographe publicitaire
- Photographe de presse
- Monteur de films
- Opérateur prise de vues.

PREP. AU C.A.P. PHOTOGRAPHIE

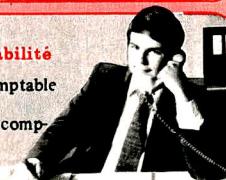


COMPTABILITE

Faites carrière dans la comptabilité

En devenant

- Aide comptable
- Comptable commercial
- Comptable industriel
- ou en préparant le
- C.A.P. employé comptabilité
- B.E.P. comptable-mécano-graphie
- B.P. comptable
- B.T.S. comptabilité
- D.E.C.S.



Assurez votre emploi :

DEVENEZ FONCTIONNAIRE

en préparant par correspondance les divers concours de la Fonction Publique.

INTERIEUR : Enquêteur de police

Gardien de la paix

Inspecteur police

nationale

P.T.T. : Préposé PTT

Agent exploitation

ECONOMIE-FINANCES : Préposé

des douanes

Agent constatation douanes

Agent recouvrement trésor

COMMUNES : Commis de Mairie

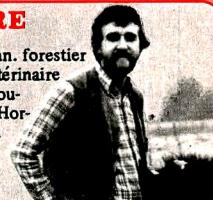


Travaillez près de la NATURE

Devenez

- Garde-chasse
- Agent techn. forestier (concours ONF)
- Secrétaire assist. vétérinaire
- Eleveur de chevaux, de chiens, de moutons
- Désinsecteur (trice) paysagiste
- Horticulteur
- Techn. polycult. élevage ou agro-tropical.

Installez-vous à la campagne grâce au guide FERME PILOTE



UNIECO : Union Internationale d'Ecole par correspondance ORGANISME PRIVE SOUMIS AU CONTROLE PEDAGOGIQUE DE L'ETAT.

Pour recevoir gratuitement notre documentation et bénéficier des conseils d'orientation de nos spécialistes, retournez nous le BON ci contre

Avec l'accord de votre employeur, étude gratuite pour les bénéficiaires de la Formation Continue (fin du 16 juillet 1971).

Réussissez dans deux secteurs de pointe : ELECTRONIQUE - RADIO TV

Vous cherchez un métier passionnant à la pointe du progrès offrant de solides perspectives d'avenir ? Devenez :

- Technicien électronicien
- Monteur dépanneur Radio-TV
- Monteur câbleur
- Sous-ingénieur électronicien.

Prép. aux CAP - BP - BTS

Matériel d'application à domicile



Profitez de la demande : CONSTRUISEZ des pavillons RENOVEZ des maisons

Créez votre entreprise : devenez

- Plombier
- Menuisier
- Peintre
- Maçon
- Mâtreur.

Gravissez les échelons : devenez

- Chef de chantier
- Chef d'équipe
- Cond. de travaux
- Dessinat. bâti. ou menuiserie



Choisissez L'ELECTRICITE pour ses débouchés multiples :

A votre compte ou en entreprise

- Electricien d'équipement
- Techn. électricien
- Electr. d'entretien
- Techn. électromécanicien
- CAP - BP et BTS électrotechnicien



Vous êtes passionné de MECANIQUE-AUTO ?

Faites-en votre métier.

- MECANIQUE AUTO
- CAP mécanicien répar. auto
- Mecanicien auto
- Diéséliste
- BP mécanic. répar. auto
- CAP conducteur routier
- MECANIQUE GENERALE
- CAP mécan. d'entretien
- Tra. cour en chaudronnerie
- CAP dessinat. mécan. ou métal.



Gagnez bien votre vie : devenez PROGRAMMEUR

- Programmeur
- CAP aux fonctions de l'informatique
- Analyste programmeur
- Opérateur sur ordin. □ Pupitreur
- BP de l'informatique
- Travaux d'application corrigés sur ordinateur.



