

SCIENCE VIE

*Cancer :
souvent
héréditaire*

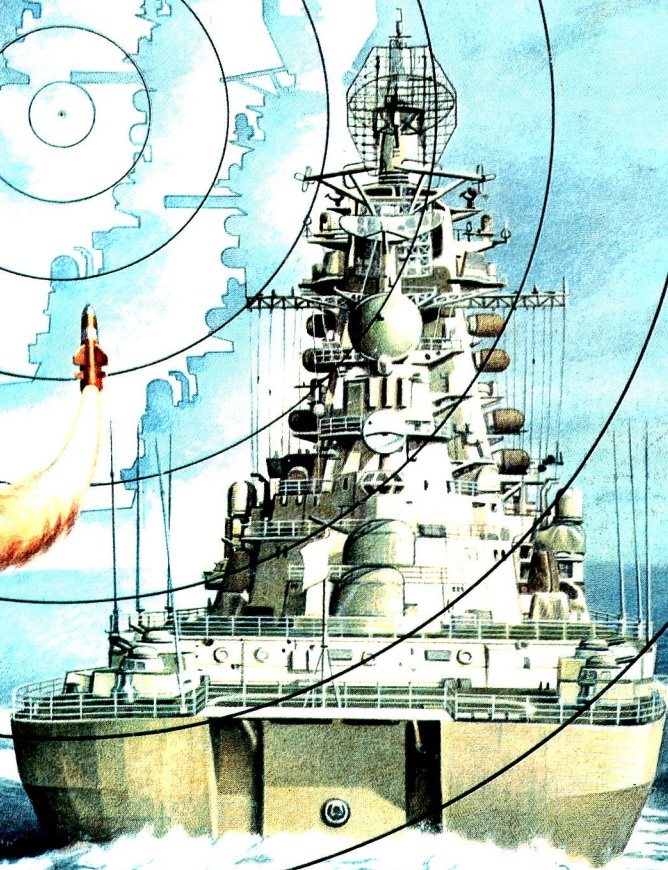
*Mercure
contre
Einstein*

*Télé
en relief :
les 1^{ers} essais*

**LA LEÇON
D'ÉLECTRONIQUE
DES
MALOUINES**

**EXCES DE VITESSE :
TOUT SUR LES
RADARS ROUTIERS**

DF
778
ISSÉ 4,50 FS
CANADA \$ 2,50
L. 80 FB
PAGNE 2,25 P
BAN 15 LL

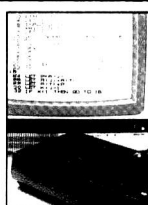


ROYALE



BRIQUET
ROYALE

IL N'A PAS FINI DE VOUS ETONNER



Utilisez votre propre téléviseur comme moniteur et votre propre magnétophone pour conserver votre programme



Graphiques et tableaux animés



Cours gratuit de programmation en BASIC sans expérience préalable nécessaire (en français)

Manuel gratuit, prise secteur gratuite, TVA et frais d'envoi compris.



"D'un prix tout à fait accessible, le "Sinclair"... un bon outil... permettant d'étudier les principes de base et d'accéder à des programmes plus complexes".

*Le Monde,
17 décembre 1981.*

Pour 985 F ^{TTC} seulement le micro-ordinateur personnel Sinclair ZX 81 vous met de plain-pied avec la technique la plus avancée.

Avec le Sinclair ZX 81, chacun peut avoir son micro-ordinateur chez soi. Par son prix exceptionnel, sa grande facilité d'emploi, sa qualité technique, ses nombreuses possibilités, il fait entrer l'informatique dans la vie quotidienne.

Micro-ordinateur ZX 81 : en une journée, on lui parle comme à un vieux ami. Facile à comprendre, d'un usage simple – et pour ces raisons largement utilisé pour la formation de la jeunesse – le ZX 81 a été conçu pour vous permettre de pénétrer les mystères de l'informatique... et si vous les connaissez déjà, de posséder un matériel pratique et perfectionné. Il emploie le langage BASIC. Sa mémoire ROM BASIC 8K-octets constitue son "intelligence domestiquée". Le manuel qui l'accompagne aide "le démarrage" et facilite l'élaboration des programmes. Pour mettre en marche l'ordinateur et visualiser les programmes, on le connecte avec un téléviseur. Pour sauvegarder les programmes, on le connecte avec un magnétophone standard.

Des performances étonnantes. Le micro-ordinateur ZX 81 travaille en système décimal, traite les logarithmes et les fonctions trigonométriques, il trace des graphiques et construit des présentations animées. Il identifie immédiatement les erreurs de programmation.

En option : une imprimante (690 F), une extension de mémoire (650 F).

Deux façons de rendre votre ZX 81 encore plus performant : COPY l'imprimante qui écrit tout ce qui se trouve sur l'écran, et l'extension de mémoire qui multiplie par 16 la capacité de la mémoire des données/programmes.

Pour commander votre ZX 81.

Par coupon-réponse, en utilisant le bon ci-contre. Vous pouvez payer par chèque ou par mandat-postal. Quel que soit le cas, vous recevrez votre micro-ordinateur Sinclair et votre imprimante dans les délais indiqués ci-contre. Et bien entendu, vous disposez de 14 jours pendant

lesquels vous pouvez demander le remboursement.

Nous voulons que vous soyez satisfait, sans doute possible, et nous sommes convaincus que vous le serez.

Spécifications du ZX 81 :

Le micro-ordinateur ZX 81 (167 x 175 mm) est livré avec câbles et connecteurs pour raccordement TV et cassettes, un régulateur incorporé 5 V et le manuel BASIC ZX 81.

- Mémoire morte ROM BASIC 8K-octets.
 - Mémoire vive RAM 1K-octets extensible à 16K-octets (pour 650 F suppl.).
 - Fonction d'entrée des "mots-clés" par une touche.
 - Contrôle des erreurs de programmation.
 - Gamme complète de fonctions mathématiques. Traçage de graphiques.
 - Tableaux numériques et chaîne multi-dimensionnelle.
 - 26 boucles FOR/NEXT.
 - Fonction RANDOMISE.
 - Chargement et sauvegarde des programmes sur cassette.
 - Conception évoluée à 4 circuits.
- Emballage et port gratuits TVA comprise.
Pour toute inform. : 359.72.50 (4 lignes groupées).

Démonstration chez Direco International les lundi, mardi, mercredi et vendredi de 9 h à 13 h et de 14 h à 17 h.

Découpez ce bon et envoyez-le à : Direco International, 30, av. de Messine, 75008 Paris. Tél. : 359.72.50.

Je désire recevoir sous 8 semaines (ou 12 semaines pour l'imprimante) par paquet poste recommandé :
☐ le micro-ordinateur Sinclair ZX 81 en kit avec son adaptateur secteur et le manuel BASIC pour le prix de 764 F.T.T.C.
☐ le micro-ordinateur Sinclair ZX 81 monté avec son adaptateur secteur et le manuel BASIC pour le prix de 985 F.T.T.C.
☐ l'extension de mémoire RAM (16K-octets) pour le prix de 650 F.T.T.C.
☐ l'imprimante pour le prix de 690 F.T.T.C. (paiement séparé).
 Je choisis de payer :
☐ par C.C.P. ou chèque bancaire établi à l'ordre de Direco International, joint au présent bon de commande.
☐ directement au facteur, moyennant une taxe de contre-remboursement de 14 F.

Nom _____
 Prénom _____
 Profession _____
 Rue ou lieu-dit _____ N° _____
 Commune _____
 Code Postal _____
 Localité du bureau de poste _____

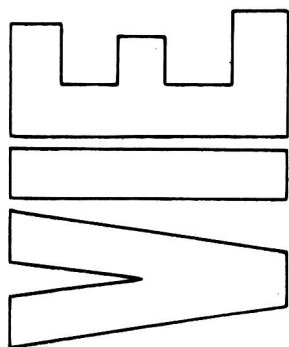
(Pour les moins de 18 ans, signature de l'un des parents)

Signature _____

Démonstration chez
Direco International
SV7

Déjà 300.000
Sinclair ZX 81 vendus
dans le monde.

Sinclair



Sommaire Juillet 82 N° 778 Tome CXXXI

Dessin
Pierre
Weitzel

LA MÉDECINE FRANÇAISE DANS L'ESPACE

p. 8

par Jean-Michel Bader et Pierre Kohler

UNE FAILLE DANS LA THÉORIE DE L'ESPACE-TEMPS

p. 20

par Renaud de La Taille

CANCER : UNE ALERTE PRÉCOCE DANS LES CHROMOSOMES

p. 25

par Alexandre Dorozynski

MYSTÉRIEUSE ÉPIDÉMIE D'HERPÈS AUX ÉTATS-UNIS

p. 28

par Jean Ferrara

POLLENS : LA CARTE DE FRANCE DU RHUME DES FOINS

p. 30

par Louis Delplanque

UN SAVANT A VÉCU AVEC LES DERNIERS DRAGONS

p. 40

par Walter Auffenberg

LE FOSSILE TÉMOIN DE LA DÉRIVE DES CONTINENTS

p. 44

par Alexandra van Zuylen

EXPÉRIMENTATION : LES MATHS REPLACENT LES RATS

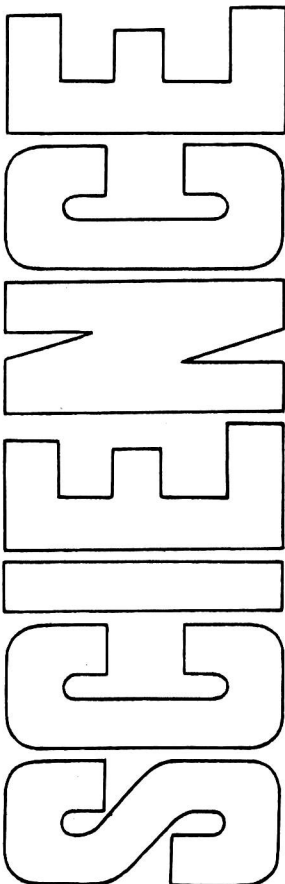
p. 47

par Pierre Rossion

CHRONIQUE DE LA RECHERCHE

p. 51

dirigée par Gerald Messadié



■ **Les plantes sans "père"** p. 61
par Marie-Laure Moinet

La leçon d'électronique des Malouines p. 70
par Sven Ortoli et Robert Dumas

Stations orbitales : un 54^e État U.S. p. 88
par Pierre Kohler

Les merveilles du musée des Arts & Métiers p. 92
par Pierre Courbier

Chronique de l'industrie p. 99
dirigée par Gérard Morice

Des marchés à saisir p. 104

► **LES PREMIERS PAS DE LA TV EN RELIEF** p. 106
par Roger Bellone

TOUT SUR LES RADARS ROUTIERS p. 111
par Luc Augier

SCIENCE & VIE A LU POUR VOUS p. 115

LES JEUX p. 120
par Pierre Aroutcheff, Pierre Berloquin, André Costa, Daniel Ferro, Olivier Gutron, Pierre Kohler, Renaud de La Taille, Alain Ledoux, Henri-Pierre Penel et Peter Watts

CHRONIQUE DE LA VIE PRATIQUE p. 139
dirigée par Elias Awad

LA LIBRAIRIE DE SCIENCE & VIE p. 146



Derniers dragons de la terre, les varans de Komodo sont des lézards géants de 3 m de long pesant plus de 50 kg.



La vivisection va-t-elle bientôt disparaître ? En partie du moins, grâce à la biomathématique et à la culture de cellules. La première met en équations l'évolution des phénomènes biologiques, la seconde consiste à expérimenter sur des cellules cultivées en laboratoire et non sur l'animal lui-même.



Ne pas avoir à racheter tous les ans de nouvelles graines de maïs chez le sélectionneur, mais semer les graines de la récolte précédente et obtenir les mêmes beaux épis, le même rendement. Ce rêve de tout agriculteur sera réalisable dès que les chercheurs auront réussi à créer un maïs sans "père" !



Attention !
Ne choisissez pas n'importe quelle méthode, cette méthode a été reconnue et adoptée avec succès par des milliers et des milliers de personnes du monde entier.

Comment obtenir LA MEMOIRE ETONNANTE dont vous avez besoin

20 ANS D'EXPERIENCE 20 ANS DE SUCCES

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 de la mémoire sont formels : une bonne mémoire, ce n'est pas une question de don, c'est une question de méthode. Le Centre d'Études vous propose une méthode simple, facile, pour "stocker" dans votre mémoire tout ce que vous voudrez retenir, quel que soit le degré de votre mémoire actuelle, et quel que soit votre âge. Vous serez étonné d'arriver très vite à des performances : retenir dans l'ordre les 52 cartes d'un jeu que l'on effeuille devant vous, rejouer de mémoire une partie d'échecs, retenir la liste des 99 départements avec les numéros de code ... par exemple.

Mais le but essentiel de la méthode, c'est d'avoir une mémoire parfaite dans la vie courante : retenir ce que vous lisez ou entendez, la musique que vous écoutez, la physionomie et les noms des gens que vous rencontrez, vos rendez-vous, les chiffres, les tarifs etc.

Dans les études, cette méthode est aussi extraordinaire : avec facilité, vous retiendrez en un temps record, les dates d'histoire, les notions de géographie, de sciences, d'orthographe, vous apprendrez une ou deux langues étrangères. Tous les étudiants devraient l'appliquer, et il faudrait l'enseigner dans les lycées.

Avoir une mémoire étonnante est un atout essentiel pour réussir vos études, votre vie, et étonner votre entourage. Aussi, découpez de suite le bon ci-dessous.

Vous pouvez consulter ou acheter la méthode MEMO-DIDACT directement au CENTRE D'ÉTUDES, 1, avenue Stéphane-Mallarmé - 75017 PARIS.

GRATUIT

1 BROCHURE CAPTIVANTE

+

1 TEST DE MÉMOIRE

+

2 BONS CADEAUX

Bon à retourner d'urgence à service M 14 R
CENTRE D'ÉTUDES,

1, avenue Stéphane-Mallarmé - 75017 PARIS.

Pour tout recevoir, sans engagement de votre part, et sous pli fermé, joindre 3 timbres à 1,80 F ou 3 coupons réponses pour les pays hors d'Europe.

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 adjoint : Jean-Pierre Beauvalet
Directeur financier : Jacques Behar

Rédaction
Rédacteur en Chef : Philippe Cousin
Rédacteur en chef adjoint : Gérard Messadié
Chef des informations, rédacteur en chef adjoint : Jean-René Germain

Secrétaire général de rédaction : Elias Awad
Secrétaire de rédaction : Samuel de Cardailhac
Michel Eberhardt
Renaud de La Taille
Gérard Morice
Alexandre Dorozynski
Pierre Rossion
Jacques Marsault
Françoise Harrois-Monin
Sven Ortol
Michel de Pracontal
Jacqueline Denis-Lempereur
Marie-Laure Moinet

Illustration
Anne Lévy
Photographes : Miltos Toscas, Jean-Pierre Bonnin

Documentation
Catherine Monteron

Maquette
Mise en page : Natacha Sarthoulet
Assistants : Virginia Silva, Anne Lévy

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

Services commerciaux
Marketing et développement : Christophe Veyrin-Forrer
Abonnements : Elizabeth Drouet
assistée de Patricia Rosso
Vente au numéro : Gabriel Prigent

Relations extérieures
Michèle Hilling

Publicité
Excelsior Publicité - Interdeco
67, Champs-Élysées - 75008 Paris - Tél. 225.53.00
Directrice du développement : Michèle Brandenbourg



Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS
Numéro de Commission paritaire : 57284

A nos abonnés BVP

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 & VIE peuvent être commandées par 2 exemplaires au prix global de 42 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 & 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 - 75008 Paris.
- MODALITÉS DE PAIEMENT :
— Règlement joint à la commande, C. Bancaire - C.C.P. - Mandat Lettre - libellés à l'ordre de Science & Vie.
— Pour les C.C.P. transmettre directement les 3 volets sans indiquer de numéro de compte.
- FACTURES : Émises sur demande pour un montant supérieur à 30 F uniquement.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.
Copyright 1982 « Science & Vie ».

RELAIS BOUTIQUES JEUX DESCARTES

PARIS 75005 - BOUTIQUE PILOTE - 40, rue des Écoles - Tél. 326.79.83 — **PARIS 75008** - NUGGETS 30 - Avenue George-V - Tél. 723.87.11 — **PARIS 75008** - AU NAIN BLEU - 406-410, rue Saint-Honoré - Tél. 260.39.01 — **PARIS 75014** - LUDUS - 120 bis, boulevard Montparnasse - Tél. 322.82.50 — **ALBI 81000** - RELAIS JEUX DESCARTES - 5, rue des Foissants - Tél. (63) 38.14.01 — **ANGERS 49000** - LA BOUTIQUE LUDIQUE - 12, rue Bressigny - Tél. (41) 87.41.85 — **BÉTHUNE 62400** - BONINI JEUX ET JOUETS - 107, rue Sadi-Carnot - Tél. 16 (21) 25.22.28 — **BORDEAUX 33000** - JOCKER D'AS - 7, rue Maucoudina - Tél. (56) 52.33.46 — **BOURGES 18000** - MERCREDI - 22, rue d'Auron - Tél. (48) 24.49.90 — **CANET-PLAGE SUD 66140** - COURRIER SUD - Avenue de la Côte-Radieuse - Tél. (68) 80.20.96 - Ouverture saisonnière du 1^{er} avril 82 au 30 septembre 82 — **CANNES 06400** - LE LUTIN BLEU - 13, rue Jean-de-Riouffe - Tél. (93) 39.51.22 — **CHAMALIÈRES 63400** - PI-ROUETTE - Carrefour Europe - Avenue de Royat - Tél. (73) 36.20.99 — **CHAMBERY 73000** - LE PIERROT LUNAIRE - 42, rue d'Italie - Tél. 16 (79) 85.57.36 — **CLERMONT-FERRAND 63000** - LA FARANDOLE - 14 bis, place Gaillard - Tél. (73) 37.12.58 — **CREIL 60100** - AU LUTIN BLEU - 8, avenue Jules-Uhry - Tél. (4) 455.05.64 — **DIJON 21000** - RÉFLEXION - 19, rue de la Chaudronnerie - Tél. (80) 32.53.51 — **GRENOBLE 38000** - LE DAMIER - 25 bis, cours Berriat - Tél. (76) 87.93.81 — **IVRY** - ÉCOUTEZ VOIR - Le Jeu - La Fête - Centre commercial Jeanne-Hachette - Tél. (1) 672.81.78 — **LA ROCHE-SUR-YON 85000** - AMBIANCE - Centre commercial « Les Halles » - 18, rue de la Poissonnerie - Tél. (51) 37.08.02 — **LA ROCHELLE 17000** - SA-CI PRESSE - Cité commerciale - Rue de Suède - Tél. (46) 67.17.86 — **LE MANS 72000** - JEUX ET LOISIRS - 29-31, rue Gambetta - Tél. (43) 28.47.68 — **LE PUY 43000** - HEXAGONE - 23, rue Saint-Gilles - Tél. (71) 09.54.18 — **LILLE 59002** - LE FU-RET DU NORD - 15, place du Général-de-Gaulle - Tél. (20) 93.75.71 — **LIMOGES 87000** - LIBRAIRIE DU CONSULAT - 27, rue du Consulat - Tél. (55) 34.14.35 — **LORIENT 56100** - LOI-SIRS 2000 - 25, rue des Fontaines - Tél. (97) 64.36.22 — **LYON 69002** - JEUX DESCARTES - 13, rue des Remparts-d'Ainay - Tél. (78) 37.75.94 — **MARSEILLE 13001** - AU VALET DE CAR-REAU - 6, rue du Jeune-Anacharsis - Tél. (91) 54.02.14 — **MENDE 48000** - TEMPS LIBRE - 2, rue de Soubeyron - Tél. (86) 65.04.24 - Ouverture 15 mai 82 — **METZ 57000** - TOP JOYS - 1, avenue Ney - Parking souterrain - Tél. (87) 75.10.95 — **MUL-HOUSE 68100** - ALSATIA UNION - 4, place de la Réunion - Tél. (89) 45.21.53 — **NANCY 54000** - JEUX JOHN - 7, rue Stanislas - Tél. (8) 332.17.50 — **NANTES 44000** - MULTILUD - 14, rue J.-J. Rousseau - Tél. (40) 73.00.25 — **NEVERS 58000** - LES TEMPS MODERNES - 45, rue Saint-Martin - Tél. (86) 61.24.93 — **NICE 06000** - JEUX ET RÉFLEXIONS - 16, avenue V.-Hugo - Tél. (93) 87.19.70 — **NIMES 30000** - JEUX ET JOUETS DE L'HOTEL DE VILLE - 1, rue de l'Assic - Tél. (66) 67.31.35 — **ORLÈANS 45000** - EUREKA - Galerie du Châtelet - Tél. (38) 53.23.62 — **PAU 64000** - LIBRAIRIE LAFON - 3, rue Henri-IV - Tél. (59) 27.71.40 — **PERPIGNAN 66000** - LE HALL DE LA PRESSE - 51, avenue du Général-de-Gaulle - Tél. (68) 34.05.60 — **POITIERS 86000** - OUEST LOISIRS - 26, rue Magenta - Tél. (49) 41.25.88 — **REIMS 51100** - MICHAUD JUNIORS - 2, rue du Cadran-Saint-Pierre - Tél. (26) 40.57.16 — **RENNES 35000** - ORDIFACE - 3, rue Saint-Mélaine - Tél. (99) 30.13.10 — **ROUEN 76000** - ÉCHEC ET MAT - 9, rue Rollon - Angle rue Écuyère - Tél. (35) 71.04.72 — **SAINT-CYPRIEN PLAGE 66750** - LE GRAND LARGE - Boulevard Desnoyers - Tél. (68) 21.02.32 - Ouverture saison-nière du 1^{er} avril 82 au 30 septembre 82 — **SAINT-NAZAIRE 44800** - MULTILUD - 16, rue de la Paix - Tél. (40) 22.58.64 — **SAINT-QUENTIN 02100** - LE WAGON ROUGE - 13, rue Ras-pail - Tél. (23) 82.41.35 — **SAINTE 17100** - LE HOBBY - Rési-dence Saint-Pierre - Quai de la République - Tél. (46) 93.16.58 — **STRASBOURG 67000** - ALSATIA UNION - 31, place de la Cathédrale - Tél. (88) 32.13.93 — **TOULON 83200** - LE MANI-LON - 5, rue Pierre-Corneille - Tél. (94) 62.14.45 — **TOULOUSE 31400** - RELAIS JEUX DESCARTES - 14-16, rue Fonvielle - Tél. (61) 23.73.88 — **TOURS 37000** - POKER D'AS - 6, place de la Résistance - Tél. (47) 66.60.36 — **VALENCE 26000** - RIVE DROITE - 50, Grande-Rue - Tél. (75) 43.33.15 — **VANNES 56003** - LIRE ET ÉCRIRE - 22, rue du Méné - Tél. (97) 47.38.55 — **VICHY 03200** - AU KHEDIVE - 36, rue G.-Clemenceau - Tél. (70) 98.48.21.

BELGIQUE - BRUXELLES 1060 - SERNEELS - 28, avenue de la Toison-d'Or - Tél. 19.32.2.511.66.53 — **KNOKKE 83000** - LA LUDOTHEQUE P.V.B.A. - Zeedijk Het-Zoute 753 - Tél. 19.32.50.60.50.27 — **LIÈGE 4000** - LIBRAIRIE HALBART - Rue des Carmes, 7, 9, 9A - Tél. 041.23.21.25 — **MONS 70000** - MAI-SON BRIQUET - Passage du Centre - Tél. 065.33.52.95 — **NA-MUR 5000** - LA HOTTE - 23, rue de la Croix - Tél. 081.71.42.57.

ABONNEZ-VOUS A SCIENCE & VIE

ABONNEMENT SIMPLE 1 AN: 115 F

Tarif France et Z.F. - 12 numéros mensuels

Tarif pour 2 ans: **220 F**

ABONNEMENT COUPLÉ 1 AN: 169 F

Tarif France et Z.F. - 12 mensuels + 4 numéros

Hors Série thématiques trimestriels

Tarif pour 2 ans: **325 F**

ÉTRANGER

- **BENELUX** 1 an simple **800 FB** - 1 an couplé **1150 FB**
Journal LA MEUSE
8-12, bd de la Sauvenière
4000 LIÈGE - BELGIQUE
CCP 000-0028376-52 Pim-Services Liège
- **CANADA et USA** 1 an simple **35 \$** - 1 an couplé **50 \$**
PERIODICA Inc.
C.P. 220
Ville Mont Royal
P.Q. CANADA H3P 3C4
- **SUISSE** 1 an simple **54 FS** - 1 an couplé **78 FS**
NAVILLE ET CIE
5-7, rue Lévrier
1211 GENÈVE 1 - SUISSE
- **AUTRES PAYS** 1 an simple **160 F** - 1 an couplé **215 F**. Commande à adresser directement à SCIENCE & VIE.

Recommandé et par avion: nous consulter.

BULLETIN D'ABONNEMENT

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

- A compter du n° veuillez m'abonner pour :
☐ 1 an ☐ 1 an + hors série
☐ 2 ans ☐ 2 ans + hors série

Nom

Prénom

N° Rue

Code postal Ville

Age et profession

(Facultatif)

- Ci-joint mon règlement de F par :

☐ Chèque bancaire, ☐ CCP 3 volets,
☐ Mandat-lettre, établi à l'ordre de
SCIENCE & VIE.

Etranger: Mandat international ou chèque
compensable à Paris.

IRRIGUONS LE PAT



Un patrimoine est comme une bonne terre, la meilleure façon de le protéger c'est encore de le faire travailler. Et la terre la meilleure a, elle aussi, besoin d'eau. Lorsque chaque ruisseau contribue à créer une grande énergie, c'est la communauté toute entière qui en tire profit.

PRIMOINE COMMUN.



Au Crédit Agricole, nous saurons vous écouter, vous conseiller les placements adaptés à votre problème et faire profiter votre région de chaque effort personnel. Si vous avez des idées de placement, nous ne manquons pas de bon sens. Ensemble, nous pouvons faire de grandes choses.



Le bon sens près de chez vous

VAINCRE LE MAL DE L'ESPACE



Le premier Français à aller dans l'espace, le lieutenant-colonel Chrétien (à g.), et son remplaçant éventuel, le commandant Baudry.

Dans quelques jours, la France aura "son" cosmonaute. On sait moins qu'elle a aussi des médecins spatiaux de renom qui étudient, comme leurs homologues américains et soviétiques, les réactions de l'organisme à l'absence de pesanteur et qui attendent beaucoup de la prochaine mission franco-soviétique.

● L'on s'est avisé, dès 1974, de la réalité des maladies de l'espace, à la lecture des articles de Charles A. Berry, directeur des Sciences de la vie à la NASA pour les programmes *Gemini*, *Mercury* et *Apollo*. Ayant observé les cosmonautes d'*Apollo* et les 12 hommes envoyés sur la Lune, Berry put expliquer dans *Aerospace Medicine* que, mis à part le stress causé par le lancement et caractérisé par des tachycardies extrêmes, les décharges importantes de substances chimiques nerveuses (catécholamines) et les augmentations de la pression à l'intérieur du thorax, la majorité des troubles dont souffrent les cosmonautes étaient dus à l'absence de pesanteur, situation définie jusqu'ici par le terme d'apesanteur et que, peu à peu, il remplace par celui d'impesanteur.

Quelques considérations de terminologie et de sémantique s'imposent à ce propos. En théorie, les termes d'"apesanteur", d'"impesanteur" et l'expression "gravité zéro" sont synonymes : ils définissent l'absence de gravité. Toutefois, "impesanteur" semble emporter la faveur, du fait qu'étymologiquement il est moins radical et qu'il ressemble plus à la réalité de l'espace. En effet, "là-haut", dans une station orbitale, les mouvements de celle-ci créent quand même une micro-gravité, qui d'ailleurs dérange les instruments de bord et perturbe les expériences. Sans doute cette micro-gravité est-elle négligeable, mais enfin, il n'y a pas absence absolue de pesanteur, et c'est pourquoi nous utiliserons ici le terme d'impesanteur.

Nous utiliserons de même uniformément le terme de cosmonautes pour tous les visiteurs de l'espace, sans égard pour la convention qui ré-

serve celui de "cosmonautes" aux Soviétiques et celui d'"astronautes" aux Américains (et de "spationautes" aux Français !). Ces finasseries cocardières ne méritent pas plus de respect, et l'on peut se demander si l'espace des spationautes se situe ailleurs que dans le cosmos des cosmonautes où évoluent, par ailleurs, les astres des astronautes... Bref.

Les troubles constatés sur les visiteurs de l'espace après des séjours plus ou moins longs étaient-ils graves, étaient-ils réversibles ? A l'époque, Berry concluait que ces troubles n'entraînent toutefois pas de modifications internes assez graves pour être irréversibles et qu'« après une certaine adaptation, l'homme peut survivre dans l'espace et y travailler ». Ni les conditions assez particulières du travail (lors des missions *Apollo* spécifiquement, commandant de bord, commandant en second et pilote du LEM ont respiré un mélange d'oxygène et d'azote de proportions variables et à des pressions variables, entre 34 et 102 bars), ni le rayonnement cosmique (de 0,16 à 0,55 rad), ni la nourriture particulière, ni l'environnement psychologique et physique ne semblaient avoir des effets déterminants. Les Soviétiques quant à eux ont depuis le début préféré faire respirer à leurs cosmonautes un mélange gazeux semblable à celui que l'on respire au niveau de la mer : 78 % d'azote et 20 % d'oxygène à 1 076 millibars.

Les missions *Spacelab* et *Salout* devaient affiner ce point de vue. Et l'on découvre que les symptômes bizarres dénoncés par les cosmonautes, sans distinction de nationalité, sont dus à des causes plus sérieuses que le dépaysement et qu'une "tourista" spatiale. **Tête pleine et face**

de pleine lune sont les symptômes les plus couramment dénoncés. De fait, tous les visiteurs de l'espace ont eu les traits modifiés. Quelques-uns se sont plaint d'épaules carrées, et un a eu la sensation d'avoir été suspendu la tête en bas. Or, ce sont là des effets d'une modification du sys-

lume (volorécepteurs) et de pression (barorécepteurs). Alors ces récepteurs envoient au cerveau un influx nerveux qui inhibe le système sympathique ; dès lors, le système nerveux antagoniste, ou système vague, qui commande un grand nombre d'organes (il réduit normalement

NIET

La présence d'un Français dans la mission Saliout 7 ne pouvait manquer de susciter l'intérêt tout particulier de la presse française. C'est, après tout, un fait qui est propriété nationale et payé par les contribuables qui ont le droit d'être informés en priorité. Telle était du moins notre illusion, lorsque, invités par l'agence de presse soviétique Novosti, sous réserve de l'accord du Centre national d'études spatiales ou CNES, nous nous apprêtions à nous rendre en URSS.

C'était au début de l'année. Nous nous sommes adressés au service de presse du CNES qui a... réservé sa réponse. En avril, nous avons réitéré notre demande, elle a été cette fois nettement refusée.

Nous avons alors prié la revue Soviety Soyuz de bien vouloir réaliser pour nous, à titre confraternel, un reportage sur la préparation du vol. Le reportage a été courtoisement mis à notre disposition par notre confrère soviétique. Or, de Moscou, on nous a averti que le CNES, sans daigner fournir la moindre explication, mettait obstacle à ce transfert d'informations ! Le paradoxe est assez joli, car les Russes, en nous montrant Baïkonour, où pas plus de six Français n'étaient allés jusqu'ici (dont les présidents de Gaulle et Pompidou), offraient à nos lecteurs un "scoop" de première grandeur, tandis que

le CNES, pour sa part, ne protège que le secret de Polichinelle ! Les deux cosmonautes français, eux-mêmes, ont dit à notre correspondant qu'ils ne comprenaient pas !

Le vendredi 4 juin, alors que notre article était déjà à l'imprimerie, nous avons reçu une invitation à participer à un voyage collectif — aller et retour aux frais de la Princesse — au cours duquel un certain nombre de journalistes pouvaient assister en chœur au lancement. Nous y rendre eût sans doute été personnellement très agréable à celui de nos collaborateurs que nous aurions désigné, mais ne pouvait rien apporter à nos lecteurs, à moins de leur infliger une "ressucée" dans notre numéro d'août, quelque deux mois après l'événement.

Nous avons donc décliné l'offre de ces huit jours de vacances semi-gratuites. Par cette cérémonie tardive de "distribution de l'information", le service de presse du CNES, qui avait, bien sûr, des ordres venus d'on ne sait où, aura peut-être l'illusion que la liberté de la presse aura été respectée. Mais il sera bien le seul. De toutes façons, ce jour-là, Science & Vie sera paru depuis longtemps, avec un article qui, pour avoir été fait loin de la férule des attachés de presse, n'en paraîtra peut-être pas moins bien informé.

tème cardio-vasculaire : d'une part le système artériel à haute pression (du ventricule gauche contracté aux artérioles et aux capillaires) et d'autre part, le système veineux à basse pression (des veinules aux grosses veines et aux cavités cardiaques gauches). Au repos déjà, sur Terre, en position allongée tête plus basse que les pieds, il se produit une redistribution importante de la masse sanguine et des liquides organiques (liquides interstitiels contenus entre les cellules) : de 1,5 à 2 l de ces liquides émigrent du bas du corps vers la tête et le cou. En impesant, ces mouvements se produisent de manière encore plus nette. Donc, la face gonfle réellement, le nez se congestionne, les paupières deviennent lourdes et l'on entend moins bien, cependant que les membres inférieurs, "dégonflés", prennent un aspect caractéristique de jambes de poulet.

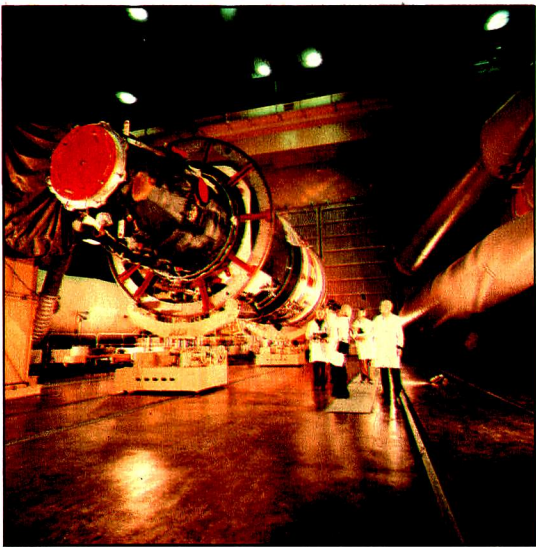
Ce n'est pas tout : cette migration de liquides, cause d'engorgement des veines de la tête, excite des récepteurs situés dans la paroi de l'aorte et de l'artère carotide, à la base du cou. Ces récepteurs sont sensibles aux variations de vo-

le rythme cardiaque et contracte les bronches, excite la sécrétion gastrique et réduit le diamètre du sphincter, de la vessie, etc.), voit son tonus de base diminuer. Cette cascade de messages entraîne la diminution d'hormones chargées de régler le milieu intérieur : la rénine et l'angiotensine, fabriquées par les reins, et l'aldostérone, fabriquée par le cortex de la glande surrénale. Résultat : le rein ne retient plus l'eau et le sel et l'envie d'uriner se manifeste plus fréquemment.

Cette modification est renforcée par d'autres récepteurs, situés, eux, dans le thorax, et stimulés eux aussi par la pression ; ils provoquent, par l'intermédiaire du cerveau, le réflexe de Gauer-Henry, c'est-à-dire une diminution de la sécrétion et de la synthèse d'hormone anti-diurétique (ADH). La "fuite" urinaire du sel et de l'eau s'accuse. Même le mécanisme de la soif est compensé. Bref, l'organisme se comporte comme si, réellement, il y avait augmentation de la masse de liquides corporels. Certes, il ne s'agit pas réellement d'une augmentation de ces liquides, mais les conséquences sont les mêmes.

Mais ce phénomène se limite aux quatre premiers jours seulement ; par la suite, il y a réaction par hypersécrétion des mêmes hormones qui étaient inhibées, aldostérone et ADH.

Il se produit aussi des changements dont les cosmonautes ne sont pas conscients et qui, eux, risquent d'être plus durables : **le fonctionnement du cœur est modifié**. C'est là l'un des points encore obscurs de la médecine spatiale, que le vol franco-soviétique permettra d'approfondir. Dans les premières heures d'un vol, le cœur bat de manière irrégulière, puis il se stabilise à une



LE FRANÇAIS INAUGURE UN SALIOUT DE LUXE. A la différence des autres Saliout lancés jusqu'à ce jour, Saliout 7 (ci-dessus), qui a une masse de 20 tonnes, dispose d'un système électronique assurant automatiquement l'orientation et le pointage des instruments scientifiques, un jeu de télescopes pour capter les rayons X, de nouvelles installations d'expérimentation technologiques se rapprochant de celles utilisées dans l'industrie, ainsi que de nouveaux moyens médicaux de contrôle.

fréquence inférieure à son rythme de base. Toutefois, la pression artérielle est plus élevée et le volume du cœur, mesuré en radioscopie (sur les équipages *Apollo* avant et après le vol), est modifié d'une manière qui semble transitoire ; on dit "sembler", parce que les ventricules cardiaques du commandant d'*Apollo 17* ont définitivement "maigri".

L'espace affecte aussi le cerveau, mais on ne sait pas encore de quelle manière : chez deux des quatre cosmonautes de *Saliout 6*, le débit sanguin cérébral était augmenté et, chez les deux autres, diminué. Étant donné que la plupart des expériences médicales des programmes spatiaux ont eu lieu, soit après, soit avant le lancement, étant donné aussi que la simulation sur Terre et l'impesanteur ne reproduit que certains effets, les cosmonautes du vol franco-soviétique seront munis d'un appareil nouveau : une sonde

LE SLADE : UN ACCÉLÉRATEUR LINÉAIRE DE COSMONAUTE...

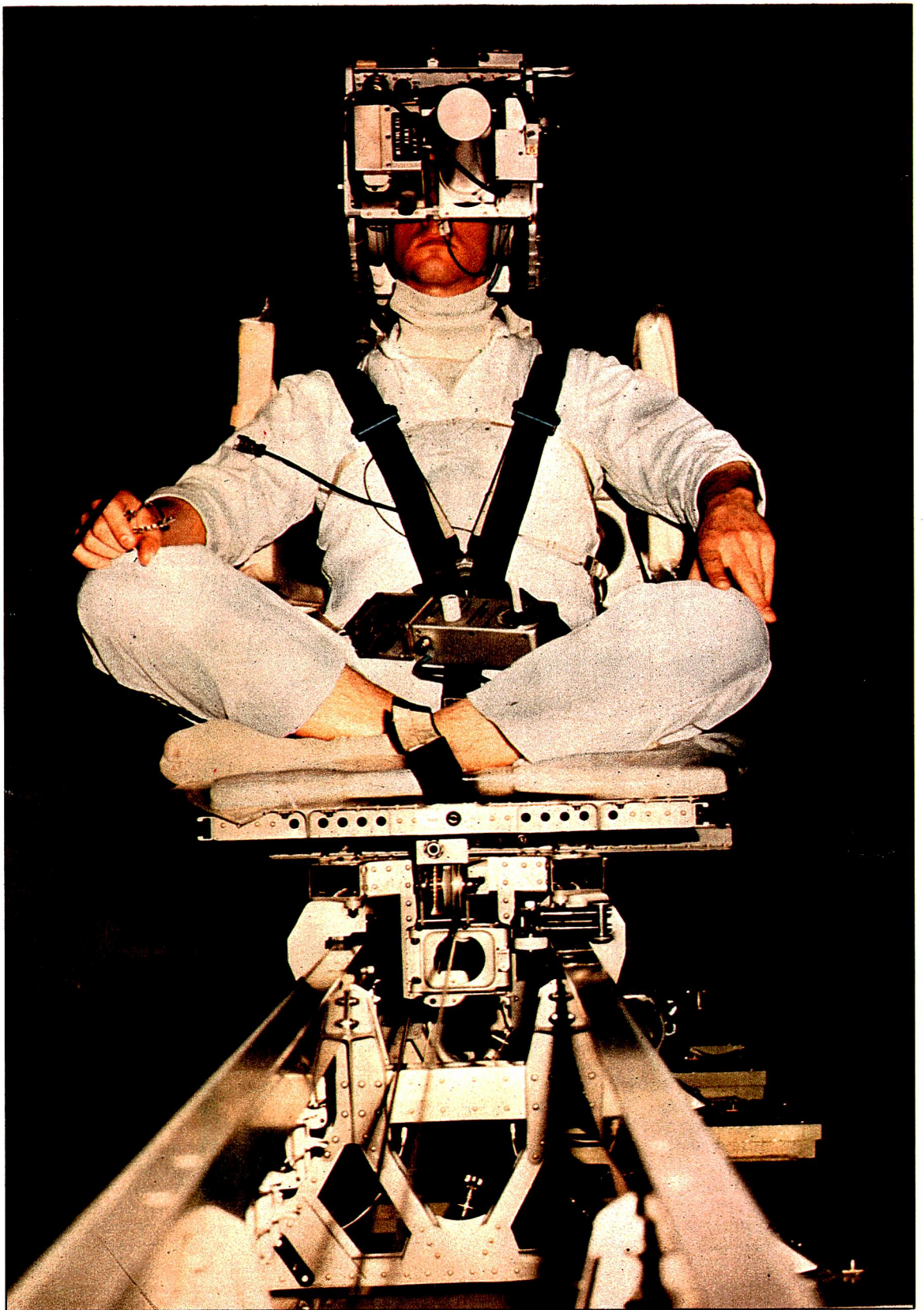
Ce dispositif, qui sera embarqué sur le laboratoire orbital européen *Spacelab*, permettra d'approfondir l'étude des réactions dans l'espace de l'appareil vestibulaire, qui régit l'équilibre chez l'homme. Le siège mobile (qui peut être déplacé de haut en bas, latéralement à 90°, ou couché) est fixé sur un traineau monté sur deux rails parallèles de 4 mètres de long, qui permet de reproduire des accélérations correspondant à des vitesses de l'ordre de 2 mètres par seconde. Le boîtier posé entre les jambes du sujet est un système de commande dont un bouton "manche à balai" lui permet d'indiquer dans quelle direction il "croit" se déplacer. Le casque (qui contient aussi des haut-parleurs) est muni d'une caméra de télévision à infrarouges ayant une cadence de défilement double de celle d'une télévision normale (une image toutes les 10 millisecondes).

Celle-ci va filmer les mouvements "réels" des yeux, leur position et les réflexes oculaires pendant les accélérations (des électrodes fixées sur la paupière analysent, elles, les mouvements très rapides des yeux lors des déplacements du siège). Enfin, une caméra peut projeter simultanément des "scènes" devant les yeux du sujet qui, grâce à un deuxième bouton de commande sur le clavier, aura une possibilité d'intervention sur celles-ci (déplacement ou rotation de cibles). Ainsi, la comparaison des sensations subjectives de mouvements du sujet et des mouvements réels de ses yeux (ces derniers étant asservis à l'ensemble du système vestibulaire) permettra-t-elle d'affiner les recherches et ainsi de mettre un terme à certains "maux" dont se plaignent les cosmonautes (voir encadré p. 15).

contenant un émetteur et un récepteur d'ultrasons, fixée sur le cou et capable de mesurer les vitesses de passages du sang dans la carotide, ce qui donnera des indications sur le débit sanguin cérébral. Cette sonde fonctionne sur le principe Doppler-Fizeau, c'est-à-dire celui de la variation de la fréquence en fonction de la vitesse, et elle fournira des informations en permanence pendant 4 des 7 jours du vol. Son sigle est *DS-1*. Une autre sonde, *DS-2*, mesurera le volume du sang éjecté par le cœur, les variations de l'épaisseur même du muscle cardiaque, les temps de contraction du ventricule gauche, etc. Il s'agit là, en fait, d'un échotomographe portatif fonctionnant comme le *DS-1*.

Sur Terre, une seule méthode permet de reproduire la redistribution des liquides du corps en impesanteur, c'est celle qui consiste à coucher le sujet avec les pieds plus haut que la tête de 4 à 8° (anti-orthostatisme). On étudie actuellement au Laboratoire d'hémodynamique du Service de neurologie du CHU Toulouse-Rangueil, sous la direction du Pr Beset et du Dr Guell, les moyens chimiques de contrebalancer les effets de l'impesanteur. Pour le moment, on pallie mécaniquement les effets de l'impesanteur : les neuf astronautes des trois missions *Skylab* soumettaient régulièrement la moitié in-

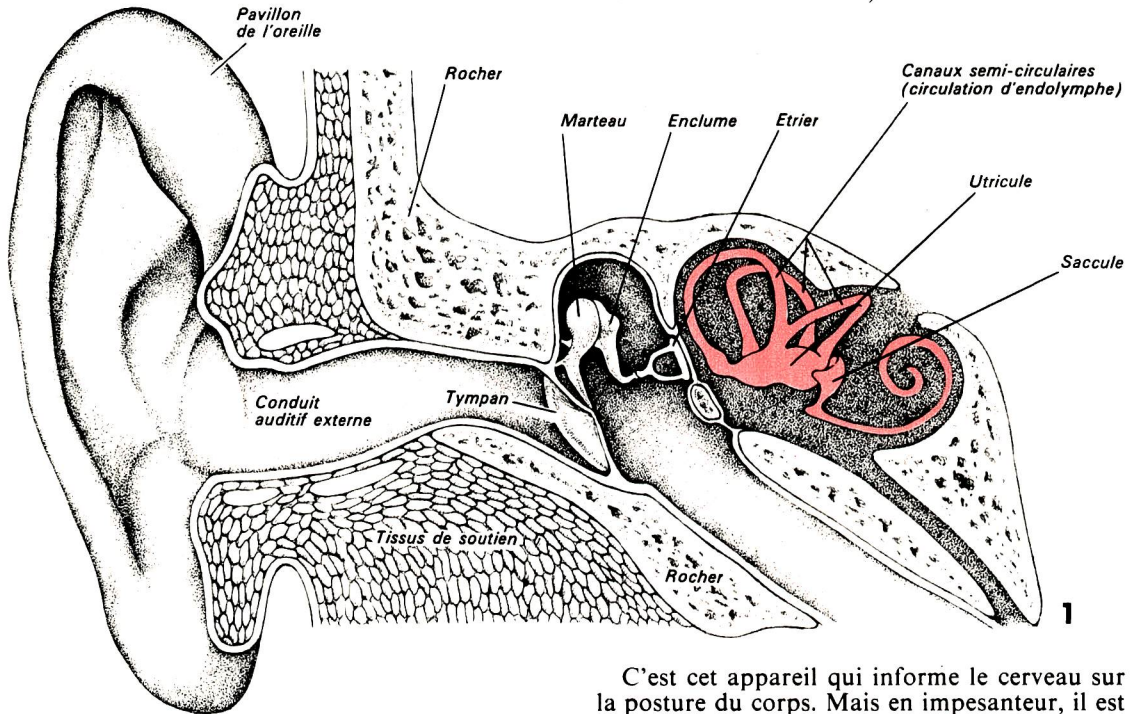
(suite du texte page 12)



férieure de leurs corps à une pression négative, dans un caisson conçu à cet effet, pour éviter les désagréments décrits plus haut.

Plusieurs cosmonautes se sont plaint de vertiges. Et ce n'est pas l'altitude qui était en cause ! Sur Terre, déjà, le seul fait de se tenir debout met en jeu un système d'une grande complexité, composé de programmes moteurs reliés entre eux par l'intermédiaire du tronc cérébral

myographique, le tracé de l'activité musculaire précède de quelques centaines de millisecondes le mouvement du bras. Puis un programme réactionnel prend le relais : le mouvement du bras entraîne un couple de force au niveau de l'épaule et du tronc, qui projette celui-ci en arrière, puis à nouveau en avant quand le mouvement cesse. Le rôle majeur revient à l'appareil vestibulaire, organe de l'équilibre par excellence, contenu dans l'oreille interne (voir explication détaillée ci-contre).



et du cerveau. Ainsi, quand on élève le bras, on impose à l'organisme un déplacement du centre de gravité qui doit se trouver de nouveau projeté au centre du polygone de sustentation ; c'est-à-dire qu'on lui impose aussi un nouveau plan de travail, dont les nouvelles données sont les informations fournies sur le changement de position par le bras, l'œil et l'appareil vestibulaire (l'oreille interne) et par les récepteurs tactiles sous la peau qui assurent la reconnaissance de la perception fine (corpuscules de Meissner) ou de la perception appuyée (corpuscules de Pacini), ou encore de la perception des tractions ou des pincements (corps de Ruffini) et la sensation de froid (Golgi-Mazzoni) ; pour rétablir la posture, l'organisation motrice doit s'auto-programmer. Tout mouvement est ainsi constamment relié à la posture.