BON POUR ETRE INFORME GRATUITEMENT

et sans engagement sur le secteur qui vous intéresse (faites une

- PARAMEDICAL
- SECRETAIRAT
- PHOTO CINEMA
- COMPTABILITE
- FONCTION PUBLIQUE
- NATURE

• en option: Guide Ferme Pilote

- ELECTRONIQUE RADIO TV
- CONSTRUCTION RÉNOVATION
- en option Guide techn. Maison Individuelle
- ELECTRICITÉ
- MECANIQUE AUTO
- PROGRAMMEUR

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

Nom _____ Prénom _____
Rue _____
Code Postal L L L L L Ville _____

Si une étude vous intéresse plus particulièrement, indiquez la ici

UNIECO FORMATION,
4612, rue de Neufchâtel - 76041 ROUEN CEDEX

Belgique 21/26, quai de Longdoz, 4020 LIEGE - Pour TOM-DOM et Afrique, documentation spéciale par avion

CARRIERES COMPTABLES

Préparez chez vous l'examen probatoire du D.E.C.S.

Date prévue de l'examen : avril 1980

Cet examen est la 1^{re} étape vers l'expertise comptable. Il vous ouvre déjà de nombreux débouchés dans l'industrie, le commerce et les professions libérales.

Préparation complète au probatoire du D.E.C.S.

Notre préparation vous permet d'étudier chez vous toutes les matières inscrites au programme. Cette préparation peut être répartie sur une durée de 4 à 8 mois, suivant temps disponible. Niveau conseillé 1^{re} ou Bac. Aucune connaissance comptable n'est nécessaire.

Ayez confiance en vous

Parmi les matières inscrites au programme officiel et que vous étudierez avec nous, vous apprendrez la comptabilité avec la sympathique méthode Caténale qui est si facile à comprendre qu'elle est, dit-on, d'une génération en avance sur son temps.

Une sécurité exceptionnelle : la garantie Caténale

Celle-ci vous permet, en cas de non-réussite à l'un des examens d'Etat auxquels nous préparons, de reprendre gratuitement pendant une année vos études comptables.

Un 1^{er} pas sera fait vers le D.E.C.S., et l'expertise comptable

Vous aurez alors la « formation professionnelle » nécessaire pour démarrer dans les services comptables et vous orienter, si vous le souhaitez, vers la gestion ou les professions libérales.

Formation continue (loi du 16-7-1971)

Cours gratuits pour les bénéficiaires de cette loi. Nos cours par correspondance sont alors accompagnés de stages d'une journée, dans les principales villes de France, conformément à la loi. Profitez-en et retournez dès aujourd'hui le coupon ci-dessous à l'école Française de Comptabilité, organisme privé, 92270 Bois-Colombes.

Préparons aussi aux diplômes d'Etat suivants : D.E.C.S. - B.P. de comptable - B.E.P. comptable-mécanographe et C.A.P. d'employé de comptabilité.

COUPON

à adresser simplement à :

ÉCOLE FRANÇAISE DE COMPTABILITÉ ORGANISME PRIVÉ

92270 BOIS-COLOMBES (France)

Envoyez-moi gratuitement et sans engagement la brochure n° 294 P sur le Probatoire du D.E.C.S. (comptabilité, droit et économie), et tous renseignements sur la formation continue. Pour le D.E.C.S. n° 294 D - Pour le B.P. de comptable n° 294 B - Pour le C.A.P. et le B.E.P. n° 294 C.

NOM (maj.)

PRENOM

ADRESSE (avec code postal)

A L'ÉCOLE CENTRALE D'ÉLECTRONIQUE

préparez votre avenir

Dans les carrières de l'Électronique et de l'Informatique

Admission de la 6^e à la terminale...

...MAIS OUI, dès la 6^e, la 5^e ou la 4^e, 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 le 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



© E.C.E. - Photo CSF - Hermi

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.

B
O
N

à découper ou à recopier

Veuillez me faire parvenir gratuitement et sans engagement de ma part le guide des Carrières N° 97 SV (envoi également sur simple appel téléphonique 236.78.87)

Nom

Adresse

(Ecrire en caractères d'imprimerie)

ORIENTATION POST-SCOLAIRE



Avez-vous pensé à un
AVENIR
dans les
CARRIÈRES
DE L'IMAGE ?

efet

ÉCOLE FRANÇAISE
PRIVEE
D'ENSEIGNEMENT
TECHNIQUE

PHOTOGRAPHIE : Reportage - Mode - Publicité - Industrie.

DESSIN : Architecture d'intérieur - Décoration - Graphisme - Maquette - Mise en page.

AUDIOVISUEL : les techniques.