Sur Terre, ces adaptations de programmes sont très caractéristiques : un programme d'anticipation est mis en œuvre avant même que le mouvement n'ait lieu ; on le vérifie par les différences dans les potentiels électriques des muscles de la jambe en fonction du temps ; c'est ainsi que, sur la bande d'enregistrement électro-

C'est cet appareil qui informe le cerveau sur la posture du corps. Mais en impesanteur, il est court-circuité ; le cerveau est privé d'une source d'informations essentielle. Mais à quel point essentielle ? Quelle est la part de l'appareil vestibulaire dans les informations du cerveau sur la posture ? « C'est là toute la question », commente le Dr Clément, assistant du Pr Lestienne, le chef du Laboratoire de physiologie neurosensorielle du CNRS à Paris. Et c'est pourquoi le Pr Lestienne a mis au point une "manip" qui a été embarquée sur *Saliout 7*, sous le nom de "Projet posture". « Il est, poursuit le Dr Clément, actuellement difficile de faire la part des différents signaux et de leurs relations dans l'information cérébrale sur la posture et le mouvement. Par exemple, une scène de cinéma projetée devant un sujet immobile lui donne une sensation de mouvement. Est-ce donc l'œil qui domine ? Mais les expériences classiques de stimulation d'un seul muscle entraînent également pour le sujet une sensation de mouvement. »

Ce que le "Projet posture" se propose de faire, c'est de profiter du fait qu'en apesanteur, les récepteurs-émetteurs d'informations (vestibulaires, tactiles et musculaires) sont isolés et que leurs signaux n'ont plus accès aux centres supérieurs cérébraux, afin de déterminer le rôle

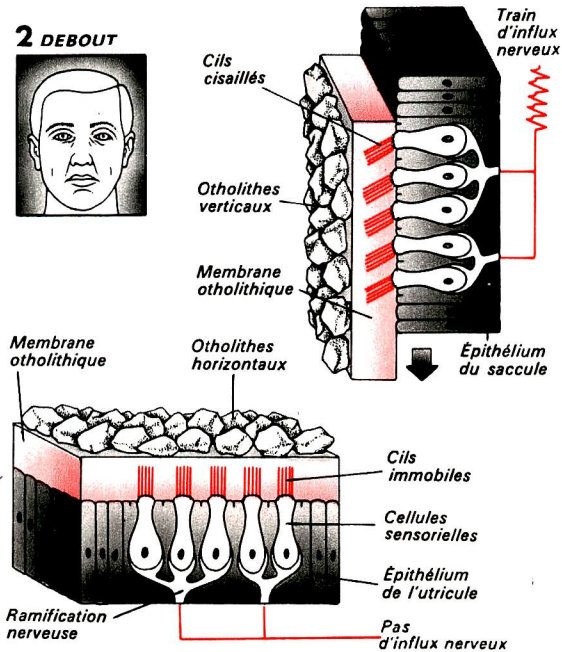
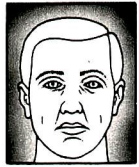
(suite du texte page 14)

LE SENS DE LA POSTURE : UNE MÉCANIQUE RAFFINÉE

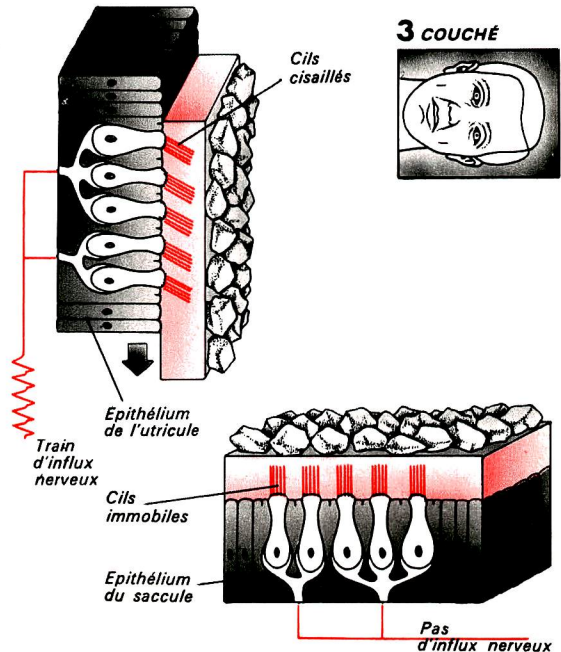
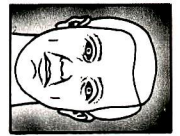
Plusieurs organes participent au sens de l'équilibre et de l'orientation chez l'homme : l'ouïe, la vue et le toucher. Mais il existe un organe "spécialiste" de cette perception : l'appareil vestibulaire (1). Logé au fond de l'oreille interne, derrière les osselets (marteau, enclume et étrier) qui transmettent les sons, il est comparable à un gyroscope creux rempli de liquide (l'endolymphe). Ce dernier circule dans les 3

canaux semi-circulaires, orientés dans chacun des trois plans de l'espace et en communication avec deux cavités plus grandes remplies aussi d'endolymphe (l'utricle et le saccule) et tapissées d'un épithélium (tissu de cellules sensorielles qui transforme l'information en influx nerveux), qui est renflé au niveau de la zone proprement sensorielle de chacun d'eux (la macula). Le pôle supérieur de ces

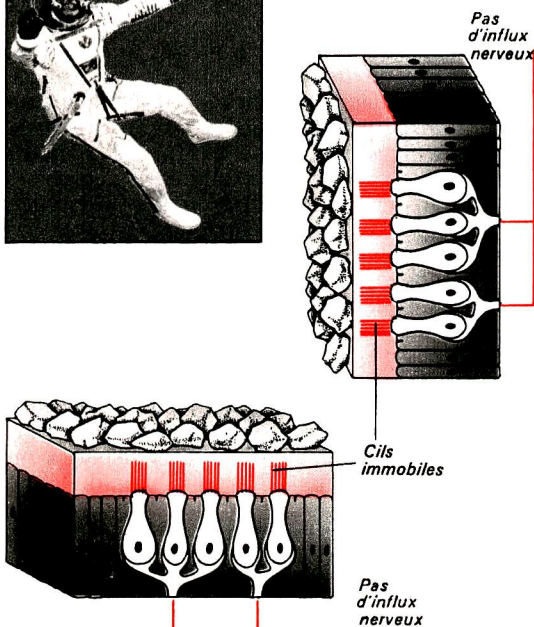
2 DEBOUT



3 COUCHÉ



4 EN APESANTEUR

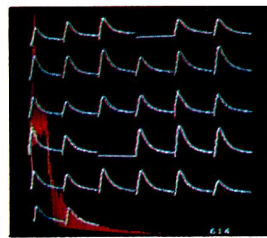
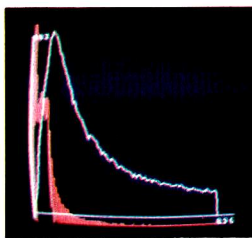


cellules est muni de longs cils, qui sont englobés dans une matière gélatineuse (la membrane otolithique) recouverte de micro-cristaux de carbonate de calcium (les otolithes).

En position debout (2), les otolithes horizontaux de l'utricle et les cils sont immobiles : il n'y a pas de transmission d'information nerveuse. Par contre, leurs homologues verticaux du saccule glissent sous l'influence de la pesanteur et cisailent les cils, qui envoient alors un train d'influx nerveux indiquant leur position verticale aux centres supérieurs qui engendreront alors une "représentation" de la position debout. En position couchée (3), c'est l'inverse : les otolithes du saccule sont horizontaux et leurs cils immobiles : les cellules ne transmettent aucune information. Ceux de l'utricle, eux, sont verticaux ; leurs cils sont donc cisailés à leur tour, les cellules envoyant alors le train d'influx qui donnera la "représentation" de la position couchée.

En apesanteur totale (4), par contre, les otolithes n'ont plus de poids et, quelle que soit la position du corps, l'ensemble sensoriel est donc mis au repos. Cependant, si une accélération brutale survient, le liquide endolympatique est soumis à un mouvement brutal et inverse du mouvement original, ce qui cisaille les cils des cellules réceptrices, qui génèrent alors un influx. L'étude de ces mouvements en apesanteur et leurs conséquences sur la fonction vestibulaire permettra de mieux analyser le fonctionnement de ce système dans les conditions habituelles de vie dans l'espace.

précis des récepteurs optiques. Tâche complexe, car les informations de récepteurs différents peuvent se croiser. Exemple : on sait que les informations visuelles sont dirigées vers le cortex visuel, dans la région postérieure (occipitale) du cerveau, mais on sait aussi que certaines d'entre elles sont projetées aussi dans les noyaux du tronc cérébral, où se trouvent justement les noyaux vestibulaires, ceux qui sont "spéciali-



sés" dans la réception des informations de l'appareil vestibulaire. Voilà pourquoi, si l'on projette par exemple une scène de piqué en avion, prise de l'avion même, on déclenche chez le spectateur des réflexes moteurs posturaux.

Une expérience réalisée au sol sur J.-L. Chrétien et Patrick Baudry entre autres, a révélé que, si on limite le champ de vision en faisant regarder par deux tubes, et que l'on restreint ainsi ce champ à la zone correspondante de la rétine qui s'appelle macula (et qui contient le plus grand nombre de cellules visuelles), on supprime une partie du potentiel des récepteurs visuels périphériques de la rétine. Si on déclenche alors un mouvement corporel, les programmes moteurs d'adaptation se mettent en route beaucoup plus vite : moins informé, le cerveau devient alors plus vigilant. Une autre expérience, également réalisée au sol dans le cadre du projet SLADE (voir photo p. 10) a, elle, révélé que l'appareil vestibulaire exerce un contrôle sur les mouvements de l'œil.

Sans doute les symptômes du mal de l'espace disparaissent-ils vers le troisième ou quatrième jour, et les nausées, vertiges et vomissements, séquelle banale, ne durent pas beaucoup plus longtemps quand ils réapparaissent au retour sur la Terre (car ils réapparaissent lors de la réadaptation de l'organisme au plancher des vaches). Mais c'était là une constatation empirique et l'on ne sait pas fondamentalement s'il n'y a pas altération subtile et durable du sens de l'équilibre chez le visiteur de l'espace. L'expé-

rience franco-soviétique permettra d'en avoir le cœur plus net et d'envisager plus sérieusement la colonisation de l'espace.

Les os deviennent poreux et le squelette s'allonge en effet, et ces phénomènes-là ne semblent pas entièrement réversibles. C'est bien la preuve que la minutie des recherches de médecine spatiale et l'appareillage souvent très coûteux qui y est engagé (voir l'exemple du capteur carotidien p. 19, qui a coûté quelque 8 millions de francs et qui sera embarqué sur *Saliout*) n'est pas fondée sur des scrupules. Les cosmonautes se déminéralisent par des pertes de calcium d'au moins 100 mg par jour au moins (lors des missions *Skylab*). Ces pertes apparaissent très tôt lors des vols et ne se stabilisent que vers le trentième jour, c'est-à-dire qu'elles se soldent par une perte totale de quelque 3 g (la réserve calcique humaine étant d'environ 1 kg).

Sans doute ces pertes varient-elles de sujet en sujet et sans doute aussi sont-elles apparemment dépendantes de la durée de la mission (elles ne se sont pas produites dans la mission *Skylab* de 28 jours, mais dans les missions de 59 et 84 jours). Il n'en reste pas moins que, pour l'équipage d'*Apollo 17*, par exemple, la perte calcique était importante et elle n'a jamais disparu complètement, en dépit d'un régime alimentaire riche en calcium.

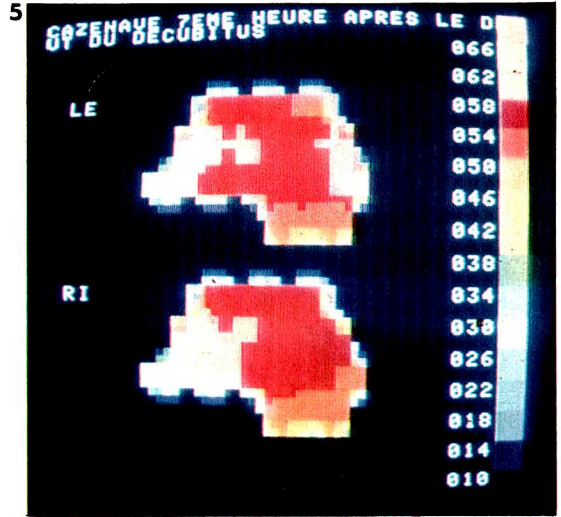
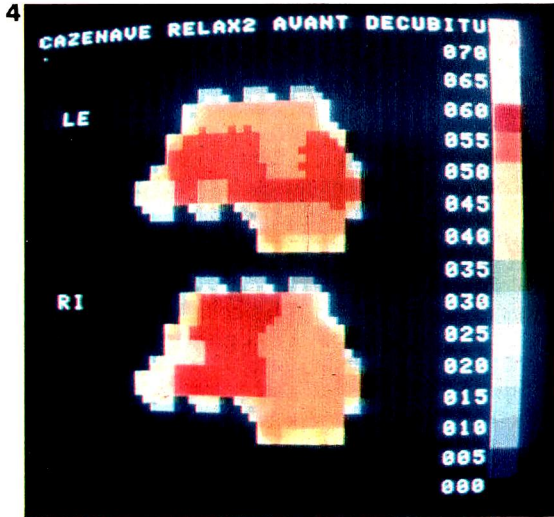
En revanche, l'allongement du squelette (de 2 à 4 cm), causé par la décompression des disques intervertébraux (voilà au moins un remède contre la sciatique !), est réversible au retour sur

(suite du texte page 16)

LA "GROSSE TÊTE" EXPLIQUÉE PAR LE XÉNON 133

Pendant les premiers jours d'un vol spatial, les cosmonautes se plaignent souvent d'avoir une "grosse tête", ce qui pourrait être traduit par l'impression d'avoir la tête pleine. Les symptômes relatifs à cet état (paupières bouffies, veines dilatées...) sont consécutifs à un problème de redistribution du sang vers la tête en apesanteur. On connaissait

compare directement chacune des 16 courbes avec la courbe respiratoire et qui fournit le chiffre du débit sanguin cérébral (calculé en ml/100 g de matière grise et par minute). Les résultats du calcul sont ensuite projetés sur écran sous forme de cartes, dites hémodynamiques (4 et 5). Pour les comprendre, il faut savoir que l'ordinateur représente séparément



donc déjà la nature du problème. Restait à préciser le mécanisme de cette redistribution.

Pour ce faire, on a simulé pendant 7 jours les effets d'apesanteur sur un sujet allongé, la tête placée de 4 à 8° plus bas que les pieds. Ensuite, en position semi-allongée (comme on le voit en 3), on fait respirer au même sujet un gaz radioactif : du xénon 133 (de 15 à 20 millicuries). Le gaz expiré est alors récupéré dans un tuyau et sa radioactivité résiduelle mesurée. Sur la tête, le casque contient de chaque côté 16 compteurs à scintillation reliés à un ordinateur qui analyse simultanément la croissance et la décroissance de la radioactivité du gaz, telles qu'elles se produisent dans les hémisphères du cerveau.

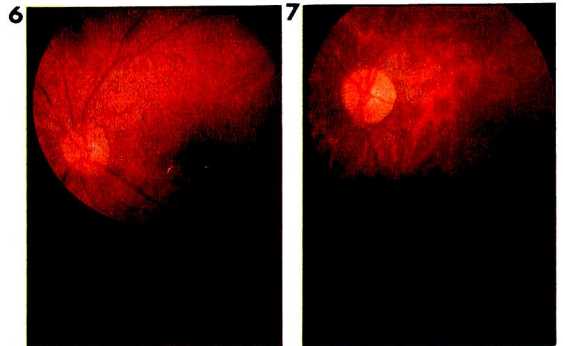
On obtient ainsi des courbes dites de "clearance", ou d'élimination de la radioactivité : une courbe pour le circuit respiratoire (1), et 32 courbes (2 x 16) pour le circuit cérébral (2). C'est l'ordinateur qui

chaque hémisphère — chacun de ceux-ci étant ici désigné en anglais, LE (pour left) signifie hémisphère gauche et RI (pour right) signifie hémisphère droite. De plus, chaque nuance de couleur correspond à une intensité de débit (par exemple, en 4, le rouge = 60 ml/100 g de matière grise et par minute et en 5, le rouge = 58 ml/100 g de matière grise et par minute).

Si l'on compare les cartes ainsi obtenues avant (4) et après la simulation (5), on constate une augmentation du débit sanguin cérébral de l'ordre de 15% (non visible ici) et une redistribution de ces débits, les plus grands se faisant avant l'expérience dans les zones frontales et pré-frontales (en 4, zones colorées situées à gauche), et après l'expérience dans les zones pariétales et temporales (en 5, zones colorées situées à droite). Cela expliquerait la "grosse tête" dont se plaignent souvent les visiteurs de l'espace.

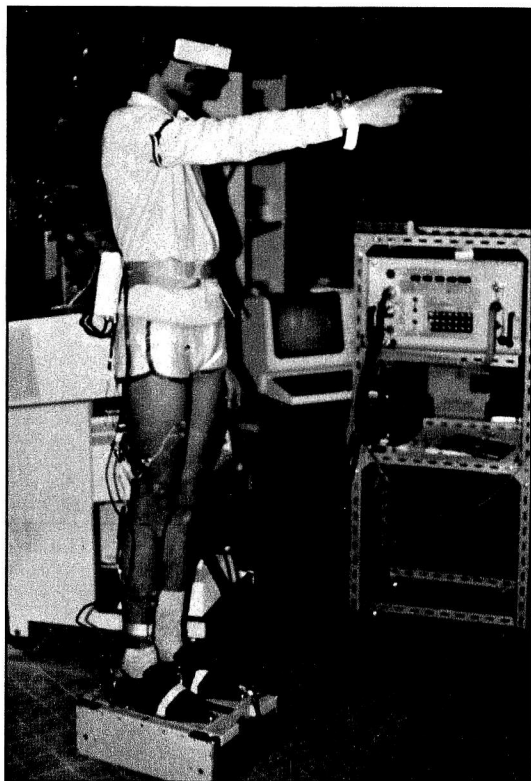
LE FOND DE L'ŒIL, FENÊTRE OUVERTE SUR LE CERVEAU.

Les deux photos ci-contre représentent le fond de l'œil dans des conditions normales et après 7 jours de simulation de vol en apesanteur. Dans le premier cas (6), les vaisseaux sanguins de la rétine ont un calibre normal et la pupille (zone blanche dépourvue de cellules sensorielles) est nette ; le reste du champ rétinien est normalement coloré. Dans le second cas (7), les vaisseaux sont très dilatés, ils semblent soulevés au-dessus de la rétine, la pupille est floue et le reste du champ est nettement plus sombre. Une telle différence à ce niveau serait une preuve supplémentaire que la sensation de "grosse tête" résulterait d'un engorgement veineux au niveau du cerveau.



COMMENT ON SE TIENT DANS LE CIEL

Pour étudier la posture d'un individu en état d'apesanteur, les médecins ont conçu un chariot monté sur roulements et muni de capteurs de mouvement très sensibles. Le sujet, placé sur celui-ci, a des électrodes fixées sur les muscles de la jambe pour mesurer leurs potentiels électriques. Un autre appareil (l'analyseur d'angulation) est, lui, fixé à la cheville et permet de connaître la variation de l'an-



gle naturel de la cheville en position debout et en mouvement. Enfin, deux accéléromètres à 90° l'un par rapport à l'autre, sont fixés au poignet du sujet. L'ensemble de ces appareils est relié à une boîte relais qui recueille les informations électriques et les dirige vers un ordinateur les transformant en données numériques (dans le cas d'un vol spatial, elles sont stockées sur cassettes pour être ensuite étudiées au retour).

Grâce à ce système, on a pu constater que quand le sujet projette son bras en avant, il crée un couple de force au niveau de son épaule qui attire le torse vers l'arrière. Alors, pour maintenir son équilibre, le sujet contracte instinctivement les muscles de ses jambes et l'angle de ses chevilles se referme. Ces phénomènes, en eux-mêmes révélateurs sur la dynamique de la posture, sont exagérés lorsque le sujet ne dispose que de la vision tubulaire, c'est-à-dire lorsqu'il ne voit plus qu'à travers d'un "tunnel" délimité, centré sur la zone de la rétine ayant le plus de cellules sensorielles, la macula (ici créé grâce au masque placé sur les yeux). L'étude en apesanteur des modifications de ces éléments de réaction et d'anticipation des programmes moteurs d'ajustement à une nouvelle posture déterminera plus précisément les capacités d'adaptation de l'homme à la vie dans les futures stations interplanétaires.

(suite de la page 14)

la Terre. Les cosmonautes maigrissent et c'est là un autre aspect discret des modifications entraînées par l'espace et qui intéressent la médecine spatiale. Cet amaigrissement s'explique en grande partie par la perte de liquides, surtout cellulaires, causée par la redistribution des masses liquides de l'organisme décrite plus haut. La diurèse abondante entraîne bien un abaissement du poids. Mais les cosmonautes maigrissent aussi parce qu'ils perdent des protéines, et là, c'est un amaigrissement véritable.

Quand on a dressé les bilans azotés et caloriques des membres de la mission *Apollo 17*, c'est-à-dire quand on a calculé l'azote qu'ils ont absorbé dans leur nourriture et l'azote qu'ils ont excrété après le vol (en comparaison avec celui qu'ils avaient excrété avant), on a trouvé que ces bilans étaient négatifs. Or, le taux d'azote révèle comment les protéines sont assimilées et détruites (métabolisme et catabolisme). On a cherché à savoir d'où venait donc l'azote perdu et l'on a trouvé qu'il venait des muscles. On a alors essayé de savoir si les cosmonautes "mangeaient bien" (on leur avait préparé des rations de 2500 calories par jour) et l'on s'est aperçu qu'ils ne mangeaient pas comme ils auraient dû ; ils consommaient moins de calories qu'il ne leur en fallait. Pourtant, ils n'avaient pas eu faim, assuraient-ils, et ils avaient pris les rations prévues. Alors ? On ne connaît pas vraiment la réponse et l'on se contente, jusqu'à plus ample informé, de conclure que, dans l'espace, on a moins faim que sur la Terre...

Certains cosmonautes ont souffert de troubles cardiaques (palpitations, extra-systoles). C'est sans doute parce qu'ils s'étaient entraînés durement avant le départ, en été, et qu'ils avaient consommé beaucoup d'eau et de sel, mais pas du tout de potassium, nécessaire pour équilibrer le sodium ; or, comme leurs rations alimentaires n'étaient pas particulièrement riches en potassium, et que, par ailleurs, ils perdaient beaucoup de potassium dans les urines (du fait des pertes de liquides dues, encore une fois, à la redistribution des masses liquides), les pompes à sodium des cellules du cœur en ont souffert. C'est donc là une perte que l'on pourra sans doute pallier. Reste à vérifier qu'il suffira d'y remédier pour remédier aussi au rétrécissement permanent des ventricules qui menace les cosmonautes, comme on l'a vu plus haut pour le commandant d'*Apollo 17*.

Des infections tenaces à répétition ont été observées chez les cosmonautes. Avant et après les vols, on effectue des prélèvements bactériens sur la peau, les muqueuses, la bouche et les voies respiratoires supérieures (gorge et narines), les yeux et dans les urines. Les prélèvements effectués après les vols ont révélé des changements importants et caractéristiques dans les bactéries qui "habitaient" sur les équipements des *Salvo* aussi bien que des *Apollo*.

Certains germes, tels *Candida albicans*, que l'on rencontre surtout en milieu hospitalier, semblent se porter encore mieux dans l'espace

(suite du texte page 19)

LES EXPÉRIENCES FRANÇAISES DANS SALIOUT 7

Les autres expériences que fera le cosmonaute français à bord de Saliout 7 concerneront l'astronomie, l'aéronomie (c'est-à-dire étude de la haute atmosphère) et la science des matériaux.

Astronomie et aéronomie. Étant donné qu'il est impossible d'observer depuis la Terre les astres situés dans la gamme des rayonnements de courte longueur d'onde (infrarouge proche, ultraviolets, X et gamma), qui sont filtrés par l'atmosphère. Saliout 7, à 350 km d'altitude, pourra recueillir des données aussi abondantes que précieuses. Trois expériences sont programmées : PCN, PIRAMIG et SIRENE.

● Pour PCN, un appareil photographique ordinaire sera installé devant l'un des hublots de Saliout 7. Muni d'une pellicule ultrasensible, dont la manipulation demandera d'ailleurs des soins particuliers, cet appareil pourra enregistrer dans le ciel des objets de très faible luminosité, c'est-à-dire d'une magnitude supérieure à 20, pour trouver ainsi de nouveaux quasars ou des galaxies inconnues.

● L'expérience PCN sera complétée par PIRAMIG (Photographie, Infrarouge, Milieu Interplanétaire, Galaxies), qui permettra au cosmonaute d'enregistrer le rayonnement infrarouge émis par les astres et l'atmosphère. L'appareil est un boîtier photographique faisant office de télescope à grand champ, mais à faible pouvoir de résolution. Un amplificateur de lumière placé au foyer de l'objectif multipliera par 10 000 la luminosité reçue à travers le hublot "astronomique" de Saliout 7. La grande sensibilité due à cet amplificateur imposera d'observer dans la nuit absolue, c'est-à-dire lorsque la station orbitale se trouvera dans le cône d'ombre de la Terre, ce qui se produit pendant une trentaine de minutes à chaque orbite.

Réglé sur l'infini, PIRAMIG permettra de déceler non seulement des sources d'émission infrarouges extrêmement faibles, comme des galaxies lointaines, mais aussi des nuages de gaz et de poussières interstellaires en contraction gravitationnelle, donc en cours de gestation d'étoiles.

Ces concentrations de poussières interplanétaires intriguent les astrophysiciens. L'une d'elles est célèbre, puisqu'elle est la cause de la lumière zodiacale, lueu observable depuis la Terre, dans de bonnes conditions de visibilité, juste avant le lever ou juste après le coucher du Soleil. C'est une zone lumineuse vaguement triangulaire qui s'élève au-dessus de l'horizon, et dont la singularité est que son axe s'aligne sur l'écliptique, c'est-à-dire la projection de l'orbite de la Terre sur la sphère céleste. Des poussières on passe aux gravats avec la recherche des "nuages de Kordylevski", qui promet d'être un autre point fort de PIRAMIG. L'astronome polonais qui a donné son nom à ces nuages, d'ailleurs encore hypothétiques, postule qu'il existerait des concentrations de matériaux cosmiques, essentiellement des résidus de comètes, aux points de Lagrange de la Terre. Ces points constituent l'une des étrangetés de la mécanique céleste, laquelle "veut" qu'à 60° devant et 60° derrière une planète, sur son orbite, existent deux zones gravitationnellement stables, sortes de décharges célestes où tout corps demeure jusqu'à la fin des temps à l'abri des attirances et des répulsions de la gravita-

tion. Ce fut l'astronome français Louis-Joseph Lagrange qui, en 1788, releva cette particularité en étudiant les mouvements de trois corps célestes. L'hypothèse se confirma en 1906, lorsqu'on photographia à l'un des points assignés par Lagrange à la planète Jupiter, un astéroïde que l'on nomma Achille. D'autres corps célestes furent trouvés aux points de Lagrange pour Jupiter, qui furent tous nommés d'après des héros de la Guerre de Troie... Or, il existerait beaucoup plus de corps célestes aux points de Lagrange du système solaire qu'on l'avait supposé. Les "Voyagers" américains en ont ainsi trouvé pour deux des lunes de Saturne, Téthys et Dioné. Et Kordylevski est tout à fait fondé à postuler les tas de gravats à 400 000 km devant et derrière la Lune, sur son orbite. Concentrations sans doute faibles, mais enfin, les astronomes aiment bien avoir le cœur net.

PIRAMIG informera aussi sur la haute atmosphère, en photographiant les émissions lumineuses déclenchées par le choc des particules solaires sur les atomes ou les molécules de l'atmosphère, entre 300 et 1 000 km d'altitude. Cela permettra de définir la nature des échanges d'énergie qui se produisent entre stratosphère et mésosphère. On sait déjà que les couches situées au-dessus de 50 km ne transmettent pas toujours l'énergie qu'elles reçoivent. A ce niveau-là, en effet, l'atmosphère n'a plus la même composition chimique ; dans la mésosphère, l'azote et l'oxygène ne sont plus mélangés parfaitement et ils commencent à se répartir selon leurs masses moléculaires.

Toujours à propos de poussières, PIRAMIG enregistrera sans doute les faibles rayonnements infrarouges émis par les "nuages", condensations de poussières météoriques situées à 80 km d'altitude.

● L'expérience SIRENE consistera à prendre le spectre de sources de rayons X et gamma (restes de supernovae, supernovae, certains noyaux galactiques) avec une finesse dans le temps d'une milliseconde pour en déceler les fluctuations extrêmement brèves.

Élaboration de matériaux. Sur Terre, la pesanté limite la fabrication de cristaux performants, car elle favorise la création de courants de convection qui perturbent fortement la solidification d'un mélange en fusion. Ces courants de convection sont dus à deux actions antagonistes au sein du mélange en fusion : la présence, d'une part, d'un gradient (une variation) de température et, d'autre part, l'influence de la pesanté. Par exemple, si l'on chauffe un liquide dans une coupe, les couches les plus basses du liquide deviennent moins denses, donc plus légères, et elles ont tendance à monter, alors que les couches les plus hautes deviennent plus lourdes en se refroidissant, ce qui les fait descendre. On aboutit ainsi, pour une température critique, à des courants de convection qui forment des tourbillons dans la matière liquide ; d'où l'apparition de défauts dans la structure des cristaux en formation.

Dans l'espace, ces phénomènes parasites disparaissent, puisque la pesanté est inexistante. La solidification de l'alliage ou du semi-conducteur ne dépend plus alors que de la vitesse de diffusion (c'est-à-dire du mélange des atomes d'un des

LES EXPÉRIENCES FRANÇAISES (suite)

constituants de l'alliage avec ceux de l'autre), qui confère au cristal son homogénéité de composition et de structure. Mais on ne sait pas pour autant comment s'effectue exactement cette diffusion. Il semblerait qu'il se produise quand même une micro-convection au sein d'une petite pellicule d' $1/10^{\circ}$ de millimètre d'épaisseur à la jonction des deux corps en présence. Si c'est le cas, cela remettrait en cause les idées antérieures des spécialistes sur les phénomènes de convection. La méthode choisie dans l'expérience consiste à mesurer le coefficient de diffusion d'un cristal de cuivre pur dans une solution de cuivre-plomb. Ainsi saura-t-on si les micro-convections existent.

Une autre expérience, baptisée justement "DIFFUSION", consistera à étudier ce qui se produit lorsque deux corps métalliques (du cuivre et du plomb) passent de l'état liquide à l'état solide, et vice-versa. A l'état solide, un cristal est formé d'atomes répartis très régulièrement. Quand on le chauffe, les noyaux vibrent de plus en plus rapidement autour de leur position moyenne. Lorsque l'écart devient trop important (supérieur ou égal à la place occupée par deux atomes) le cristal fond, et il y a éventuellement transition vers l'état liquide, où la matière est constituée d'atomes animés d'un mouvement désordonné et incessant, à la manière de billes dans un sac.

Lors de cette transition, le composé liquide se diffuse dans la matière restée encore solide. En mesurant en apesanteur la vitesse de cette diffusion du liquide dans le solide, on pourra mieux connaître comment les impuretés entrent dans un alliage.

Autre domaine d'intérêt pour les métallurgistes : la création de substances nouvelles. Certains alliages n'existent en effet que sur le papier ; ils ne peuvent pas être obtenus en pratique parce que non miscibles : leurs atomes, en quelque sorte "incompatibles", ne peuvent assurer de liaisons entre eux. Sur Terre, deux métaux mis en présence l'un de l'autre, sont le siège de phénomènes de convection qui empêchent leur fusion complète. Ils se séparent avant leur solidification, et l'alliage n'est pas obtenu. Dans l'espace, les phénomènes hostiles disparaissent presque totalement, à l'exception d'une émulsion dans laquelle se produisent les phénomènes de coalescence (au lieu de se mélanger intimement à l'autre métal, les atomes du premier métal de l'alliage diffusent en son sein et s'agglomèrent entre eux pour former des globules).

Le cosmonaute français utilisera dans Saliout 7 de l'aluminium et de l'indium. A très haute température, la solubilité de ces métaux est complète. Lorsque leur température baisse, des globules apparaissent : des gouttes d'indium se forment au sein de la masse liquide d'aluminium et grossissent par coalescence, un peu à la manière des gouttes de pluies dans un nuage. Au lieu de se lier avec les atomes d'aluminium, les atomes d'indium se propagent dans le substrat pour s'agglomérer, et former des globules au sein de l'aluminium.

Tel est l'objet de l'expérience "IMMISCIBLE", qui doit montrer dans quelle mesure les interactions au sein de l'émulsion conditionnent la régularité des structures cristallines lors de leur solidification. De cette régularité dépendent en effet les propriétés

des nouveaux alliages. Lorsque ces phénomènes seront maîtrisés, il sera alors possible de réaliser des semi-conducteurs super-performants, des matériaux ultra-résistants, ou des composés organiques de très grande pureté pour l'élaboration de nouveaux types de médicaments.

Ces deux types d'expériences, "IMMISCIBLE" et "DIFFUSION", seront effectuées dans le four soviétique "KRISTALL" modifié par les chercheurs français et rebaptisé "MAGMA" pour la circonstance. Ce four, relativement rustique, n'a jamais fonctionné dans l'espace. C'est pourquoi, avant de commencer les expériences proprement dites, l'une des premières tâches du cosmonaute français lorsqu'il sera à pied d'œuvre consistera à dresser le tableau thermique de son fonctionnement dans l'espace, au moyen de thermocouples (des capteurs de chaleur). De plus, un micro-accéléromètre sensible à 10^{-5} g, soit aux accélérations 100 000 fois plus faibles que celle de la pesanteur terrestre, sera placé à l'intérieur du four pour déceler la moindre micro-pesanteur artificielle créée, par exemple, par les mouvements d'un cosmonaute et susceptible de modifier la solidification des échantillons d'alliages. C'est là une première, puisque des mesures accélérométriques n'avaient jamais été faites en métallurgie spatiale. A bord de Skylab, la carte thermique du four avait été obtenue par simulation sur ordinateur, sur la base d'un modèle théorique ; or, il est important de connaître les conditions réelles de la fusion de matériaux, que la moindre perturbation parasite peut changer. La comparaison des mesures et des résultats obtenus sur la Terre comme dans l'espace révélera donc l'influence des perturbations éventuelles sur les résultats, et l'on pourra établir des relations entre un défaut et une accélération parasite survenue au même moment.

Biologie. Les conditions particulières du milieu spatial (absence de pesanteur, rayonnements cosmiques ou solaires, par exemple) induisent des troubles dans l'organisme qu'il est intéressant d'étudier au niveau cellulaire. Deux expériences de biologie seront réalisées par notre cosmonaute.

● La première a pour nom "BIOBLOC III". Elle consistera à étudier, lors du retour sur Terre, l'effet des différentes composantes du rayonnement cosmique (protons, électrons, mésons mi neutres, mésons lourds, hypérons, etc.), et notamment ceux des ions lourds sur des œufs de crevettes "Artemia salina", ou des graines de tabac. Ces particules énergétiques en entrant en collision avec les constituants cellulaires (noyaux chromosomiques, protéines, etc.) brisent les chaînes moléculaires, les molécules, les membranes nécessaires au fonctionnement des cellules.

● La deuxième expérience, baptisée "CYTOS II", a pour but d'étudier le comportement des différentes espèces bactériennes, dans les conditions du vol spatial, vis-à-vis de différents antibiotiques. L'expérience accumulée au cours des vols spatiaux humains a en effet montré que les cosmonautes étaient sujets à des infections en apparence inexplicables. Il sera donc possible de mieux aborder la thérapeutique de ces problèmes en utilisant des antibiotiques à modes d'action différents. Pour ce faire, les cultures cellulaires embarquées à bord de Saliout 7 seront comparées à des cultures similaires restées au sol.

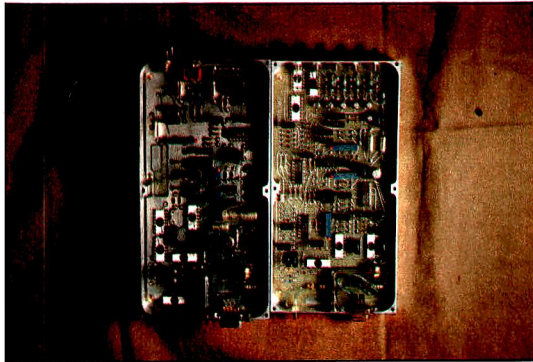
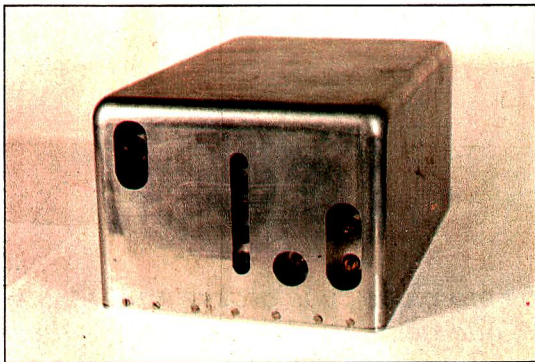
Pierre KOHLER □

L'ÉCHOTOMOGRAPHE: UNE "BOÎTE" DE 8 MILLIONS DE FRANCS

Cette boîte d'aspect anodin est l'un des produits les plus raffinés (et les plus chers !) de la technique de pointe en matière d'échotomographie à ultrasons. Construit par Matra, cet appareil, qui envoie des ultrasons, analyse la différence entre la fréquence qu'il émet en direction du cœur et celle qui lui revient en retour. Ce calcul de l'effet Doppler-Fizeau permet de connaître quasi instantanément le temps

et transmises directement au Centre de contrôle médical du vol à l'Académie de médecine de l'URSS, pour être traitées ensuite au Service d'hormonologie de l'hôpital de Lyon, au Service de neurologie de Toulouse-Rangueil et au Service de cardiologie du CHU de Tours.

Les informations sur le fonctionnement cardio-vasculaire en apesanteur n'ont de valeur que si elles



d'éjection du sang par le cœur, le volume du sang à chaque moment et l'épaisseur exacte de la paroi musculaire.

Amené à bord de la station spatiale Saliout 7 par le vaisseau-cargo Progress 13, l'échotomographe refusait de fonctionner. Si l'on parvient à le réparer, pour la première fois en médecine spatiale des informations de cet ordre pourront être prises en vol

sont comparées avec celles préalablement obtenues sur terre, dans des conditions normales puis pendant la surcharge subie par les cosmonautes lors de l'accélération maximale du "décollage". C'est pourquoi les cosmonautes ont été soumis avant leur départ à un entraînement intense au Centre d'essais en vol de Brétigny-sur-Orge et au Village des étoiles près de Moscou.

(suite de la page 16)

que sur la Terre. Les *Candida*, champignons microscopiques, habitaient abondamment les gorges des cosmonautes. Un certain nombre de bacilles Gram négatif (ce sont ceux qui ne prennent pas la coloration de Gram, à base d'alcool, de violet de gentiane et d'éosine) ont été retrouvés dans les urines des cosmonautes ; ce n'est pas très rassurant ces bacilles, et en particulier les *Proteus* et les *Pseudomonas* peuvent déclencher des infections graves : pneumonies, méningites, péritonites, septicémies. D'ailleurs, quelques équipiers ont effectivement subi des infections graves après les vols (voir tableau p. 154). Un autre champignon microscopique, *Tricophyton rubrum*, avait déclenché chez le commandant de bord et le commandant en second d'*Apollo 17* une infection cutanée chronique. L'urétrite à répétition du pilote de LEM d'*Apollo 14* était due à un *Haemophilus*, d'ailleurs identifié, et l'infection urinaire du pilote du module lunaire d'*Apollo 13* était due à un *Pseudomonas*.

Les expériences de biologie franco-soviétiques, désignées sous le sigle Cytos, ont entre autres indiqué que l'impesanteur, ou en tous cas l'altitude, a une influence sur les bactéries, comme sur les cellules en général. En gros, il semblerait que les cellules en culture dépensent moins d'énergie et que leurs activités enzymatiques soient modifiées d'une manière qui favoriserait leur prolifération. C'est un point à appro-

fondir, car il est évident que, si c'était vrai, les habitants futurs de l'espace seront particulièrement exposés à des épidémies. Son intérêt dépasse largement la bactériologie, car si l'impesanteur modifie le fonctionnement des cellules, fût-ce seulement en culture, il n'est pas exclu qu'elle puisse aussi modifier le fonctionnement des cellules dans l'individu vivant, d'une manière encore trop discrète pour avoir pu être détectée à la faveur des séjours relativement courts effectués jusqu'ici dans l'espace. Il est ainsi possible que l'impesanteur puisse affecter les structures de liaison qui unissent les différents éléments de la cellule (organites).

En tous cas, il n'y a pas de "folie de l'espace". Il est vrai qu'on a enregistré, par dosages hormonaux, avant, après et parfois même pendant les vols (comme cela a été en particulier le cas pour *Skylab*), des augmentations de sécrétions glandulaires (hypophyse, cortico-surrénales, thyroïde et glandes génitales), mais on n'a enregistré aucune modification des taux d'adrénaline et de noradrénaline (activité médullo-surrénalienne) qui pourrait être liée au stress. Ni les Américains, ni apparemment les Soviétiques ne se sont laissés parasiter par des émotions comme les auteurs de science-fiction se plaisent à en décrire : angoisses et exaltations. Même quand les communications avec la Terre étaient interrompues du fait que la Lune occultait la Terre, même quand les pilotes du module de

(suite du texte page 154)

UNE OMBRE SUR L'ESPACE-TEMPS

Pour beaucoup, la relativité, c'est la bombe atomique ; une grosse erreur, puisqu'il s'agit en fait d'une théorie de mécanique générale dont la justesse n'est toujours pas totalement prouvée. Et l'une des preuves, qui relève de l'astronomie, vient justement d'être mise en doute.

● En 1916, Albert Einstein mettait au clair sur le papier une extension considérable des transformations de Lorentz (que nous expliquons plus loin) : c'était la relativité générale, qui fut dès le départ l'objet de controverses houleuses : certains physiciens ne l'admirent jamais, d'autres lui donnèrent le caractère sacré d'une vérité révélée, et le plus grand nombre admit dans l'intimité n'avoir jamais réussi à en suivre la formulation, et n'en avoir d'ailleurs pas l'usage.

La théorie, rendue célèbre dans le monde entier, atteignit pourtant l'âge légal de la retraite l'année dernière sans avoir été jamais détrônée, malgré des attaques nombreuses et solides. Mais cette année, un nouveau coup vient de lui être porté par une équipe d'astronomes américains travaillant à l'université de l'Arizona. Au récent congrès de la Royal Astronomical Society qui s'est tenu à Dublin, le Pr Hill, associé au Pr Goode, a présenté une découverte qui jette un doute sérieux sur l'un des premiers succès attribués à la théorie d'Einstein : l'explication relativiste du déplacement de l'orbite de Mercure.

Cette planète, la plus proche du Soleil, se conforme en gros dans un mouvement aux lois de la mécanique céleste, laquelle découle des principes formulés par Newton. Elle décrit une orbite elliptique assez aplatie, ce qui n'a rien d'anormal et permet de situer avec beaucoup de précision la direction de son grand axe par rapport aux étoiles fixes.

Les astronomes découvrirent assez vite que ce grand axe tourne lentement autour du Soleil : cela revient à dire que le périhélie, point de l'orbite elliptique le plus proche du Soleil, tourne progressivement autour de celui-ci, de 574'' par

siècle pour être précis. C'est une dérive minuscule, évidemment, et une variation d'angle n'atteignant même pas un demi tiers de degré au bout de 100 ans peut sembler négligeable.

En ce qui concerne Mercure, la mécanique céleste prévoyait un déplacement du périhélie de 534'' par siècle sous la seule action des planètes connues ; il restait un résidu de 40'' pour atteindre les 574'' observées, et beaucoup d'astronomes pensèrent que ces 40'' étaient dues aux perturbations apportées par une hypothétique planète, située encore plus près du Soleil et qui reçut le nom de Vulcain.

Pour l'astronomie, dont les calculs sont d'une précision légendaire, il en va tout autrement : conformément aux équations de la mécanique céleste, la présence des autres planètes autour du Soleil modifie la trajectoire de chacune d'elles et ces modifications, toujours très faibles, font justement l'objet du calcul des perturbations. Celui-ci, qui fut poussé à un très haut degré de perfection mathématique par Lagrange, permit la découverte, par le seul calcul, des planètes Neptune et Pluton.

Si le calcul des perturbations permet bien de lui attribuer une masse et une position dans le ciel, c'est en vain par contre qu'on essaya de l'apercevoir. Avec la mise en service de télescopes sans cesse plus puissants, il fallut se rendre à l'évidence : il n'y avait aucune planète entre le Soleil et Mercure. Pas de Vulcain, donc, et une petite faille dans l'immense édifice de la mécanique classique.

Puis vint Einstein et la relativité générale dont l'application à l'orbite de Mercure donnait un déplacement du périhélie de 577'' par siècle, soit 9'37''. A trois secondes d'arc près, la théorie

concordait avec l'observation et ce fait servit, avec quelques autres expériences, à valider les hypothèses relativistes. Bien entendu, dans ses calculs, Einstein avait fait les mêmes hypothèses que ses prédécesseurs, à savoir que le Soleil était une masse uniformément sphérique. Si tel n'est pas le cas, les calculs de la mécanique traditionnelle et ceux de la mécanique relativiste sont à revoir. Autrement dit, les 40'' d'écart seraient peut-être explicables par le calcul des perturbations mais ne le seraient plus par la relativité.

Or, la découverte importante du Pr Hill, c'est que justement le Soleil n'est nullement une sphère uniforme. Il y a déjà plusieurs années que les chercheurs avaient noté un certain aplatissement aux pôles, et un renflement correspondant à l'équateur. Mais du fait que la seule partie observable, la chromosphère, est à la fois gazeuse et terriblement brillante, déterminer la forme exacte du Soleil constitue une tâche particulièrement difficile. C'est pourtant ce qu'avait entrepris le Pr Hill, aidé par le Pr Goode et un autre chercheur, Randall Bos ; il faut ici mentionner que l'observatoire, installé au nord-est de Tucson, dans l'Arizona, est l'un des mieux équipés au monde pour l'étude du Soleil. Les astronomes peuvent y disposer en particulier de télescopes solaires de très grandes dimensions permettant des études d'une extrême précision.

Pendant des années, le Pr Hill a observé les bords du Soleil en masquant l'image fournie par le télescope de telle façon que seule parvienne au spectrographe la lumière émise par l'extrême limite extérieure du disque brillant. Du fait que le Soleil tourne sur lui-même comme un manège dont la Terre serait le spectateur, l'un des bords avance vers nous tandis que le bord opposé s'éloigne.

Ce mouvement est évidemment continu. La lumière émise par la photosphère, sur laquelle on peut repérer après analyse de nombreuses raies caractéristiques d'émission et d'absorption, est étalée par le spectrographe, ce qui permet de noter la position de raies caractéristiques avec précision. Or, par suite de l'effet Doppler, la lumière émise par le bord qui vient vers nous est décalée vers le bleu, tandis que celle provenant du bord qui recule est déplacée vers le rouge.

Ce décalage systémique en valeur absolue, puisque les vitesses d'éloignement et de rapprochement sont égales, permet de connaître avec beaucoup d'exactitude la valeur de cette vitesse, qui est donc la vitesse tangentielle de la photosphère. Connaissant le rayon du Soleil, on en déduit facilement la vitesse de rotation de l'astre sur lui-même. Comme il s'agit, non d'un corps solide, mais d'une masse gazeuse en mouvement, cette rotation n'est pas la même à

l'équateur et au pôle : elle croît ainsi de 25 jours à 34 jours, les zones voisines de l'axe tournant donc nettement plus vite que la région équatoriale. Il s'agit là de valeurs connues depuis longtemps, et les astronomes savaient de même qu'une telle rotation devait entraîner un aplatissement de la sphère solaire. Mais on manquait de données précises, car une masse gazeuse se comporte un peu comme une boule de brouillard.

C'est en voulant atteindre une meilleure précision que le Pr Hill découvrit que le Soleil est, en fait, soumis à des vibrations de très grande amplitude et de périodes variables. Selon leurs fréquences, ces oscillations s'étendent plus ou moins loin en profondeur. Hill et Goode furent alors en mesure de séparer les effets de ces divers modes vibratoires et d'en déduire la vitesse de rotation des différentes couches fluides depuis la surface de l'astre jusqu'à son centre. C'est là que se firent les découvertes surprenantes ; on savait depuis longtemps que le Soleil ne tourne pas comme une sphère homogène, mais les valeurs trouvées par les deux astronomes américains eurent de quoi surprendre tous les physiciens. Pour commencer, un noyau interne, invisible sous les couches extérieures lumineuses, renferme à lui seul 95 % de la masse du Soleil.

En second lieu, ce noyau tourne sur lui-même en 3,5 jours, ce qui est très rapide pour un corps de cette taille, alors que la surface observable, nous l'avons dit, met en moyenne 25 jours à l'équateur pour faire un tour sur elle-même. A ce rythme, le noyau est fatalement gonflé à l'équateur par la force centrifuge, et donc aplati aux pôles. Enfin, que le noyau tourne 7 fois plus vite que la surface entraîne une tension gravifique qui affecte tout corps soumis à l'attraction solaire. Les équations de la mécanique céleste, qu'elle soit classique ou relativiste, doivent donc prendre en compte de nouvelles valeurs pour le déplacement séculaire du périhélie de la planète Mercure. Ainsi recalculé, le rythme de ce déplacement doit être augmenté de 1,7 % et, du coup, le modèle relativiste ne tient plus.

En effet, la théorie de la relativité générale s'appliquait fort bien à Mercure qui, étant très proche du Soleil, se trouve dans une région où la géométrie de l'espace-temps est nettement déformée par la présence de l'énorme masse solaire. Mais, et c'est là l'ennui, les calculs relativistes ont été faits en considérant le Soleil comme une sphère homogène. Comme ce n'est pas le cas, il ne reste plus qu'à refaire les calculs, ce qui oblige à ajouter un autre terme dans les équations ; à ce moment, les valeurs prévues par la relativité ne cadrent plus avec l'observation.

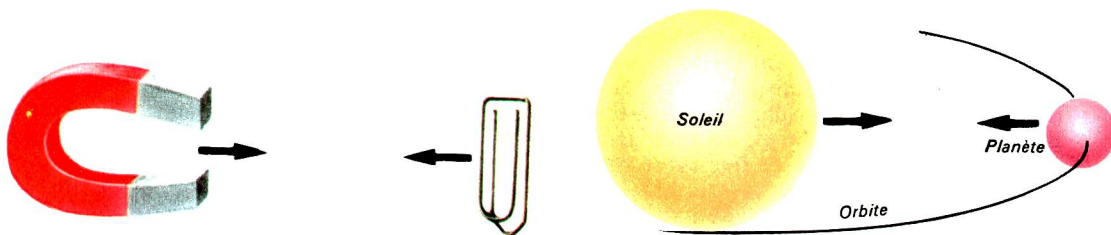
Autrement dit, reste à savoir si les 43 se-

condes d'arc sont sorties des équations d'Einstein par pur hasard, ou parce que les physiciens avaient adapté a priori les paramètres de départ pour arriver à cette conclusion qui semblait la plus belle preuve de la relativité. Un doute sérieux vient donc d'être jeté sur la justesse de la théorie.