Toutes ces professions exigent une connaissance absolue de techniques pour l'acquisition desquelles l'Ecole EFET a mis au point des programmes de formation en :

COURS DU JOUR, COURS DU SOIR, STAGES WEEK-END, TRAVAUX PRATIQUES et SEANCES DE FORMATION (loi de formation professionnelle)

Demandez la documentation sur les programmes 79 de l'Ecole EFET :

Paris :

Tél. 504-61-33 - 117, rue de la Tour - 75016.
Tél. 346-86-96 - 110, rue de Picpus - 75012.

Lyon :

Tél. 42-13-88 - 26, rue Thomassin - 69002.

Marseille :

Tél. 54-32-72 - 2, rue Estelle - 13006.

Etranger :

Bruxelles : Efet-Memo - 17, rue Volsen
Tél. 376-96-22 - Lew Saint-Pierre - 1600 Bruxelles.

Maroc - Tunisie - Sénégal - Niger - Haute-Volta
Côte d'Ivoire - Cameroun - Gabon

NOM

Prénoms

Adresse

Profession

Je désire recevoir votre documentation complète gratuite sur les programmes suivants : COURS DU JOUR COURS DU SOIR STAGES WEEK-END TRAVAUX PRATIQUES FORMATION DES ADULTES

Mettre une croix dans la/les cases qui vous intéressent.

GAGNEZ PLUS EN OBTENANT UNE PROMOTION OU UN MEILLEUR EMPLOI

COURS PAR CORRESPONDANCE PIGIER
INSTITUTION D'ENSEIGNEMENT PRIVÉ

● Comptabilité

Emplois : aide-comptable, comptable, expert-comptable stagiaire

Diplômes d'Etat : C.A.P. - B.E.P. - B.P. - B.T.S. - D.E.C.S.

● Concours Adm.

Préparation aux nombreux concours donnant accès aux carrières de l'Administration.

● Bac B (économique et social)

● Bacs Techniques

G1 (techn. administratives)

G2 (techn. quantitatives de gestion)

G3 (techn. commerciales)

Demandez la documentation n° 8SV7 en précisant la carrière ou l'examen souhaité et votre niveau d'études.

Pigier vous aide à réussir

Institution d'enseignement privé
Cours par correspondance

53, rue de Rivoli, 75038 PARIS CEDEX 01. Tél. 233.44.88

DMW

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 : _____

formation générale formation technique formation continue

par correspondance et stages
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

École Technique privée spécialisée

24 rue Jean Mermoz 75008 PARIS
métro : Ch. Elysées - Tél. 225.74.65 et 359.55.65

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

formation•promotion•reconversion

L'ECOLE CHEZ SOI

ENSEIGNEMENT PRIVE
A DISTANCE

fondée par Léon Eyrrolles, met son expérience à la disposition de ceux qui souhaitent améliorer leur formation :
• en vue d'une promotion ou d'une reconversion dans un emploi du secteur privé;
• pour se préparer à un concours administratif.

FONCTIONNAIRES

cadastre - emplois réservés -
équipement génie rural - météorologie - h.l.m. - navigation
aérienne - p.t.t. - services communaux - s.n.c.f... F

TOPOGRAPHIE

cabinets de géomètre - entreprises T

AUTOMOBILE

garages - expertise A

COMPTABILITE GESTION

de l'aide comptable au DECS CG

DROIT

construction - urbanisme -
capacité en droit D

ELECTRICITE ELECTRONIQUE

équipement - électromécanique - bureaux d'études E

BATIMENT-T.P.

bureaux d'études - chantiers-
méttré B

CULTURE GENERALE

français - maths - sciences
physiques C

DESSIN INDUSTRIEL

dessin d'exécution - dessin
petites études DI

Veuillez m'envoyer gratuitement votre documentation
concernant :

* réf : F T A CG D E B C DI

Nom :

Adresse :

.....

* entourer la référence choisie.

ecs L'ECOLE CHEZ SOI
ENSEIGNEMENT PRIVE A DISTANCE
1, RUE THENARD 75240 PARIS CEDEX 05

Tél : 329.21.99

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 affirmez 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° 2036 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

B 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. 2036.

NOM: M.....
ADRESSE:.....

L'EPA une école spécialisée qui fera de vous un vrai professionnel de la COMPTABILITE

Un métier sûr et bien payé à tout âge

Les carrières comptables offrent de plus en plus de débouchés

- Salaires élevés • Sécurité d'emploi • Promotions rapides
- Préparez dès maintenant votre avenir, vite et à peu de frais
- Aucun diplôme exigé • Début des cours à votre convenance du C.A.P. au D.E.C.S.