Il faut dire aussi qu'elle n'a jamais fait l'unanimité des savants, et qu'elle est de plus fort mal

rectiligne et uniforme l'un par rapport à l'autre. En mécanique classique on admet que la masse, le temps et la distance de deux points sont des invariants, et gardent donc la même valeur pour les deux référentiels (en pratique deux systèmes de coordonnées rectangulaires à 3 axes du type Ox, y, z). Mais, à la fin du siècle dernier, les physiciens constatent qu'il n'existe aucun procédé expérimental permettant de transmettre instan-

LA GRAVITATION : UN AIMANT POUR LES CLASSIQUES, UNE GÉOMÉTRIE POUR LES RELATIVISTES



En mécanique rationnelle, l'attraction entre deux corps matériels (de masses m et m' et distants de r) est de même nature que l'attraction magnétique, et s'exprime par une formule du même genre en mm'/r^2 — de fait, dans l'espace, le trombone tournerait autour de l'aimant comme une planète autour du Soleil.

comprise par les profanes. Des disciples trop zélés ayant littéralement défié Einstein, à se demander s'il a existé un seul autre physicien compétent depuis un siècle, toute une fantasmagorie a été édiflée autour de la relativité et de son créateur. Certains amateurs allaient même jusqu'à penser qu'Einstein voyait la 4^e dimension à l'œil nu, l'espace-temps apparaissant sur les illustrations comme un enchevêtrement de pyramides — réminiscence des pharaons ?

Il nous faut donc revenir brièvement et schématiquement, sur les deux relativités — restreinte et générale. Des esprits naïfs ont attribué à ces théories toutes les réalisations un tant soit peu fantastiques ou fabuleuses de l'époque récente : la bombe atomique, les accélérateurs de particules, les centrales nucléaires et, bien sûr, les voyages interplanétaires. Or la réalité est plus prosaïque : la relativité est une théorie concernant la mécanique générale, cette dernière ayant ensuite des applications en optique (trajet des rayons lumineux) en physique nucléaire (description des interactions atomiques) ou en mécanique céleste (trajectoire des planètes). Mais Einstein n'a pas plus inventé la bombe atomique que le vaisseau interplanétaire. Il reçut d'ailleurs le prix Nobel de physique pour ses travaux sur le mouvement brownien et son interprétation de l'effet photoélectrique.

La relativité, elle, concerne essentiellement la description et la composition des mouvements dans deux systèmes de référence mobiles l'un par rapport à l'autre. Pour commencer, on considère deux tels systèmes en mouvements

tanément des résultats de mesure d'un référentiel à un autre : la notion de simultanéité d'un événement présente un caractère absolu mais ne correspond à aucune expérience réalisable.

En pratique, le moyen de communication le plus rapide pour transmettre le résultat d'une mesure est l'onde électromagnétique (ondes radio ou lumière). Mais sa vitesse de 300 000 km/s n'étant pas infinie, la description ou la mesure d'un événement pour deux référentiels différents devra tenir compte de cette vitesse, appelée "c". Comme il faut un certain temps pour que le signal aille d'un observateur à un autre, la notion de simultanéité, valable en mathématiques, perd son caractère absolu en physique : là où les observateurs d'un système S voient une coïncidence, ceux d'un système S' mobile par rapport à S, voient une succession.

Le physicien hollandais Lorentz introduisit ces notions en mécanique et formula les équations qui permettent de passer d'un système de référence à un autre animé par rapport au premier d'une vitesse rectiligne et uniforme. Ces équations forment le groupe de transformations cinématiques de Lorentz, et c'est là qu'apparaît pour la première fois le facteur $1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$, "v" étant la vitesse relative des deux systèmes et "c" la vitesse dans le vide des ondes électromagnétiques.

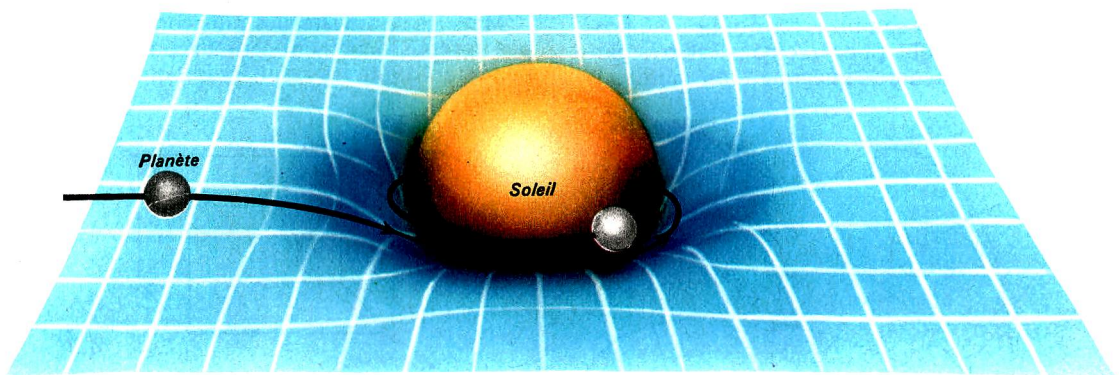
Il y a quatre équations pour les quatre coordonnées x, y, z, t d'un événement, et ces dernières sont inséparables : il ne faut plus considérer séparément les mesures dans l'espace et dans le temps, mais réunir l'ensemble des données expérimentales dans un continu appelé es-

pace-temps. Comme il y a quatre paramètres, les mathématiciens parlent de quatre dimensions, mais il ne faudrait pas en conclure pour autant qu'il nous manquerait un sixième sens pour percevoir cette quatrième dimension qui s'ajouterait aux trois coordonnées habituelles, longueur, largeur, hauteur.

Cette notion mathématique d'espace quadridimensionnel a donné lieu à toutes sortes d'af-

mêmes pour les observateurs liés à deux trièdres de référence en mouvement de translation rectiligne et uniforme l'un par rapport à l'autre.

Quand les deux systèmes sont animés l'un par rapport à l'autre de mouvements quelconques (c'est-à-dire avec virages, accélérations et freinages), le principe ne peut plus s'appliquer et la relativité restreinte doit céder la place à la relativité générale. Celle-ci considère qu'il y a iden-



En mécanique relativiste, l'attraction est interprétée de manière géométrique : le continu espace-temps est déformé par la présence de la masse solaire et tout corps céleste arrivant à proximité, suit une courbe liée au profil de cette déformation.

fabulations et de pseudo-explications formulées par des esprits faibles à l'usage des esprits naïfs. La moins sensée, et la plus courante, vise à interpréter l'espace-temps comme la suite logique d'espaces à 1, 2 et 3 dimensions. De là des descriptions aberrantes d'êtres à deux dimensions, des ombres se déplaçant sur des surfaces courbes, avec le seul oubli qu'un être à deux dimensions n'est pas plus concevable qu'un être à quatre dimensions : une ombre étant dépourvue d'épaisseur possède un volume nul, donc une masse nulle. Dans ces conditions, imaginer un être immatériel en train de mesurer des longueurs relève d'une utopie qui concerne la psychiatrie et non plus la physique.

Gardons les transformations de Lorentz pour ce qu'elles sont : des équations mathématiques permettant par le calcul d'obtenir des valeurs numériques conformes aux mesures expérimentales. De ces transformations découlent certaines propositions paradoxales, c'est-à-dire qui heurtent le sens commun — mais que ce soit la Terre qui tourne autour du Soleil, et non l'inverse, est aussi contraire à ce que le bon sens tire de l'observation.

Ces propositions paradoxales, ce sont la dilatation du temps, la contraction des longueurs et la composition des vitesses. L'application des transformations de Lorentz à la dynamique mène à la célèbre équation $E = mc^2$ qui fixe la valeur absolue de l'énergie interne propre à un corps matériel de masse "m". Toutes ces considérations, qui découlent des travaux de Lorentz, ont conduit Einstein à formuler le principe de relativité restreinte : les lois naturelles sont les

mêmes pour les observateurs liés à deux trièdres de référence en mouvement de translation rectiligne et uniforme l'un par rapport à l'autre. Étendant cette similitude entre les effets d'un champ de gravitation et ceux d'une accélération, Einstein énonça un principe très général, dit principe d'équivalence : les lois des phénomènes naturels restent les mêmes quand on passe d'un système de référence à un autre ayant un mouvement quelconque par rapport au premier, à la condition d'introduire dans le dernier système un champ de gravitation convenablement distribué.

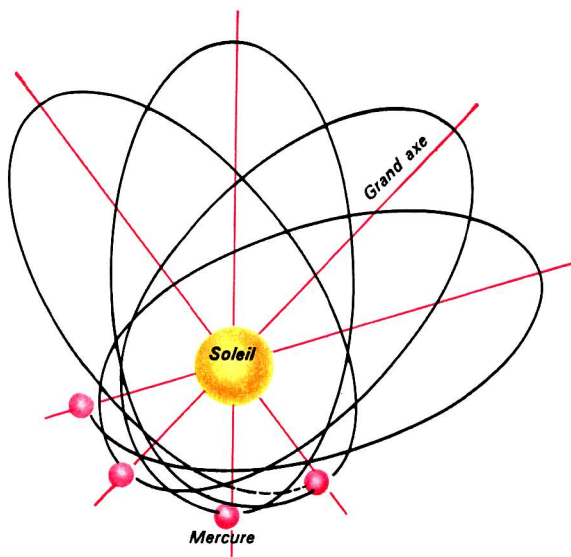
Dans la relativité, qu'elle soit restreinte ou générale, la grandeur fondamentale est l'intervalle qui sépare deux coïncidences dans l'espace et le temps, deux événements. Dans le premier cas, l'intervalle de deux événements infiniment voisins s'exprime par l'équation $ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2$; le principe d'inertie est exprimé par le fait que l'intégrale " $\int ds$ " est minimale : toute particule suit une géodésique de l'espace-temps, c'est-à-dire une ligne qui repré-

sente le plus court chemin d'un point à un autre en restant sur une surface donnée (qui peut être courbe, bien sûr ; dans le plan, la géodésique est une ligne droite).

En relativité générale, l'expression du " ds^2 " devient beaucoup plus complexe, puisqu'il y a dix paramètres appelés potentiels d'univers. Ces dix paramètres ne peuvent être choisis au hasard, mais plusieurs choix sont tout de même possibles qui mènent à différents types d'univers. En fait, la loi générale s'exprime par 10 équations différentielles très compliquées dont on ne possède la solution que pour quelques cas très particuliers. Enfin, rendre l'intégrale " $\int ds$ " minimale

fets sont toujours très faibles et supposent des instruments d'analyse d'une extrême précision. Il n'existe pas là d'effets décelables à l'œil nu. La rotation du périhélie de Mercure, nous l'avons vu, n'est plus une preuve dès le moment où le Soleil n'est pas une sphère homogène et bien ronde. Pour le Pr Hill et ses collaborateurs, la théorie de la relativité générale se trouve maintenant en mauvaise posture puisque le décalage orbital de Mercure ne peut plus lui servir de caution.

Mais les relativistes les plus convaincus n'ont pas accepté facilement cette découverte et, sans mettre en doute les résultats obtenus par les as-

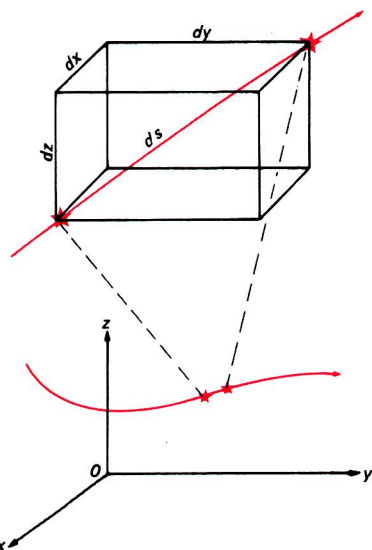


Un trou dans l'emploi du temps de Mercure.

La planète Mercure décrit une ellipse dont le grand axe tourne autour du Soleil. La rotation est lente : 574 secondes d'angle par siècle. La mécanique classique en prévoyait 534, ce qui ne cadrait pas. La relativité en trouvait 577, ce qui allait mieux. Mais comme le Soleil n'est pas rond, tout est à revoir pour les relativistes comme pour les classiques. En effet, les valeurs à donner aux variables pour une sphère homogène ne sont plus celles qui conviennent pour un astre aplati comme une mandarine. Du coup, les résultats des équations sont modifiés et ne fournissent plus de preuve à la relativité générale.

pose des problèmes mathématiques très complexes — cette recherche des minima relève du calcul des variations, une des branches les plus sévères de l'analyse mathématique. En pratique, il peut y avoir plusieurs modèles d'univers conformes à la relativité générale ; les preuves expérimentales sont rares, et se ramènent en fait à deux : la déviation des rayons lumineux au voisinage des masses et le déplacement du périhélie de Mercure, qui nous ramène à notre sujet.

La déviation des ondes électromagnétiques a fait l'objet de très nombreuses mesures, la plus récente utilisant les sondes Viking à destination de Mars ; toutes ont concordé avec les calculs relativistes, mais il faut bien préciser que les ef-



Géométrie relativiste : une distance dans le temps. Pour la géométrie infinitésimale, la distance entre deux événements très voisins séparés par un intervalle de temps dt s'exprime, en utilisant le théorème de Pythagore, par la relation $ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2$ (la diagonale d'une brique). En relativité restreinte, on ne sépare plus le temps des longueurs et cette distance devient $ds^2 = dx^2 + dy^2 + (icdt)^2$ (la diagonale si on ajoute une dimension imaginaire) ; en relativité générale, l'expression devient plus complexe encore, d'où la possibilité, selon les paramètres, d'avoir plusieurs modèles conformes.

tronomes de l'Arizona, ils en sont venus à mettre en cause les mesures concernant l'orbite de Mercure : celle-ci, disent-ils, n'est pas déterminée avec une précision suffisante pour qu'on puisse en tirer des conclusions définitives. C'est là, il faut bien le dire, un argument à double tranchant : ou bien les paramètres orbitaux sont effectivement mal connus, et alors ils n'auraient jamais dû servir de caution à la relativité générale ; ou bien la précision des mesures est tout-à-fait convaincante, et la valeur avancée par les relativistes ne cadre plus avec l'observation. Dans les deux cas, un doute plane sur la validité de la théorie.

Renaud de La TAILLE ■

CANCER : C'EST INSCRIT DANS LES CHROMOSOMES

Produit tout frais de la biologie moléculaire, le dépistage des cancers par "lecture" des chromosomes est en train de se banaliser, aux États-Unis pour commencer. Gros progrès : il permet de préciser l'évolution de la maladie et d'établir son meilleur traitement. Il prévient même du cancer avant qu'il se forme.

● Les chromosomes du noyau cellulaire renseignent sur certains cancers. Leur examen, d'ores et déjà pratiqué dans plusieurs centres américains, permet un diagnostic précoce, un meilleur pronostic aussi ; grâce à lui, on peut mieux choisir un traitement et l'on suit mieux l'évolution d'une tumeur.

Dans peu de temps, cet examen devrait permettre, non seulement de repérer des cancers naissants, mais d'identifier les personnes génétiquement prédisposées à tel ou tel cancer. On peut donc envisager pour l'avenir un système de prévention plus fin.

Cette nouvelle percée en cancérologie suit de près la découverte, en 1981, de gènes anormaux responsables de certains cancers⁽¹⁾. D'ores et déjà, une trentaine d'anomalies chromosomiques ont été associées à des cancers, et dans plusieurs grands centres de cancérologie l'étude du caryotype (le noyau cellulaire et ses chromosomes) chez les leucémiques a enrichi les méthodes "classiques", comme le comptage des globules blancs anormaux.

Ces résultats couronnent les travaux de nombreux chercheurs, parmi lesquels le Dr Jorge J. Yunis, professeur de médecine de laboratoire et de pathologie à l'université du Minnesota, à Minneapolis, qui a mis au point une technique d'examen des chromosomes permettant une résolution au moins trois fois supérieure à celle que l'on obtenait auparavant.

Avant de détailler cette technique et de montrer son intérêt, revenons brièvement sur les chromosomes et l'histoire de leur observation. L'ADN, porteur du message héréditaire spécifique de chaque être vivant, ne s'organise en chromosomes qu'au moment de la mitose, lorsqu'une cellule se divise en deux. Le reste du

temps, il se présente sous forme d'un réseau apparemment inextricable de chromatine, ainsi appelée parce que facilement colorable par des colorants basiques. Au moment du dédoublement de la cellule, ce réseau disparaît et, à la place, surgissent des éléments nouveaux, les chromosomes, petits bâtonnets qui se scindent dans le sens de la longueur puis se répartissent également en deux masses identiques pour former les noyaux de deux nouvelles cellules.

Ce ne fut qu'en 1968 que l'on put observer la structure des chromosomes, par étude en fluorescence après coloration à la moutarde de quinacrine. Cette structure se présente sous forme de bandes plus ou moins colorées, à l'intérieur du chromosome et perpendiculaires à sa longueur. Depuis lors, on a soumis les chromosomes à toutes sortes de traitements chimiques et physiques pour tenter d'y distinguer le plus grand nombre de bandes, donc d'entrevoir avec le plus de précision possible leur structure intime. On en était ainsi arrivé à repérer quelque 800 bandes par jeu de chromosomes. Puis le Dr Yunis mit sa technique au point. En gros, elle consiste à traiter les chromosomes par plusieurs produits chimiques et colorants avant de les laisser choir, d'une hauteur de 1,5 m environ, sur une plaquette de verre enduite d'acide acétique ! Les chromosomes s'écrasent et se fixent, prêts à l'examen au microscope. Là on distingue jusqu'à 3 000 bandes et plus.

Cette technique originale a permis au Dr Yunis de constater que les chromosomes de patients leucémiques sont porteurs d'anomalies indécélables par les méthodes "classiques", et différentes suivant la forme de leucémie. Les premiers résultats de ces investigations ont paru en 1981 dans le *New England Journal of Medicine* ; Yunis a confirmé qu'il a observé une anomalie

(1) Voir *Science & Vie* n° 770.

chromosomique dans chaque cellule cancéreuse qu'il a examinée jusqu'à présent.

Le fait que divers cancers correspondent à des anomalies chromosomiques est déjà important ; mais la possibilité d'évaluer la gravité de la maladie l'est plus encore. En effet, des études réalisées en collaboration avec des cliniciens ont permis de constater, par exemple, qu'un patient atteint de leucémie myéloïde aiguë (mettant en cause toutes les variétés de globules blancs), chez qui une partie du chromosome 8 a été transférée sur le chromosome 21 (translocation), a de bonnes chances de survie si ses chromosomes ne sont pas atteints d'autres anomalies ; alors qu'un patient atteint de leucémie lymphoblastique aiguë, caractérisée par une translocation d'une partie du chromosome 4 au chromosome 11, est en général un cas difficile.

Le dépistage d'une anomalie chromosomique ne requiert pas toujours la technique complexe du Dr Yunis ; parfois, les anomalies sont suffisamment apparentes pour être décelées par des méthodes plus simples. Ainsi, on a pu associer une forme du cancer du poumon à une anomalie du chromosome 3 ; un cancer de l'ovaire à une translocation d'une partie du chromosome 6 au chromosome 14 ; et un cancer du rein à une translocation d'une partie du chromosome 3 au chromosome 8.

Au Sidney Farber Cancer Center, à Boston, plusieurs familles dont des membres ont été atteints de cette forme de cancer à composante héréditaire ont été soumis à une étude de leurs chromosomes, et chez certains d'entre eux la présence de la translocation a mené à un diagnostic très précoce, et à l'ablation chirurgicale de la tumeur.

Mais c'est surtout dans les leucémies que les enquêtes cytogénétiques aident à déterminer le cours du traitement. Dans quelques grands centres, ces études sont réalisées systématiquement dès le diagnostic d'une leucémie, et l'importance du résultat est soulignée par cette déclaration du Dr Avery Sandberg, chef du service de génétique et d'endocrinologie au Roswell Park Memorial Cancer Center, à Buffalo (État de New York), à la revue *Medical World News* : « Un comptage de globules blancs ne représente pas une base de traitement ; une analyse des chromosomes, oui. Nous ne pouvons plus parler aujourd'hui simplement de "leucémie aiguë". Nous avons besoin des données cytogénétiques parce qu'elles affectent le pronostic. »

Il ajoute, à titre d'exemple, que l'on ne peut pas traiter une leucémie chronique myéloïde sans étude des chromosomes, parce que le chromosome dit "chromosome de Philadelphie" en est un marqueur crucial.

Ce chromosome, identifié il y a une vingtaine d'années par des chercheurs de l'université de Philadelphie, est un chromosome 22 anormalement court. Il se trouve en grande fréquence chez un patient atteint de leucémie myéloïde chronique, mais disparaît lorsque le patient est en rémission. La réapparition du "chromosome

de Philadelphie" chez un patient annonce une rechute bien avant que celle-ci se manifeste par des signes cliniques. Les études cytogénétiques permettent donc de prévoir, dans une certaine mesure, l'évolution de la maladie.

Ces recherches, dont on commence à exploiter les résultats pour affiner les méthodes thérapeutiques, ont pour objectif ultime de comprendre comment et pourquoi une cellule normale devient cancéreuse. L'approche fondamentale consiste à comparer une cellule normale avec une cellule cancéreuse, et à étudier les différences susceptibles d'être des "causes" du cancer. Mais on pense qu'une anomalie chromosomique seule ne suffit pas à provoquer un cancer. La prédisposition héréditaire est renforcée par un autre facteur (chimique, physique, ou viral) qui déclenche la maladie chez une personne déjà prédisposée.

On a ainsi constaté que de nombreux patients atteints de rétinoblastome bilatéral (tumeur de la rétine, survenant généralement dans le jeune âge) ont une délétion du chromosome 13 (une partie de ce chromosome manque). Lorsqu'il atteint les deux yeux, ce cancer est considéré comme héréditaire : s'il n'en atteint qu'un, il ne l'est pas nécessairement, et on ne trouve alors l'anomalie du chromosome 13 que dans quelques cellules tumorales, mais non pas dans tout l'organisme, et notamment dans les globules blancs. Néanmoins, le même chromosome 13 est atteint, que la maladie soit d'origine héréditaire ou non, mais dans le cancer bilatéral l'atteinte est plus répandue.

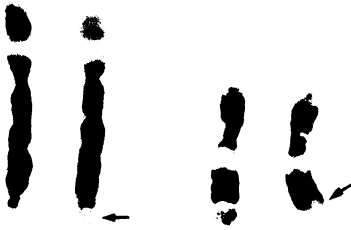
Cette responsabilité constante du même chromosome pourrait expliquer la prédisposition héréditaire : celle-ci consisterait en la transmission de l'anomalie à de nombreuses cellules, rendant l'organisme très vulnérable à une agression, qui peut déclencher la maladie dès le jeune âge. Sans cette prédisposition, il faut une cumulation d'agressions, ce qui expliquerait pourquoi la maladie ne se déclare qu'à un âge plus avancé chez une personne qui n'est pas héréditairement prédisposée.

En France, le Dr Roland Berger, maître de recherches au CNRS, a également identifié des anomalies chromosomiques associées à trois types de leucémies aiguës, les leucémies à promyélocytes, à monocytes et à cellules de Burkitt.

La leucémie à cellules de Burkitt, associée à trois remaniements chromosomiques, est un cas très particulier, qui suggère une association de plusieurs causes. Il y a une vingtaine d'années, le Dr Denis Burkitt observait en Ouganda une tumeur infantile proche de la leucémie, mais qui semblait varier en fonction de la latitude, de la température et de l'humidité. Deux autres médecins découvrirent, peu de temps après, que cette tumeur est associée à un virus, aujourd'hui connu comme le virus Epstein-Barr (EBV), et pouvant également être à l'origine de la mononucléose infectieuse, maladie généralement non

TROIS EXEMPLES DE CANCERS LIÉS A DES ANOMALIES CHROMOSOMIQUES

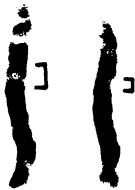
Les premiers exemples d'anomalie chromosomique liés à des cancers ont été mis en évidence grâce à une nouvelle méthode d'examen de chromosomes, mise au point par le Pr Yunis.



1. La leucémie myéloïde, qui a pour origine un échange réciproque (flèches) de deux fragments de chromosomes entre les paires 6 (à gauche) et 11 (à droite).



2. L'aniridie, ou absence d'iris consécutive à une tumeur cancéreuse de l'œil, est liée à la perte d'un fragment sur les chromosomes de la paire 11 (crochets).



3. Le rétinoblastome bilatéral, ou tumeur de la rétine, est lié aussi à la perte d'un fragment de chromosome, mais cette fois sur ceux de la paire 13 (crochets).

cancéreuse, caractérisée par l'augmentation de la quantité d'une catégorie de globules blancs, les mononucléaires. Récemment, on a également associé le cancer de Burkitt à l'infestation de l'organisme par le parasite du paludisme et à de mauvaises conditions socio-économiques, ces facteurs s'ajouteraient à l'anomalie chromosomique pour favoriser l'éclosion d'une maladie à causes multiples. L'espoir aujourd'hui est de mettre au point un vaccin contre le virus EBV. On a déjà pu le faire chez le poulet, qui peut, lui aussi être atteint d'une leucémie apparentée à la tumeur de Burkitt.

Les recherches qui visent à "apparier" telle anomalie chromosomique à tel cancer sont déjà utilisables ; elles mènent vers un but ultérieur :

comprendre le mécanisme même de la cancérisation. Toutes les cellules d'un organisme sont dotées au départ du même matériel génétique : c'est-à-dire qu'une cellule du foie, une cellule nerveuse et une cellule musculaire ont exactement les mêmes gènes, donc les mêmes chromosomes. Mais les mêmes gènes ne s'expriment pas dans toutes les cellules — sinon toutes les cellules seraient identiques, alors qu'elles sont en fait spécialisées et différentes. Il existe donc des sous-ensembles de gènes ou des gènes de contrôle qui favorisent ou inhibent l'expression de tels ou tels gènes selon les cellules dont ils font partie, qui dirigent la différenciation cellulaire et la spécialisation des tissus. L'apparition d'une tumeur dans un tissu semble donc bien refléter des anomalies chromosomiques dans les cellules de ce tissu en particulier. C'est ce que l'on commence à vérifier.

Le gène est bien plus petit qu'un chromosome, puisque l'on pense que le génome humain consisterait de plusieurs centaines de milliers de gènes. Or, il se peut qu'un seul gène ou un petit groupe de gènes suffise à déclencher le cancer.

La recherche des gènes du cancer appelle des techniques tout à fait différentes de celles du dépistage des anomalies chromosomiques. Elles consistent à ensemercer des cultures de cellules saines par des cellules cancéreuses, obtenant ainsi de nouvelles cultures cancéreuses, que l'on prélève pour recommencer l'opération. Au fur et à mesure de "passages" successifs, on élimine les gènes non cancéreux pour obtenir en fin de parcours le ou les gènes d'un cancer. Ce gène peut ensuite être répliqué par manipulation génétique, en l'introduisant dans un virus. Ce virus en se multipliant reproduit le gène.

Plusieurs "oncogènes" ont ainsi été identifiés. Le Dr Robert A. Weinberg, du Center for Cancer Research and Department of Biology du Massachusetts Institute of Technology, à Cambridge, près de Boston, a ainsi identifié (au moins en partie) les gènes du cancer de la vessie, du côlon et d'une forme de leucémie dite promyélocytaire. Le Dr Michael Wigler, du Cold Spring Laboratory à Long Island, a identifié un gène du cancer de la vessie, et un gène qui semble être commun à deux cancers humains, l'adénocarcinome du poumon et le cancer du côlon.

Une autre approche consiste à comparer les séquences de bases qui forment le code génétique de l'ADN dans des cellules cancéreuses et dans des cellules saines. Ce genre de comparaison doit se faire entre les cellules d'un même individu, car il existe chez l'homme un grand polymorphisme génétique : les gènes sont différents d'un individu à un autre (comme le sont, d'ailleurs, les individus). En outre, il n'est pas certain que les cellules différenciées d'un même organisme aient conservé le même génome : il se peut que l'organisation de celui-ci change de façon subtile, selon la fonction d'une cellule. Par exemple, des gènes pourraient changer de position sur la molécule d'ADN.

(suite du texte page 148)

MYSTÉRIEUSE ÉPIDÉMIE AMÉRICAINE D'HERPÈS

Pour des raisons encore inconnues, les virus de l'herpès sont soudain devenus "enragés", aux États-Unis en particulier. Responsables de certains cancers, ils ont déjà tué des centaines d'homosexuels et d'innombrables nouveau-nés. Seul remède contre le plus dangereux de cette famille de virus : la propreté.

● Une véritable épidémie d'herpès sévit depuis quelques mois aux États-Unis ; elle motive aussi une inquiétude internationale (car il n'est pas de frontières pour la maladie). Selon le Federal Center for Disease Control (centre fédéral de contrôle des maladies transmissibles), 20 millions d'Américains seraient déjà infectés par une variété du virus herpétique, jusqu'ici rebelle à tout traitement.

Chaque année, un demi-million de cas environ grossissent le nombre des malades représentant déjà un énorme réservoir d'infection. Dans la plupart des cas, il s'agit d'atteintes génitales transmises sexuellement. Trois catégories de patients sont particulièrement menacées :

- les femmes, chez qui l'infection multiplie par 6 ou 7 les risques de cancer du col de l'utérus ou de la vulve ;
- les enfants de femmes infectées, qui peuvent être contaminés pendant l'accouchement ou peu après la naissance (la moitié de ces enfants mourrait ou souffrirait de séquelles graves) ;
- les homosexuels mâles, chez qui cette infection, souvent associée à d'autres, déprime les défenses immunitaires au point de rendre l'organisme vulnérable à toute une variété de maladies rares, parfois mortelles (voir nos informations sur le cancer de Kaposi dans nos numéros 774 et 777).

Mais le grand public, et même de nombreux médecins, hélas, considèrent souvent le virus de l'*Herpes simplex* comme peu dangereux, ne provoquant que les lésions cutanées bien connues, à

moins que l'infection ne récidive et n'atteigne la cornée, où elle peut laisser des opacités, voire provoquer la cécité. Cette notion est à revoir, notamment à la lumière de l'existence de deux virus *Herpes simplex* bien distincts.

Ces virus font partie d'une famille comprenant plus d'une soixantaine de variétés dont la plupart ne sont pathogènes que chez les animaux (pseudo-rage du porc, avortement équin, rhinotrachéite bovine, certains cancers). Ils ont plusieurs caractéristiques communes : un acide nucléique du type ADN (certains virus ont un acide nucléique ARN), une symétrie cubique de la capsid (enveloppe de protéine entourant le virus), et l'existence sur cette même capsid de 162 capsomères (constituants protéiques de sa structure).

On a identifié cinq virus d'herpès humains. Ils ont tous en commun la faculté de s'installer dans l'organisme humain et de s'y reproduire de façon latente, sans nécessairement provoquer de symptômes apparents. On ne connaît pas la nature exacte de ces virus lors de cette phase latente, mais on sait qu'à l'occasion ils peuvent se manifester de façon explosive. Ces cinq virus sont :

L'Herpes simplex type 1, le plus souvent localisé dans la tête est bien connu pour ses atteintes de la peau, notamment autour des lèvres. On pense que ces virus pénètrent l'organisme par les muqueuses ou par une blessure, qu'ils se propagent le long de fibres nerveuses et vont se loger dans le ganglion de Gasser, réseau nerveux d'où partent les trois branches du nerf trijumeau (branche ophtalmi-

que, maxillaire supérieur et maxillaire inférieur).

L'Herpes simplex type 2, qui est le plus souvent le virus situé "au-dessous de la ceinture" et associé à l'herpès génital. Il semble se loger surtout dans les centres nerveux de la base de l'épine dorsale, dont il peut émerger périodiquement pour s'attaquer aux organes génitaux et à la peau dans leur voisinage. Chez la femme l'infection est associée à un risque accru de cancer.

L'incidence latente de ces deux virus est mal connue, les autopsies pratiquées dans un but de dépistage étant rares. Toutefois, certaines, réalisées récemment aux États-Unis, indiquent que 50% des individus seraient porteurs d'herpès-virus 1, et 10 à 15% de l'herpès-virus 2.

L'Herpès de la varicelle et du zona. La varicelle est habituellement bénigne chez l'enfant, mais peut devenir grave, voire mortelle, chez l'adulte. Le zona, lui, est caractérisé par une éruption unilatérale (rappelant celle de l'herpès-virus 1) sur le trajet des nerfs de la sensibilité.

Le virus d'Epstein-Barr, découvert il y a une vingtaine d'années chez de jeunes Africains atteints d'une tumeur apparentée à la leucémie semble très répandu et détermine généralement une affection bénigne, souvent inapparente. On sait que ce virus est impliqué dans le lymphome de Burkitt, mais aussi dans le cancer du rhinopharynx.

Le cytomégalovirus (CMV) est surtout pathogène pour le fœtus lorsqu'il contamine une femme enceinte. Il semble qu'il soit commun chez l'adulte, sans provoquer de symptômes autres que la fièvre, parfois une perte de poids et une dépression du système de défense immunitaire. Il deviendrait dangereux lorsqu'il serait associé à d'autres infections, ou lors d'une dépression du système de défense immunitaire. C'est le virus CMV qui a compromis la guérison du pape Jean-Paul II après l'opération qui a suivi l'attentat contre sa vie.

Le virus du type 2 est le grand responsable de l'épidémie qui "flambe" aux États-Unis, et qui relègue au second rang les maladies vénériennes "classiques" (syphilis et blénorrhagies). Il est certain que dans la majorité des cas — mais pas dans leur totalité — la trans-

mission est sexuelle. On pense que les virus pénètrent dans l'organisme par les muqueuses de la bouche et des organes sexuels, s'établissent dans le derme et s'y multiplient avant d'envahir des régions plus profondes.

Les premiers signes cliniques peuvent apparaître quelques jours après la contamination, sous forme d'une démangeaison et de douleurs dans les organes génitaux. Ensuite, une région ou une autre de la peau devient rouge, et il s'y forme des boutons évoluant vers des éruptions. Une croûte se forme et les traces peuvent disparaître totalement, mais cela ne signifie nullement que le virus a été éliminé. Il semble que, dans la moitié des cas environ, il y ait résurgence de l'infection, favorisée par des facteurs les plus divers : fièvre, exposition au soleil, menstruation, infection par un autre virus, stress...

Des individus porteurs d'une infection latente, dont ils ne sont même pas conscients, peuvent la transmettre à un partenaire sexuel. Mais il semble que le virus ait la vie plus dure qu'on ne le croyait. Il peut survivre plusieurs heures hors de son hôte, jusqu'à plusieurs heures sur un siège de toilettes, et trois jours dans une serviette éponge humide. La probabilité d'infection non-sexuelle, pouvant être attribuée à la promiscuité ou (et) à de mauvaises conditions d'hygiène, semble importante (il faut se méfier du sable chaud, humide et abrasif, des plages estivales surpeuplées, ou l'alternance des corps sur les mètres carrés disponibles risque de favoriser la transmission virale).

On sait que malgré la "préférence" de l'herpès-virus du type 1 pour la partie supérieure du corps, et celle du type 2 pour la partie inférieure, les deux peuvent changer de rôle, et il semble que cela adienne fréquemment lors de relations sexuelles oro-génitales. Mais c'est le virus de 2^e type qui semble le plus dangereux, d'autant plus qu'il est associé avec une incidence plus élevée au cancer de l'utérus. L'infection herpétique aussi bien que le cancer sont plus fréquents chez les femmes qui ont eu des relations sexuelles précoces et qui ont changé de partenaires. On recommande, aux États-Unis et dans d'autres pays, aux femmes ayant eu une infection herpétique génitale de subir un frottis vaginal tous les six mois pour favoriser le

dépistage précoce d'un éventuel cancer.

L'attitude médicale face à un herpès génital chez la femme enceinte n'est pas tranchée. On sait que l'infection augmente le risque d'avortement spontané, d'accouchement prématuré, ou de malformations congénitales pouvant atteindre l'œil et le système nerveux. Le risque semble plus important lorsque l'infection se fait pendant la naissance, surtout si l'enfant est prématuré. On peut alors, pour l'éviter, avoir recours à la césarienne, qui doit être faite avant que l'infection n'ait atteint le fœtus à la suite de la rupture des membranes.

Les infections néo-natales peuvent aboutir à la septicémie. Une étude sur 300 cas, citée par le Pr Morel de l'hôpital Saint-Louis (Paris) dans un article du *Quotidien du Médecin*, se solde comme suit : 60% de décès, 20% de séquelles neuro-oculaires graves, 20% sans séquelles évidentes. Certains médicaments, qui inhibent la synthèse d'ADN viral, peuvent parfois donner de bons résultats.

Les recherches portent actuellement sur trois voies principales pour lutter contre ces infections : les immuno-modulateurs, qui stimulent le système de défense immunitaire de l'organisme ; l'interféron, substance antivirale naturelle que l'on commence à synthétiser ; les antiviraux, qui ont une action directe sur le virus et dont plusieurs sont à l'étude.

Quant aux vaccins, ils ont tous été décevants. Le vaccin anti-herpétique a été retiré du marché français en raison de son manque d'efficacité et aussi du risque oncogène. On hésite à administrer des vaccins à virus vivants, parce qu'on ne sait pas comment évoluent les infections herpétiques. Certains chercheurs sont optimistes, d'autres doutent qu'il soit possible d'éliminer les virus latents. Ainsi, le virologue américain Maurice Hilleman, du Merck Institute, tente de mettre au point un vaccin à partir de la capside du virus, après élimination de l'ADN infectieux, mais souligne qu'il est difficile d'éliminer un virus qui s'installe sous forme latente dans le système nerveux.

Deux médecins lyonnais, les Drs Robert Roudier, allergologue, et Demillière, du service d'ophtalmologie de la clinique mutualiste de Lyon, ont innové en ce domaine en utilisant contre l'infection à l'*Herpes simplex* du type 1

un vaccin préparé, non pas à partir de ce virus, mais à partir d'une bactérie, le pneumocoque, agent pathogène de la pneumonie. Le pneumocoque semble posséder un antigène de surface semblable à un antigène de surface du virus, et l'injection du vaccin provoque l'apparition d'anticorps de rejet dirigés contre le virus. Ces médecins ont ainsi traité plusieurs dizaines de malades atteints d'herpès de la cornée, et rapportent que l'infection disparaît, ainsi que les lésions, si ces dernières ne sont pas définitives. Mais quelle que soit l'efficacité de ce traitement, il ne s'adresse qu'à l'herpès-virus du type 1, et non pas à celui du type 2, grand responsable de l'épidémie américaine.

L'absence de traitement efficace a aussi des conséquences émotionnelles : des milliers de personnes rendent la maladie responsable de divorces, de ruptures, d'impuissance et d'anxiété...

Faute de traitement, on offre aux patients un soutien moral. Une fondation privée, Herpes Resource Center, à Palo Alto, en Californie, a créé une cinquantaine de centres d'assistance aux États-Unis, et des patients un peu partout suivent des traitements... psychiatriques, en groupe. Une lettre d'information, destinée aux herpétiques, est publiée. Un des groupes pour lesquels l'infection herpétique, souvent associée à d'autres, représente un risque extraordinairement accru, est celui des homosexuels mâles, chez qui l'on observe depuis l'été dernier, toujours aux États-Unis, une montée inquiétante de maladies parfois mortelles associées avec une dépression du système de défense immunitaire. Un terme nouveau est apparu dans le vocabulaire médical : le Gay Compromised Syndrome, parce que l'immunité cellulaire est compromise.

Mais, malgré les recherches entreprises à l'initiative du Center for Disease Control et des chercheurs de plusieurs disciplines, on n'a pu expliquer l'origine précise de ce syndrome, qui a causé la mort de près de 300 homosexuels, et dont l'apparition de cas nouveaux est signalée presque chaque jour. Sans vouloir exacerber ce qui ressemble déjà à une psychose nationale, voire internationale, les médecins rappellent que l'hygiène est le meilleur préventif contre ce virus insidieux, soudain devenu l'"enragé".

Jean FERRARA ■

LA CARTE DE FRANCE DU RHUME DES FOINS

Il est des gens pour qui certaines fleurs ne sont que des fleurs du mal : il suffit qu'elles déploient leur corolle pour qu'aussitôt ces malheureux se mettent à éternuer, à suffoquer, gorge irritée, narines bouchées. Le responsable de tous leurs maux, c'est le pollen, cette mystérieuse poussière jaune que les scientifiques viennent de mettre en carte.

● En général, pour le commun des mortels, le nom de pollen évoque l'agent mâle de la fécondation des plantes ou le plat de résistance des abeilles et de quelques autres insectes. Pourtant cette fine poussière, le plus souvent couleur de soufre, a bien d'autres emplois à son répertoire : elle peut témoigner des végétations du passé, servir de marqueur pour la météorologie, donner des indications sur la prochaine vendange et fournir des informations sur les variations de climat. Elle peut aussi, hélas ! empoisonner l'existence de millions d'individus pendant plus de la moitié de l'année en provoquant des allergies respiratoires que les scientifiques dénomment "pollinoses" et que le langage courant appelle "rhumes des foin". Bref, le pollen a tant d'applications et d'implications qu'il fait à lui seul l'objet de toute une science : la palynologie (du grec *palunein* : répandre de la farine).

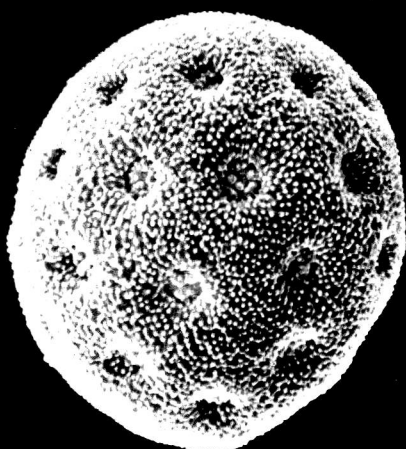
Mais examinons plus en détail les différentes caractéristiques et utilisations des pollens. Botaniquement parlant, les grains de pollen sont des gamètes mâles produits dans les anthères (la partie supérieure renflée) des étamines. Parvenus à maturité, ils sont transportés par divers vecteurs jusqu'au stigmate (sommets du pistil) d'une autre fleur, qu'ils viennent féconder. Les vecteurs, ou agents de transport, du pollen sont, grosso modo, de trois types : le vent, l'eau et les animaux. Quand la pollinisation est assurée par le vent, on parle de plantes anémophiles ; quand elle se fait par l'eau, on parle de plantes hydrophiles ; quand elle est due aux animaux, on parle de plantes zoïdophiles. Parmi ces dernières, on distingue plusieurs sous-groupes : plantes entomophiles (fécondées par les in-

sectes), ornithophiles (fécondées par les oiseaux), chéiroptérophiiles (fécondées par les chauves-souris), malacophiles (fécondées par les gastéropodes), etc.

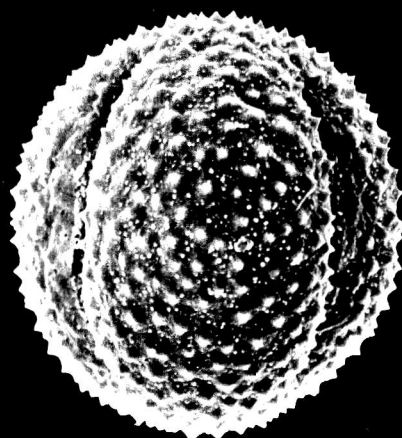
Si le grain de pollen ne conserve son pouvoir fécondant que pendant un temps très limité (environ 48 heures en moyenne), en revanche, son enveloppe externe (exine), particulièrement résistante, peut demeurer intacte pendant des millions d'années. Cette particularité est d'un grand intérêt pour les spécialistes de la paléobotanique. Elle permet, par exemple, de suivre l'évolution d'une espèce. Ainsi, en examinant du pollen de *Tsuga* (conifère poussant au Canada et en Chine) depuis l'Éocène (première période de l'ère tertiaire, située à environ – 50 millions d'années) jusqu'à nos jours, des chercheurs ont constaté que plus de 36 variétés s'étaient succédées ; que cette espèce avait connu une expansion considérable en Europe, avant de disparaître totalement à l'époque des glaciations ; qu'enfin les premiers pollens étaient plus petits et moins ornés que les grains actuels, et donc que le pollen avait évolué en même temps que l'espèce.

L'analyse pollinique permet également de reconstituer l'histoire des végétations. Ainsi, en explorant des tourbières ou des sols fossiles divers, les paléobotanistes peuvent déterminer, pour une région donnée, les interventions successives de la nature et des hommes : règne de la forêt, puis déforestation, puis prolifération de petites mousses, puis cultures, puis retour à la forêt, etc. C'est encore grâce aux pollens que l'on a pu prouver l'existence, il y a moins de 5 000 ans, d'une végétation abondante au Sahara.

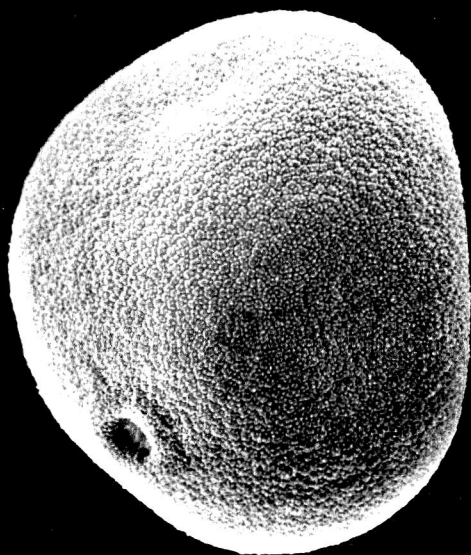
(suite du texte page 34)



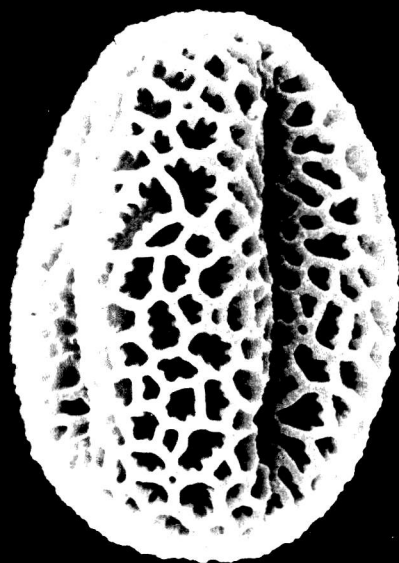
Chénopode



Armoise



Fléole



Olivier

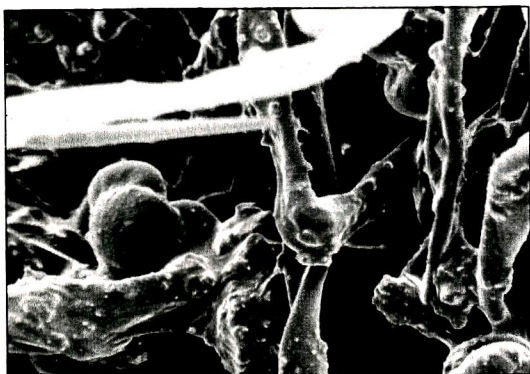
DES PARTICULES AUX FORMES RÉGULIÈRES MAIS DE DIMENSIONS VARIÉES

Les grains de pollen ont des formes diverses (sphériques, ovoïdes, polyédriques, cylindriques) et des dimensions microscopiques. Leur taille varie, selon les espèces, de 5 à 100 microns : 20 microns pour le pollen d'armoise, 21 microns pour le pollen d'olivier, 30 microns pour le pollen de chénopode, 40 microns pour le pollen de fléole. L'épaisseur de l'exine — enveloppe extérieure du grain de pollen — est de l'ordre de 0,5 à 2 microns. Les grains de pollen à exine mince sont déshydratés par l'air et ressemblent à des ballons dégonflés ; mais ils reprennent toute leur fermeté, et toutes leurs formes, dès qu'ils rencontrent le stigmate humide d'une fleur.

LES POLLENS LES PLUS AGRESSIFS SELON LES RÉGIONS ET LES SAISONS

La carte ci-contre et celle des pages suivantes indiquent le nombre de grains de pollen de différentes espèces inhalés chaque semaine par un individu, selon la période de l'année et la région où il se trouve (sur la base de 100 m³ d'air aspirés hebdomadairement). Elles ont été établies à partir de données recueillies dans huit stations réparties sur le territoire national, plus la station de Zurich, dont les indications peuvent être extrapolées au Jura, au sud des Vosges et à la Bourgogne.