Etudes gratuites pour les bénéficiaires de la formation continue
Renseignez-vous rapidement sans engagement de votre part

**ECOLE PREPARATOIRE
D'ADMINISTRATION**
Etablissement privée d'enseignement à distance et de formation permanente fondé en 1873

6, rue de Leningrad 75384 PARIS CEDEX 08 - Tél. : 387.95.88

BON POUR UNE DOCUMENTATION GRATUITE
et le GUIDE DES CARRIERES COMPTABLES

Nom _____ Prénom _____

Age _____ Adresse _____ Code _____

Ville _____

Tél. : _____

Niveau d'études _____

à retourner à l'EPA 6, rue de Léninegrad
75384 PARIS CEDEX 08 - Tél. : 387.95.88

Travaillez près de la NATURE

METIERS de la FORET

- Garde chasse fédéral, national ou particulier Agent technique forestier (concours ONF) Permis de chasser (prépar. exam. officiel) BPA production forestière (admiss. au stage) Sylviculteur Technicien de l'environnement Ingénieur écologue

Stages pratiques, facultatifs, en connaissance de la chasse et écologie

Devenez DESSINATEUR PAYSAGISTE

- Dessinateur paysagiste Jardinier paysagiste Chef de chantier paysagiste Entrepreneur de jardins paysag Décorateur floral Horticulteur



Montez votre ELEVAGE

- Eleveur Eleveur de chevaux ou de chiens Secrétaire assist. vétérinaire Avicultere Apiculteur - CCNCOURS Tech des serv. vétérinaires Possibilité de stage pratique

Vivez de la TERRE

- Cultivateur Chef de cultures Technicien en polyculture-élevage Sous-ingénieur agricole Technicien ou sous ingén. en agro-tropicale

UNIECO: Union Internationale d'Ecoles par Correspondance. ORGANISME PRIVE SOUMIS AU CONTROLE PEDAGOGIQUE DE L'ETAT.

- FORET
- PAYSAGISME
- ELEVAGE
- Métiers de la TERRE

«Etude gratuite pour les bénéficiaires de la Formation Continue»

Code postal _____ Ville _____

Si une étude vous intéresse plus particulièrement indiquez-la ici _____

UNIECO FORMATION 6612 route de Neufchâtel 76041 ROUEN Cedex

DMZV7

21SV7

21SV7

Pour conserver intacte cette documentation, utilisez les bons ci-dessous.

ÉCOLE UNIVERSELLE page 101
59, boulevard Exelmans - PARIS (16^e)

Veuillez m'adresser votre notice n° 756 (désinez les initiales de la brochure qui vous intéresse).

NOM
ADRESSE
.....

ÉCOLE FRANÇAISE DE COMPTABILITÉ (organisme privé) page 156
92270 BOIS-COLOMBES

Demandez la documentation gratuite n° 294 P - 294 D - 294 B - 294 C

NOM
ADRESSE

ÉCOLE CENTRALE D'ÉLECTRONIQUE page 156
12, rue de la Lune - PARIS (2^e)

Veuillez m'adresser sans engagement la documentation gratuite n° 97 SV

NOM
ADRESSE

UNIECO page 119
5612 rue de Neufchâtel
76041 ROUEN

Bon pour être informé gratuitement sur les carrières.

NOM
ADRESSE
.....

COURS PIGIER page 157
(Institut enseignement privé)
53, rue de Rivoli - 75038 PARIS Cedex 01

Je désire recevoir la documentation concernant les cours suivants (matière choisie)

NOM
ADRESSE
.....

UNIVERSALIS page 157
11, Fbg-Poissonnière - 75009 PARIS

Bon pour une documentation gratuite sans engagement et sans frais.

NOM
ADRESSE

UNIECO page 155
4612 rue de Neufchâtel
76041 ROUEN

Bon pour être informé gratuitement sur les carrières

NOM
ADRESSE
.....

INFRA page 158
24, rue Jean-Mermoz - PARIS (8^e)

Veuillez m'adresser sans engagement la documentation gratuite AB (ci-joint 4 timbres pour frais d'envoi).

Section choisie
NOM
ADRESSE

INSTITUT PRIVÉ CONTROL DATA page 158
19, rue Erard - 75012 PARIS

Monsieur VATIN
Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement, votre brochure sur l'institut

NOM
ADRESSE

L'ÉCOLE CHEZ SOI page 158
1, rue Thenard - 75240 PARIS

Veuillez m'adresser sans engagement votre documentation : référence F.T.A.C.G.D.E.B.C.DI.