Ces données sur lesquelles les chercheurs fondent leurs calculs ne sont rien moins que des collectes de pollens effectuées au moyen de filtres spéciaux. Ceux-ci sont constitués de plusieurs couches superposées de gaze (analogue à celle qui est utilisée pour les compresses médicales). Cette gaze est imprégnée d'un fluide à base de silicones, afin que les



Dessin L. Delplanque - Photo B. Boutelin

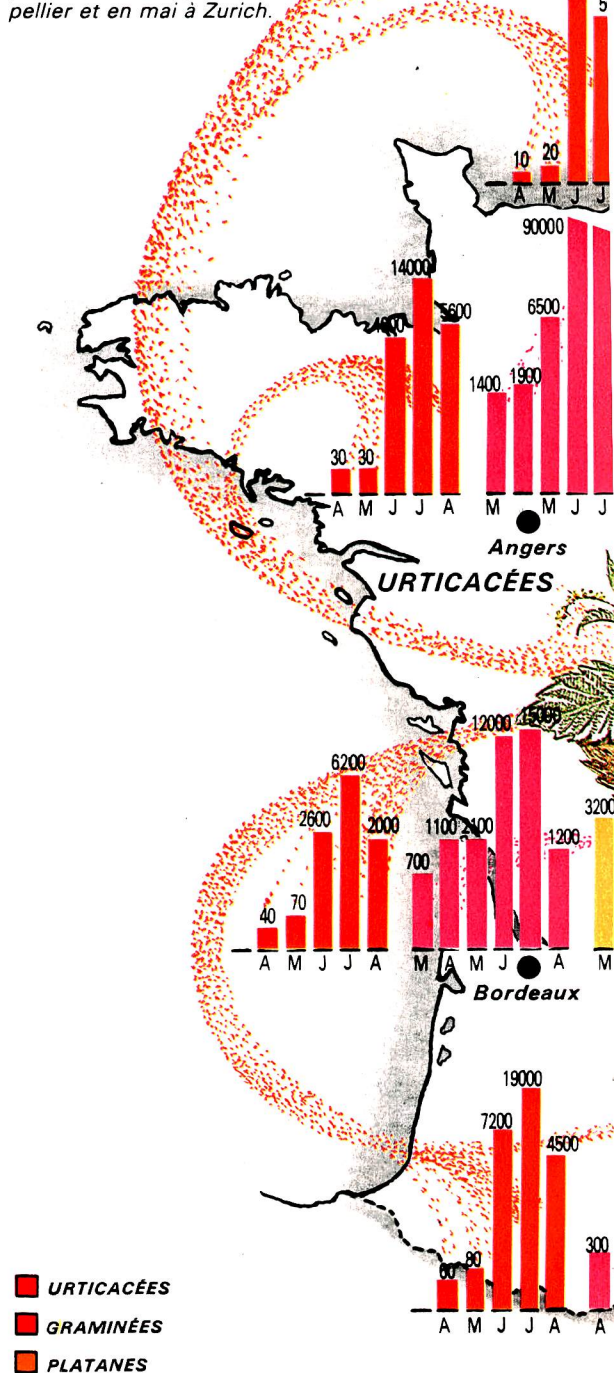
grains piégés adhèrent fortement aux fibres du tissu et ne soient entraînés ni par la pluie ni par les vents (sur la photo ci-dessous, sur laquelle les "rameaux" noueux correspondent aux filaments de gaze et les petites boules aux grains de pollen). Au bout d'un temps déterminé, les filtres sont changés, et les pollens récupérés par dissolution totale du support filtrant.

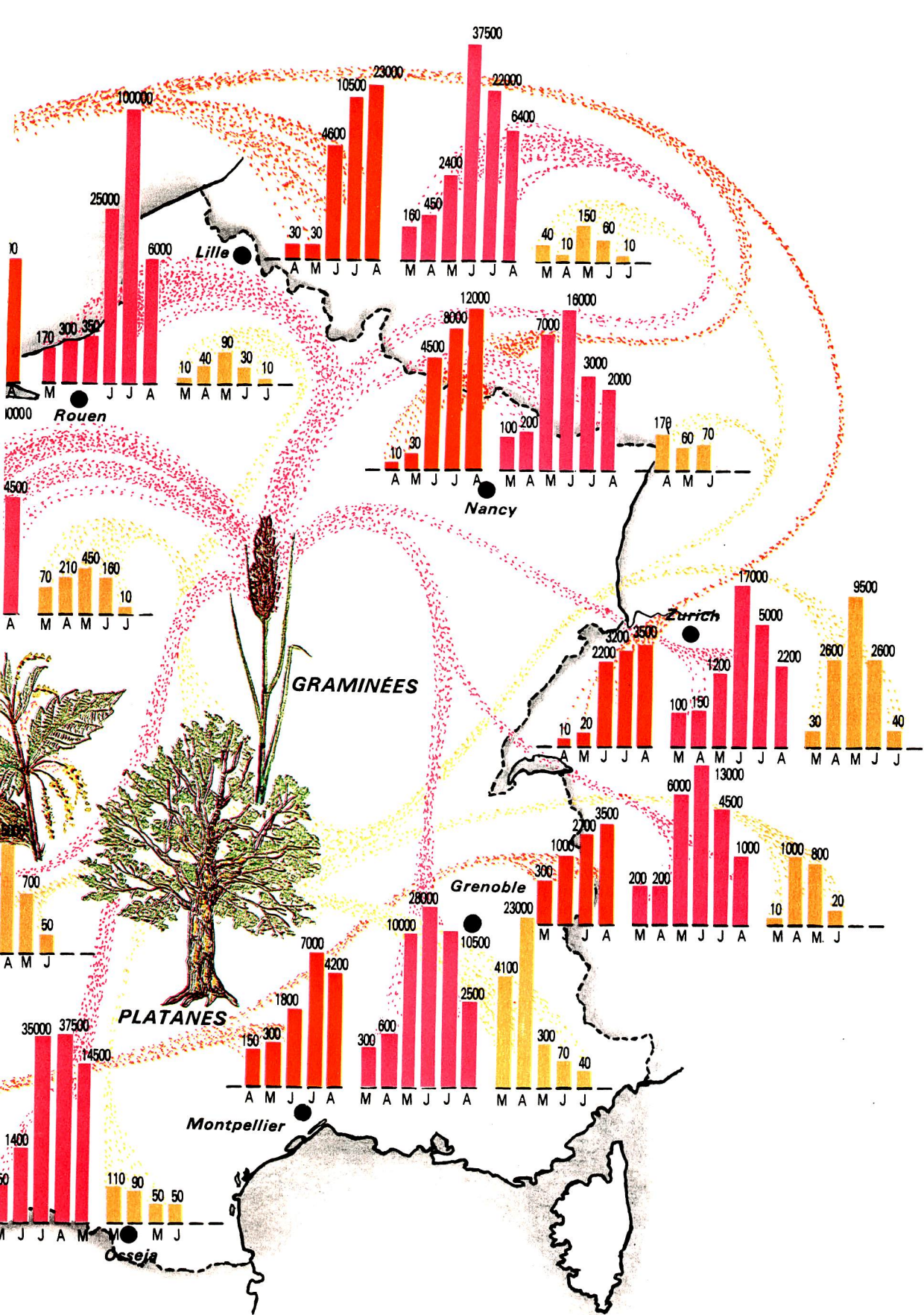
Les filtres sont soit verticaux, orientés perpendiculairement aux flux d'air (pour mesurer le pollen circulant), soit horizontaux, installés à même le sol (pour mesurer le pollen retombant). La quantité de grains de pollen capturé verticalement est toujours supérieure à la quantité obtenue horizontalement par retombées au sol. Ici, seules 12 espèces de pollen ont été retenues, parce qu'elles sont considérées comme les plus allergisantes.

Ainsi, nous avons volontairement omis le pollen de pin, bien qu'il en circule des quantités considérables, car ce pollen ne produit habituellement aucune gêne respiratoire.

Les chiffres nous ont été fournis par l'équipe du laboratoire de palynologie de la faculté des sciences de Montpellier; ils se rapportent à des travaux menés par le Pr Michel, chef du service d'allergologie au CHU de Montpellier, et par M. Guérin, directeur du laboratoire des stallergènes de Joinville-le-Pont (ces chiffres concernent les années 1977-1978 pour les stations de Lille, Rouen, Angers, Bordeaux, Orléans, Montpellier et Zurich; 1979-1980 pour Grenoble; 1981 pour Nancy).

Les graminées dominent nettement en juin et juillet dans le Nord et l'Ouest, tandis que les urticacées (orties, chanvre, pariétaires...) sont plus également réparties, avec toutefois une forte pointe en août à Lille. Quant au platane, plutôt méridional, il culmine en avril à Montpellier et en mai à Zurich.





La connaissance du passé apportant souvent de précieux enseignements pour l'avenir, la paléopalynologie est aussi fort utile aux climatologues qui s'intéressent aux futures conditions météorologiques sur notre planète. L'étude des pollens a montré, par exemple, que les catastrophes climatiques survenaient toujours de façon très brutale, que le paysage forestier pouvait complètement changer en moins de trois cents ans, et que les variations de dominance (sapins l'emportant sur les chênes, ou chênes l'emportant sur les sapins) se faisaient en vingt ans.

Certains types de pollen, nous l'avons dit, sont transportés par le vent ; il peuvent ainsi parcourir des milliers de kilomètres. Du fait de leur structure ou de leur forme, certains grains de pollen se déplacent plus vite et plus loin que d'autres. Le pollen de châtaigner, par exemple, fait plus de chemin que le pollen du tilleul, parce qu'il est plus léger que celui-ci. Tous ces phénomènes ont donné naissance à une nouvelle discipline : l'aéropalynologie, dont l'un des meilleurs spécialistes est M. Pierre Cour, ingénieur de recherche au laboratoire de palynologie de Montpellier (1).

Entre autres applications, l'aéropalynologie contribue à l'étude de la circulation des masses d'air. Le fait qu'à une époque donnée on intercepte du pollen de bouleau à Béni-Abbès (ksar du Sahara algérien) ou du pollen d'olivier à Lille, renseigne sur la trajectoire des flux d'air au cours de la période considérée. Voilà pourquoi l'on dit que le pollen est un marqueur de la trajectoire des masses d'air.

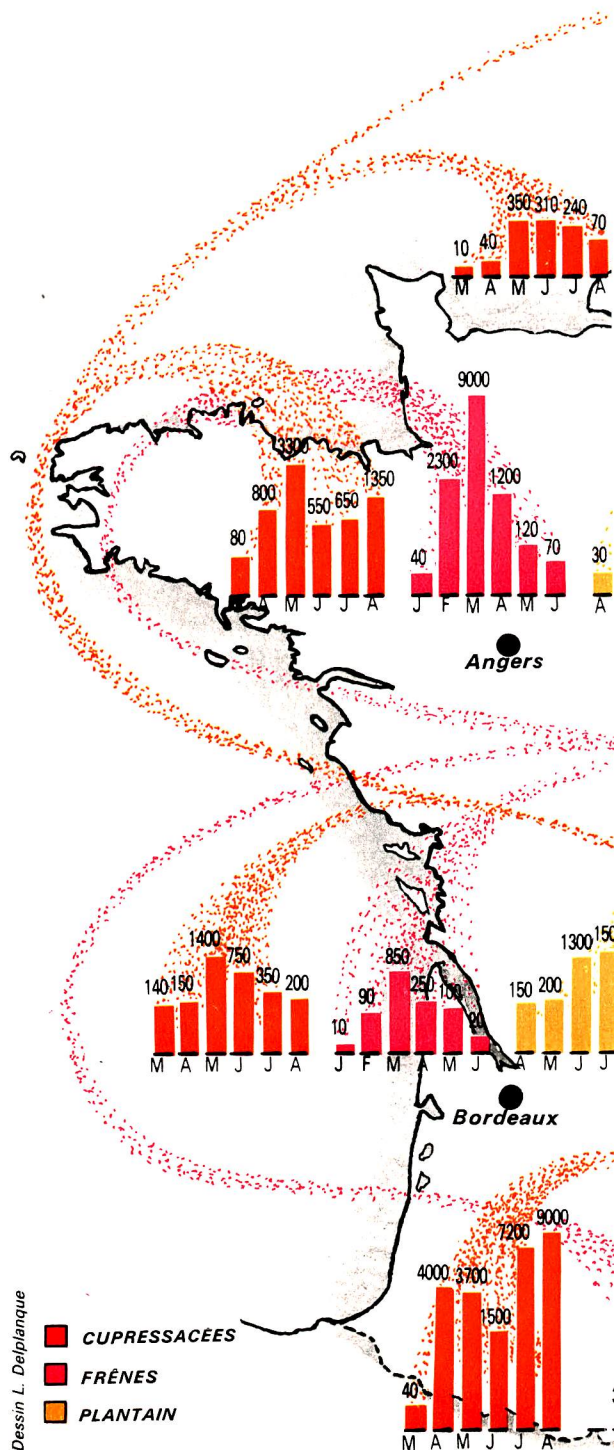
En conséquence, chaque région est caractérisée par un assemblage de différents pollens qui, ou bien proviennent de la végétation locale, ou bien sont originaires d'autres régions et ont été amenés par les vents. La composition de cet assemblage est variable selon les saisons, et même selon les années. Car la date d'émission du pollen, pour une plante donnée, n'est pas la même chaque année. Cette émission survient parfois dès le début du mois de février ; elle ne se produit d'autres fois qu'au début du mois de juin. En fait, la plupart des plantes ont besoin d'une somme de températures très précise pour fleurir. Ce cumul s'obtient par addition des températures journalières supérieures à un certain seuil. Chaque espèce a son propre seuil : il est, par exemple, de 0°C pour l'orme, de 6°C pour le maïs, de 8°C pour le filaria, de 12°C pour l'olivier. Plus ce seuil est bas, plus la plante est précoce.

Cette notion de seuil précisée, passons au cumul. Tel un thermostat qui ne se déclenche

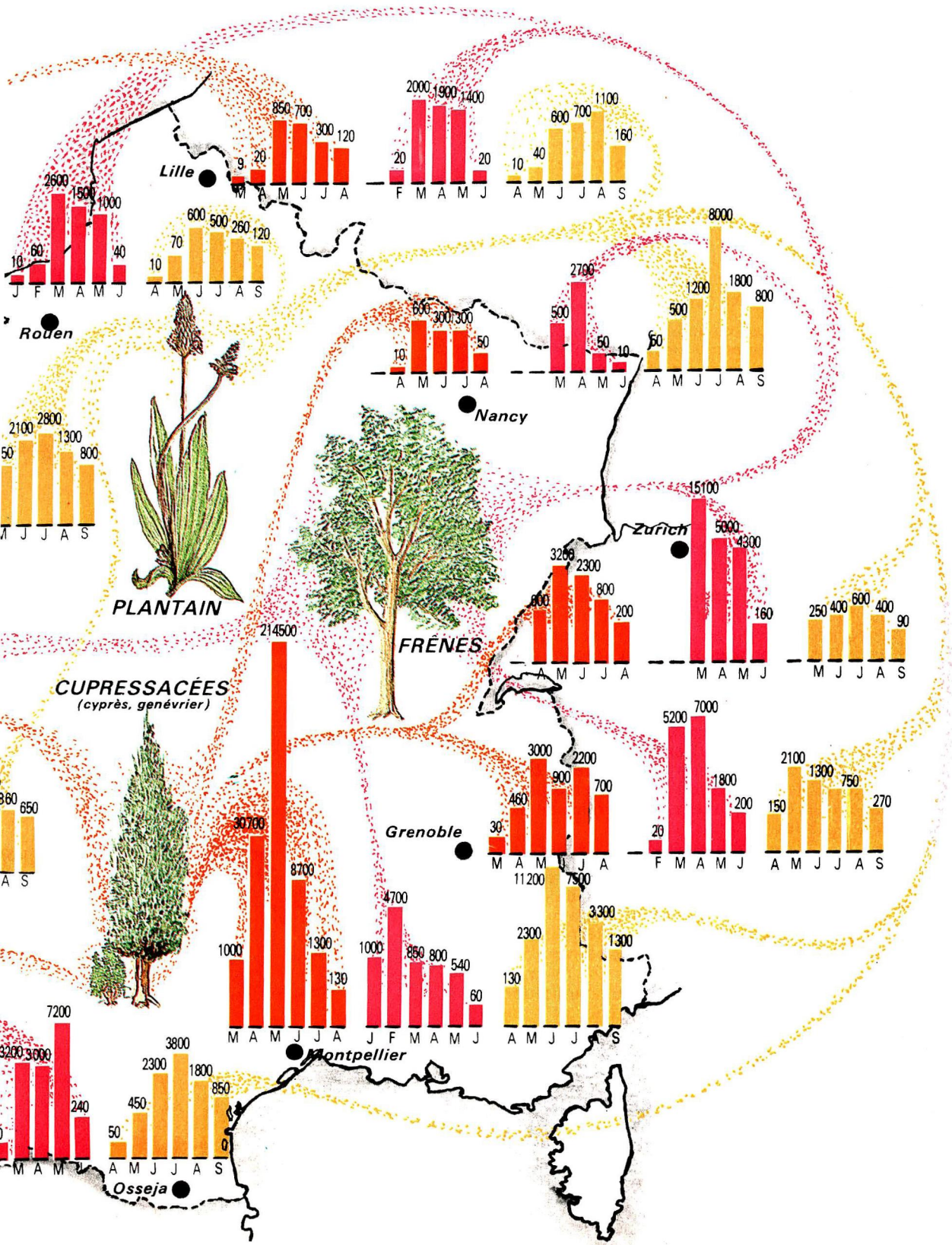
(suite du texte page 36)

(1) La faculté des sciences de Montpellier est dotée d'un laboratoire de palynologie de grande renommée. Fondé par Mme Madeleine Van Campo, cet établissement met à la disposition des chercheurs une bibliothèque spécialisée qui est l'une des meilleures du monde, ainsi qu'une collection très importante de spécimens de pollens conservés sur plaques.

LES POLLENS LES PLUS AGRESSIFS SELON LES RÉGIONS ET LES SAISONS



On constate dans certaines stations (Angers, Grenoble, Osséja) une double poussée des cupressacées : la première correspond à la floraison des cyprès et des genévriers, la deuxième à la seconde floraison des genévriers. Le caractère méditerranéen du cyprès et de certains genévriers est très nettement marqué. Le frêne et le plantain sont plus équitablement distribués sur tout le territoire.



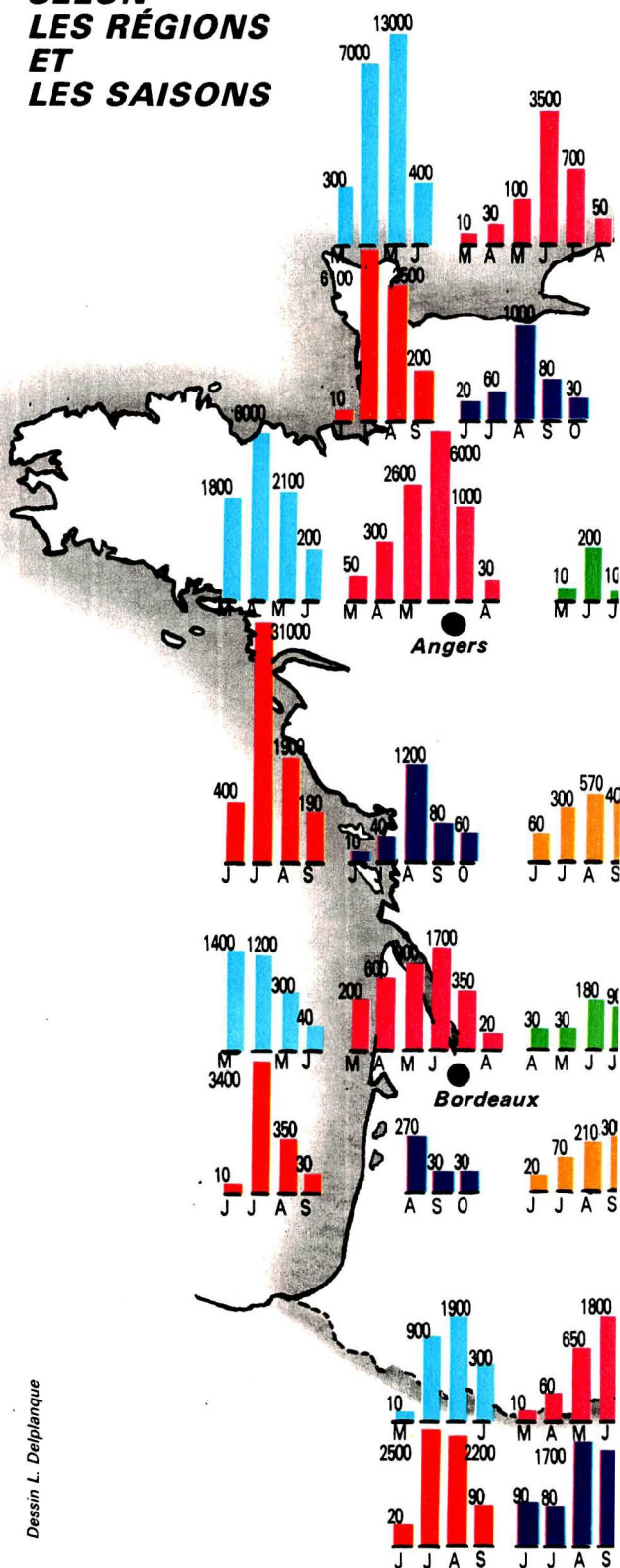
qu'au-dessus d'une température donnée, chaque plante n'est sensible qu'aux températures supérieures à son seuil. Prenons le maïs, dont le seuil est de 6°C : s'il fait 4°C, la plante reste sans réaction ; s'il fait 9°C, elle emmagasine 3°C ; si, le lendemain, il ne fait plus que 5°C, elle conserve son capital de 3°C ; si, le surlendemain, il fait 8°C, elle ajoute 2°C à son capital, soit au total 5°C ; et ainsi de suite. Lorsque la plante a accumulé la somme de températures requise, elle fleurit. Pour le maïs, le total à réunir se situe entre 800 et 1 100°C, selon les variétés. L'orme a, lui aussi, besoin d'environ 1 000°C, mais, comme son seuil (0°C) est plus bas que celui du maïs, il atteint plus vite son total et fleurit avant la graminée. C'est cette nécessité d'un cumul minimal de températures qui explique que certaines plantes, du fait des températures locales trop basses, n'arrivent pas à fleurir dans certaines régions.

Ainsi, les variations interannuelles de climat font qu'une même plante peut fleurir une année en mars et une autre en mai. Ceci est important non seulement pour les agriculteurs, mais aussi pour les personnes qui sont sujettes aux allergies d'origine pollinique. Car, si une rhinite allergique est facilement diagnostiquée en mai ou en juin, elle est souvent confondue avec un simple rhume lorsqu'elle survient en février. Or, des observations effectuées sur les mêmes patients pendant plusieurs années ont démontré que les accès de pollinose suivaient très exactement les courbes de la pollinisation.

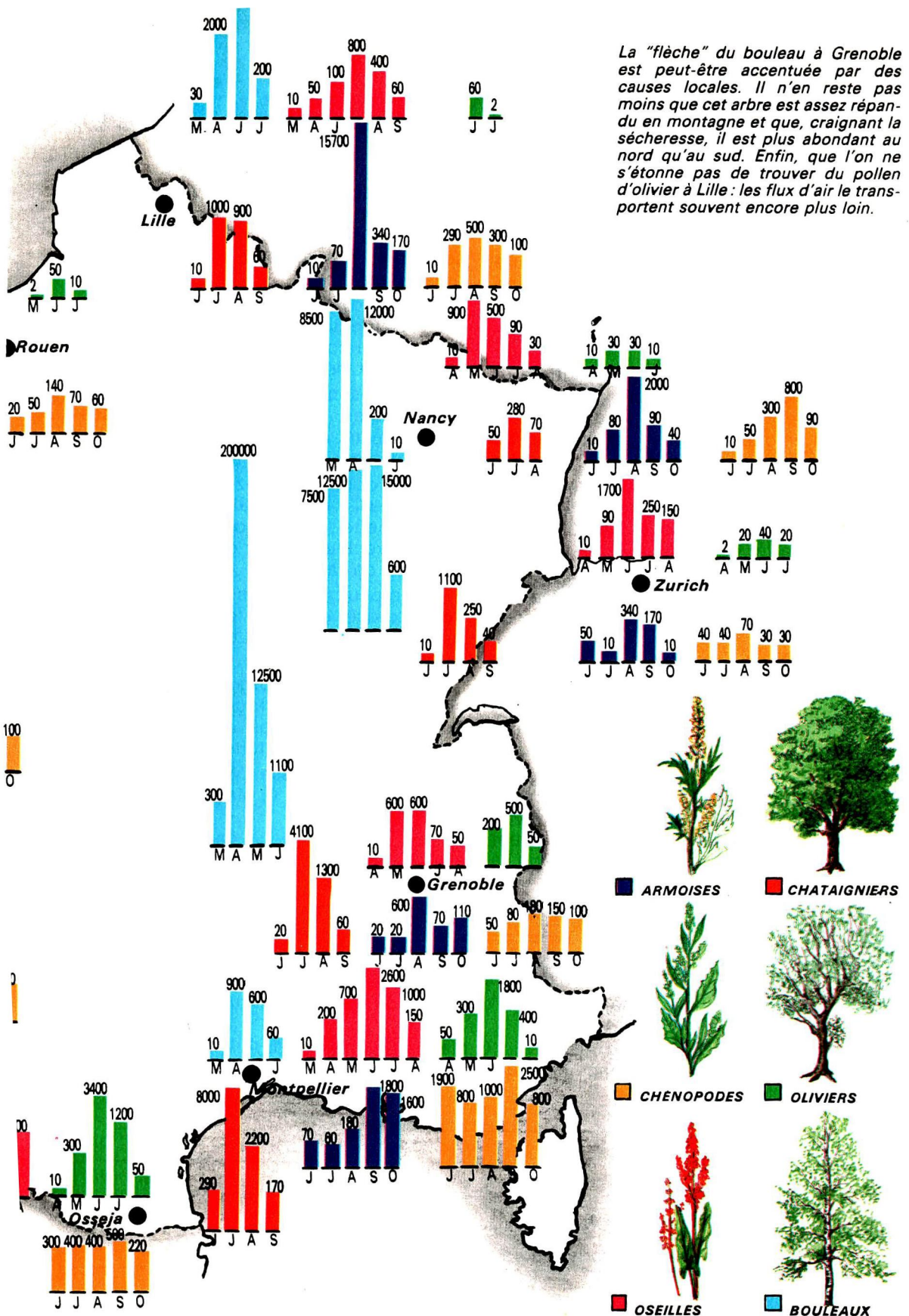
Les quantités de grains de pollen émis sont, elles aussi, variables et dépendent de l'abondance de la floraison mâle. D'une année à l'autre, les différences peuvent être considérables : de 1 à 100 pour le hêtre et pour le charme ; de 1 à 10 seulement pour l'olivier. Pour mesurer ces quantités, on se sert de filtres qui retiennent les grains de pollen. Ces filtres, disposés horizontalement ou verticalement en des endroits précis, sont changés toutes les semaines, c'est-à-dire toutes les 168 heures. Une fois enlevés, ils sont étudiés en laboratoire, et les grains de pollen répertoriés.