NOM
ADRESSE
.....

LANGUES ET AFFAIRES page 159
35, rue Collange - 92303 LEVALLOIS

Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement votre documentation L.A. 2036

NOM
ADRESSE

ÉCOLE PRÉPARATOIRE D'ADMINISTRATION page 159

6, rue de Leningrad - 75384 PARIS Cedex 08

Veuillez m'envoyer votre brochure gratuite sur la formation des carrières comptables.

NOM
ADRESSE
.....

EFET (École Française Privée d'Enseignement Technique) page 157

117, rue de la Tour - 75016 PARIS

110, rue de Picpus - 75012 PARIS

Je désire recevoir votre documentation gratuite sur les programmes suivants : COURS DU JOUR, COURS DU SOIR, STAGES WEEK-END, TRAVAUX PRATIQUES, FORMATIONS DES ADULTES.

NOM
ADRESSE
.....

UNIECO page 159
6612 rue de Neufchâtel
76041 ROUEN

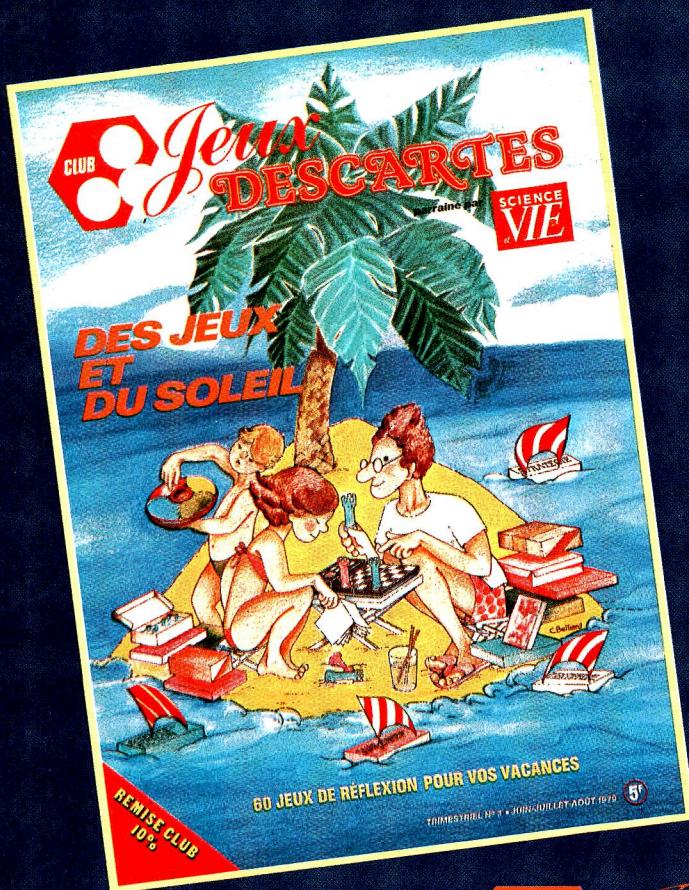
Bon pour être informé gratuitement sur les carrières

NOM
ADRESSE

AUBANEL page 11
W. R. BORG dép. 428
6, place St-Pierre - 84028 AVIGNON

Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement le livre « Les lois éternelles du succès »

NOM
ADRESSE



EN VACANCES
JOUEZ
A DES
JEUX
DE
REFLEXION
DEMANDEZ LE
CATALOGUE
N° 3
DU

CLUB  Jeux
DESCARTES

Dans ce catalogue, vous trouverez 60 des meilleurs jeux de réflexion sélectionnés par Peter Watts à travers le monde. Ces jeux sont expliqués, commentés de manière à vous permettre de faire votre choix librement et en toute connaissance.

ADHÉRENTS DU CLUB

Ne retournez pas ce coupon, le catalogue vous sera adressé gratuitement.

BULLETIN

à retourner à Jeux Descartes
5, rue de la Baume - 75008 Paris

Je désire recevoir, sans aucun engagement de ma part, votre catalogue n° 2 sur les Jeux de Réflexion.

NOM _____

ADRESSE _____

CODE POSTAL _____

VILLE _____

Je joins 3 F 60 en timbres-poste pour participation au port.