Ces prélèvements hebdomadaires permettent de dresser des courbes de pollinisation, c'est-à-dire de mesurer conjointement la durée du phénomène et son ampleur. Telle semaine, par exemple, on recueillera X grains de pollen de vigne ; la semaine suivante, on en relèvera 5 X, puis 10 X la semaine d'après, avant de retomber à zéro. On aura ainsi un cycle de pollinisation. Si, l'année suivante, au même endroit et au cours de la même période, on recueille 2 fois plus (ou 2 fois moins) de pollen, cela signifiera qu'il y a eu 2 fois plus (ou 2 fois moins) de fleurs, et l'on aura une indication sur la future récolte. En effet, les variations interannuelles de pollinisation ayant été corrélées avec les fluctuations interannuelles des récoltes, l'étude du pollen peut fournir une estimation potentielle

LES POLLENS LES PLUS AGRESSIFS SELON LES RÉGIONS ET LES SAISONS



La "flèche" du bouleau à Grenoble est peut-être accentuée par des causes locales. Il n'en reste pas moins que cet arbre est assez répandu en montagne et que, craignant la sécheresse, il est plus abondant au nord qu'au sud. Enfin, que l'on ne s'étonne pas de trouver du pollen d'olivier à Lille : les flux d'air le transportent souvent encore plus loin.



La guérison de la timidité

On parle beaucoup d'une récente découverte qui permettrait de guérir radicalement la timidité.

D'après W.R. Borg, la timidité ne serait pas une maladie morale, mais une maladie physique.

« Prenez, dit-il, un timide. Empêchez-le de trembler, de rougir, de perdre son attitude naturelle pour prendre une attitude ridicule. Montrez-lui comment il peut éviter ces manifestations physiques de son émotion et vous l'aurez guéri de son mal.

Jamais plus il ne se troublera, ni pour passer un examen, ni pour déclarer son amour à une jeune fille, ni même s'il doit un jour parler en public.

Mon seul mérite est d'avoir découvert le moyen qui permet à chacun, instantanément et sans effort, de maîtriser ses réflexes. »

Il semble bien, en effet, que W.R. Borg a trouvé le remède définitif à la timidité.

J'ai révélé sa Méthode à plusieurs de mes amis. L'un d'eux, un avocat, était sur le point de renoncer à sa carrière, tant il se sentait bouleversé chaque fois qu'il devait prendre la parole ; un prêtre, malgré sa vaste intelligence, ne pouvait se décider à monter en chaire ; ils furent tous stupéfaits par les résultats qu'ils obtinrent.

Un étudiant, qui avait échoué plusieurs fois à l'oral du baccalauréat, étonna ses professeurs à la dernière session en passant son examen avec un brio étourdissant.

Un employé, qui osait à peine regarder son directeur, se sentit soudain l'audace de lui soumettre une idée intéressante et vit doubler ses appointements.

Un représentant, qui hésitait cinq bonnes minutes devant la porte de ses clients avant d'entrer, est devenu un vendeur plein de cran et irrésistible.

Sans doute désirez-vous acquérir, vous aussi, cette maîtrise de vous-même, cette audace de bon aloi, qui sont si précieuses pour gagner les dures batailles de la vie.

Je ne peux pas, dans ce court article, vous exposer en détail la Méthode Borg, mais j'ai décidé son auteur à la diffuser auprès de nos lecteurs.

Priez donc W.R. Borg de vous envoyer son intéressant ouvrage documentaire « Les Lois Éternelles du Succès ». Il vous l'adressera gratuitement.

Voici son adresse : W.R. Borg, dpt. 964, chez Aubanel, 6, place Saint-Pierre, 84028 Avignon.

E. DE CASTRO.

METHODE BORG

BON GRATUIT



A remplir en lettres majuscules en donnant votre adresse permanente et à retourner à :

W.R. Borg, dpt 964, chez AUBANEL, 6, place St-Pierre, 84028 Avignon Cedex, pour recevoir sans engagement de votre part et sous pli fermé "Les Lois Éternelles du Succès".

Nom _____ Prénom _____

N° _____ Rue _____

Code postal _____ Ville _____

Age _____ Profession _____

Aucun démarcheur ne vous rendra visite.

LES CREATIONS JEUX DESCARTES, POUR JOUER A REFLECHIR.



Nom
Prénom
N°
Rue
Code postal
Ville
désire recevoir le dernier catalogue du Club Jeux
Descartes et vous adresse 3 timbres à 1,80 F pour
frais d'envoi.
SV. 778

Jeux Descartes vous propose une très large gamme de jeux originaux. Des casse-tête diaboliques, en métal, en bois, tel le "Supercube", ou "Isba" ou "la Chenille" avec ses 1953 solutions possibles... Des puzzles aux subtils engrenages tel "Trompe-l'œil" ou "Issue en perspective" qui, une fois reconstitués, deviennent aussi un labyrinthe aux dédales machiavéliques... Des wargames exclusifs pour revivre des batailles célèbres telles "Fleurus" ou "Diên-bien phu", et pour vous montrer meilleur stratège... Ces jeux inédits, vous les découvrirez dans le dernier catalogue Jeux Descartes qui vous présente une collection unique de jeux de réflexion.

Demandez vite le nouveau catalogue. Il est gratuit. Pour le recevoir, sans aucun engagement, il suffit d'écrire à Jeux Descartes, 5, rue de la Baume, 75008 PARIS, en joignant 3 timbres à 1,60 F pour frais d'envoi. Vous trouverez également la liste des 60 relais-boutiques qui distribuent les créations du Club Jeux Descartes en page 5.



**club
JEUX
DESCARTES**



Le spécialiste du jeu de réflexion.

A LA DÉCOUVERTE DES DRAGONS DE KOMODO

Dans l'archipel de la Sonde, à quelque 400 km à l'est de l'île indonésienne de Bali, l'île de Komodo, un tertre de sable et de rochers, s'étire sur 13 kilomètres de long. Le Dr Walter Auffenberg, professeur de zoologie à l'université de Floride, y a séjourné un an afin d'étudier le plus grand lézard du monde : l'ora, ou dragon de Komodo, un varan géant dont la taille peut atteindre 3 mètres. Dans cet article écrit pour Science & Vie, il relate ses principales découvertes sur les habitudes alimentaires de ce fascinant animal⁽¹⁾.

● Le dragon de Komodo (*Varanus komodoensis*) appartient au groupe des "lézards moniteurs", une famille importante et variée qui est surtout représentée dans les zones tropicales de l'ancien monde : Afrique, Proche et Moyen-Orient, Australie. Mais aucun autre moniteur n'atteint la taille de l'ora, l'un des plus grands vertébrés du monde.

Chose rare pour un animal de cette taille, l'ora ne vit que dans une zone très restreinte. Son domaine ne couvre pas plus de 1 500 km² et se limite à certaines des petites îles de la Sonde : Komodo, Padar, Rintja, et une petite partie de l'ouest de Flores (voir la carte ci-contre).

Notre intérêt pour l'ora s'expliquait par deux raisons étroitement liées :

- Ce lézard est considéré comme l'une des espèces les plus menacées parmi les animaux de grande taille.

- On connaissait peu son comportement ; on était donc incapable de mettre sur pied un programme efficace de préservation de l'espèce. Et c'était, en fait, le but ultime de notre recherche, financée par la société de zoologie de New York.

Afin d'obtenir les informations dont nous avons besoin, nous avons étudié la structure des populations d'oras, leurs interactions sociales, leur reproduction, leurs maladies, etc. Mais nos découvertes les plus intéressantes concernent leurs habitudes alimentaires.

Toute la vie de l'ora est dominée par un événement majeur : la saison sèche, qui commence en mars et dure huit mois. Pendant cette pé-

riode, pas une goutte de pluie ne tombe sur le sol. Les trous bourbeux où se roulaient les animaux sauvages rétrécissent avant de s'assécher totalement. L'herbe qui couvre les pentes des collines jaunit. Dans la savane, les jujubiers dépérissent et leurs feuilles tombent en une pluie cuivrée, dans une atmosphère totalement déshydratée. Lorsqu'arrive juillet, aucune créature vivante ne se hasarde plus dehors au milieu de la journée. L'île, dans un silence de feu, traverse de longues semaines de sommeil. De vrais feux, d'ailleurs, dévorent les flancs des montagnes et dévalent dans les savanes, créant un voile de fumée dans la partie centrale de l'archipel de la Sonde. Sur le col couvert de poussières noirâtres, la température peut dépasser 75 °C. Les petits animaux qui ont une activité diurne pendant la saison humide ne sortent plus que le soir, à moins qu'ils ne passent la totalité de la période sèche à dormir dans des crevasses. C'est en général la période des famines, et les oras, bien qu'ils restent actifs, se nourrissent largement de la graisse qu'ils ont accumulée précédemment.

Ce n'est qu'en décembre que les premiers nuages de la mousson d'été s'accumulent au-dessus des montagnes. Les pluies, d'abord légères, deviennent vite plus intenses. Dès février, les bourbiers réapparaissent et s'emplissent d'eau fraîche. La sève monte, la végétation repousse, les œufs éclosent, les cocons s'ouvrent, bref, la vie revient. Après le sommeil estival, la saison humide est une période de croissance et de festins pour tous les animaux qui vivent sur l'île, à commencer par l'ora.

À ce cycle annuel de festins et de jeûne se superpose un cycle journalier non moins impor-

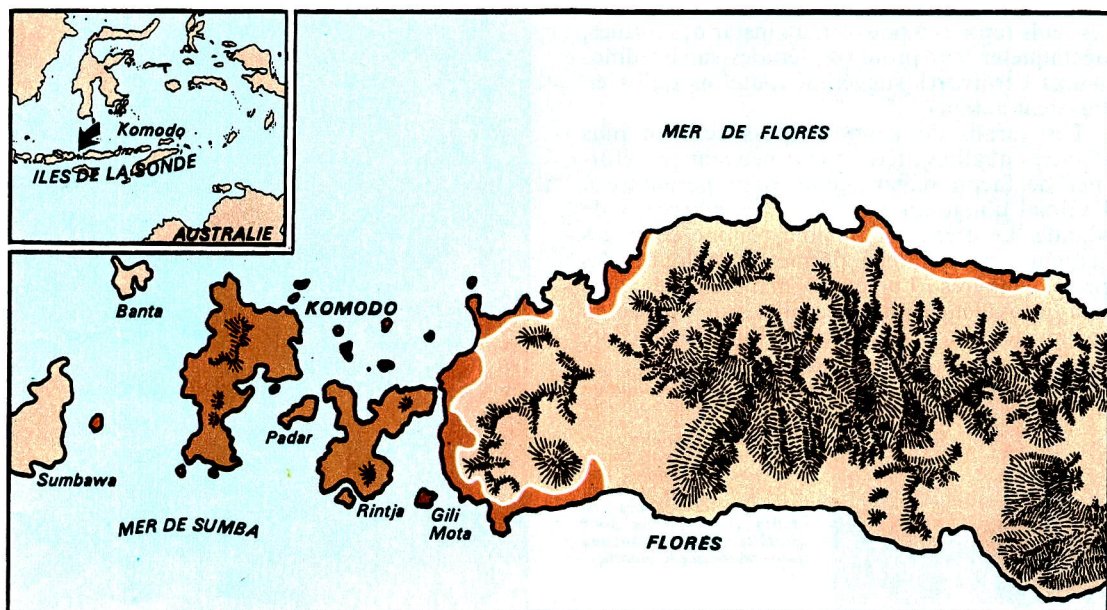
(1) *The Behavioral Ecology of the Komodo Dragon*. University Presses of Florida, University of Florida, Gainesville, Florida 32611, USA.

tant pour l'ora. Animal diurne, le dragon de Komodo ne chasse jamais pendant la nuit. Mais il doit également éviter les moments les plus chauds de la journée, même durant la saison humide. Il est en effet sensible à la chaleur : si sa température corporelle dépasse 42,7°C, il meurt par choc thermique. Et il ne possède pas de glandes sudoripares pour se rafraîchir. Il est en revanche probablement doté d'un moyen de détecter les variations de température.

L'ora dépense donc beaucoup de temps et d'énergie pour rester au frais. Il se déplace à l'ombre, évite de traverser les zones où le sol est à nu, se cache dans les terriers qu'il creuse, ou se dissimule dans des zones abritées. Ce

des repas gargantuesques qu'il fait au cours de la saison humide.

En effet, les enzymes qui favorisent la digestion ne fonctionnent plus normalement au-delà d'une certaine température. La putréfaction devient alors plus rapide que la digestion. Et vu les énormes quantités de nourriture ingurgitées par l'ora, cela constitue un danger mortel. D'où l'importance vitale de maintenir la température intestinale dans des limites précises, l'idéal étant entre 35 et 38°C. Toute l'activité, ou plutôt la non-activité de l'animal, n'a d'autre but que de réaliser cet idéal ou de s'en approcher le plus possible. Et c'est cela qui détermine quand, où et pendant combien de temps l'imposant



L'espèce des varans de Komodo ne compte plus que quelque 5000 à 7000 individus vivant sur cette petite portion des îles de la Sonde, plus particulièrement concentrés dans les zones en ocre foncé.

contrôle permanent de la température l'oblige à ne chasser qu'à certaines heures du jour. Il suppose de plus une connaissance détaillée des variations locales de température près du sol, connaissance qui demande de longues années d'expérience. Heureusement, le problème de la chaleur ne devient crucial que lorsque l'ora atteint l'âge adulte. Le rapport de la surface cutanée au poids est plus important chez le jeune varan que chez son aîné, de sorte qu'il se rafraîchit plus facilement.

Nos recherches ont montré que les oras vivaient plus de 50 ans. L'adulte possède un territoire individuel d'environ 5 km², dont il connaît les moindres recoins. Il utilise cette connaissance non seulement pour repérer ses proies, mais aussi pour régler sa température à tout moment de la journée et en toute saison. C'est particulièrement important pendant la digestion

reptile va chasser, se nourrir et digérer.

L'essentiel de ce que nous savons sur les habitudes alimentaires des animaux sauvages concerne les grands prédateurs mammifères. Nous possédons peu de connaissances sur les reptiles, bien que les plus grands carnivores du passé comme du présent appartiennent à cette classe d'animaux. Nos recherches sur les oras ont jeté une lumière nouvelle sur le comportement des grands reptiles carnivores et ont sans doute permis de deviner les habitudes alimentaires de certains dinosaures.

On suppose qu'il existe une ressemblance entre dinosaures et oras à cause de la grande taille de ces derniers : plus de 3 m de long pour un poids de 60 kg (de nombreux rapports attribuent aux oras des poids bien supérieurs ; mais il s'agit en général d'animaux en captivité, qui sont artificiellement obèses et seraient incapables

bles de chasser efficacement en liberté). Même les nouveau-nés, dont la taille se situe aux alentours de 50 cm, comptent parmi les plus grands lézards du monde.

Les dents de l'ora sont parfaitement conçues pour couper de la viande. Leur nombre — 50 — est élevé en comparaison avec la majorité des autres reptiles. Les dents de devant sont courtes, verticales et coniques. Celles des côtés et du fond servent à déchirer la viande. Bien qu'elles soient assez grosses (jusqu'à 2 cm de long) et très serrées les unes contre les autres, elles ne mesurent que quelques millimètres d'épaisseur. Elles sont cannelées sur le côté tranchant. Muni d'une telle denture, l'animal peut infliger des blessures sérieuses à un congénère durant les disputes de nourriture ; mais il s'en sert aussi pour découper la viande avant de l'avaler. Cette caractéristique lui est particulière : les oras sont les seuls reptiles à pouvoir, à l'instar des tortues, déchiqueter leur proie (des études sur les dinosaures carnivores suggèrent toutefois qu'ils en faisaient autant).

Les varans de Komodo possèdent en plus d'autres qualités : tête et cou peuvent se déformer de façon remarquable, pour permettre à l'animal d'ingurgiter de très gros morceaux de viande. Le crâne est flexible comme celui des serpents, ce qui leur permet d'engloutir des proies entières. Lorsqu'ils mangent, les oras adultes avalent d'énormes pièces de viande en jouant des mâchoires pour faciliter la descente



Des lézards de 3 m, pesant 60 kg, qui ingurgitent jusqu'à la moitié de leur poids en un seul repas. Grâce à leur langue fourchue, ils peuvent localiser, par son odeur, une charogne à plus de 8 km de distance. Leurs 50 dents très serrées sont parfaitement conçues pour découper la viande.



de la nourriture, comme le font les serpents. Ébahis, ma famille et moi-même avons vu certains de ces animaux avaler d'une pièce la tête entière d'un sanglier sauvage qu'ils venaient d'arracher de la carcasse, et d'autres, ingurgiter d'un seul coup un faon entier âgé d'un mois.

Une fois même, nous avons assisté au repas d'un animal affamé pesant 52 kg : en 17 minutes, le varan dévora 26 kg de viande, la moitié de son poids ! Nos études ont démontré qu'un adulte peut manger environ 3 kg de viande par minute. De plus, les oras nettoient parfaitement leurs proies ; à la fin du repas, il ne reste guère que les boyaux et quelques touffes de pelage. En comparaison, les lions





d'Afrique ne dévorent qu'un kilo de viande par minute. Et, de même que les tigres et les autres carnivores de taille comparable, ils laissent entre 20 et 30% de la chair de leur proie, qui servira de nourriture aux vautours, aux hyènes et aux chacals. Sur le territoire de l'ora, il n'existe aucun charognard comme on en trouve en Afrique et en Inde. Le dragon de Komodo ne partage sa proie avec personne. Seuls les gros serpents sont des prédateurs plus efficaces, puisqu'ils avalent leur proie entière, carcasse comprise.

Toutefois, on sait depuis longtemps que les charognes constituent l'une des principales sources d'alimentation des varans adultes ; nos

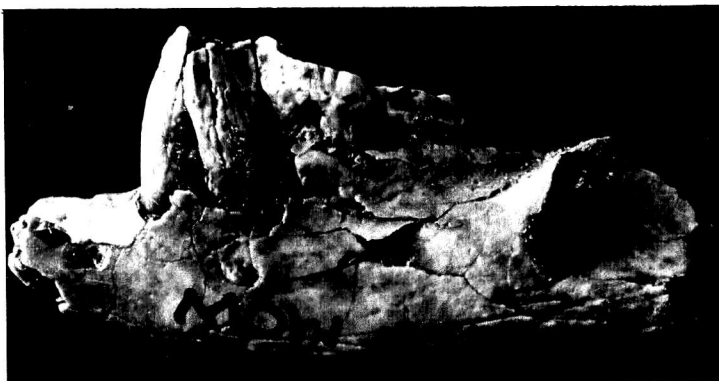
recherches l'ont vérifié ; elles ont également établi que cette pratique ne commence qu'à partir de l'âge de 2 ou 3 ans ; les jeunes ne se nourrissent que de proies vivantes ; de plus, nous avons constaté que la viande fraîche est toujours préférée à la charogne. Celle-ci constitue néanmoins un élément important du régime alimentaire de l'ora, principalement durant la saison sèche lorsque les proies vivantes sont rares.

La viande en décomposition produit une puanteur qui permet à l'animal de localiser la charogne. Cette puanteur a pour origine des huiles volatiles produites durant la décomposition. Le premier jour qui suit la mort de l'animal, l'odeur n'est guère puissante, et seules les

(suite du texte page 150)

UN TÉMOIN DE LA DÉRIVE DES CONTINENTS

La découverte de fragments osseux de petits mammifères dans l'Antarctique, outre qu'elle fournit des données essentielles aux paléontologues sur cette famille, apporte un élément d'explication supplémentaire sur l'histoire de la Terre.



Vue du fossile identifié comme étant la mâchoire d'un marsupial. L'implantation des dents (semblable à celle de ses congénères du Paléocène découverts en Amérique du Sud), leur nombre, leur forme et leur état, ont permis de conclure que ce petit rongeur était fructivore.

● Une équipe de chercheurs américains⁽¹⁾ a trouvé, sur l'île de Seymour, dans l'Antarctique, ce qui semble bien être des fragments de mâchoire d'un marsupial⁽²⁾. C'est la première découverte d'un mammifère terrestre sur ce continent glacé.

D'après les études qui ont pu être faites à partir de ces fossiles, il ressort que ces fragments dataient de l'Éocène (début de l'ère tertiaire), c'est-à-dire d'il y a une cinquantaine de millions d'années.

Diverses autres analyses permettent de se faire une idée de ce qu'a été ce marsupial : il devait mesurer de 20 à 25 cm de long environ, et l'état de sa dentition permet de déduire qu'il était sans doute essentiellement fructivore. Ces informations permettent à William Zinmeister de rattacher ce marsupial au genre *Polydopus*, totalement disparu de nos jours.

Mais la découverte de ce marsupial, ainsi que de restes d'une dizaine de reptiles marins, de quelques reptiles terrestres, de grandes quantités d'os de pingouins géants et d'autres ossements de mammifères sur cette "terre de glace", a une portée qui dépasse le cadre de la paléontologie pure. Une question se pose en effet : comment peut-on expliquer la présence de tels mammifères en cette partie du monde ?

Il semble que la tectonique puisse ici apporter une réponse.

(1) Il s'agit des Drs Rosemary Askin, de l'École des mines du Colorado, Woodburne, de l'université de Californie, et Sankar Chatter, du Texas Tech., placés sous la direction de W. Zinmeister de l'Ohio State University.

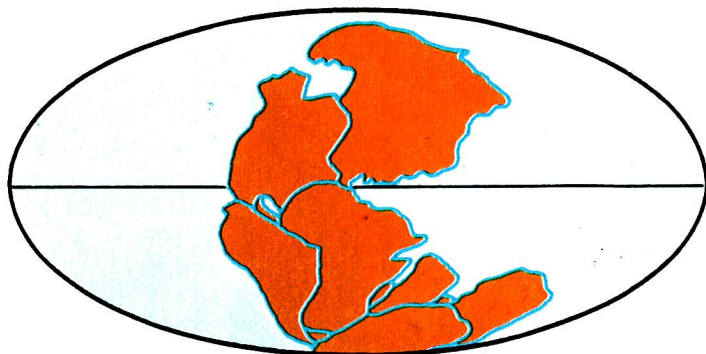
(2) Rappelons que les marsupiaux sont des mammifères vivipares dont le développement embryonnaire effectué dans l'utérus de la mère n'est que peu avancé à la naissance et s'achève dans une cavité ventrale incubatrice (*marsupium*), qui renferme les mamelles. Les exemples les plus connus sont le kangourou, le koala, l'opossum, le phalanger, etc.

En effet, ces quelques fragments pourraient bien devenir un nouvel argument pour les fervents défenseurs de la dérive des continents car, des restes semblables ayant été signalés en Amérique du Sud, cela confirmerait qu'à la fin du Crétacé, il y a 65 millions d'années, l'Antarctique et l'Amérique du Sud étaient encore bien reliés.

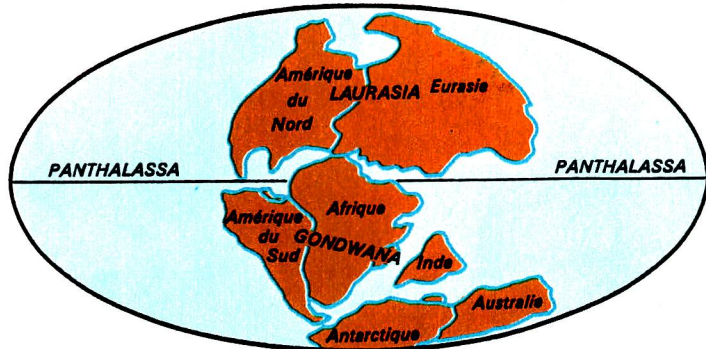
C'est Wegener qui, dès 1910, imagine l'existence d'un seul bloc continental originel, qui aurait existé au Permien, il y a 225 millions d'années (voir *carte 1*). Selon lui, c'est au Trias, il y a 200 millions d'années, que ce bloc se serait fragmenté et que les "morceaux" de ce gigantesque ensemble auraient dérivé les uns par rapport aux autres. Poursuivant son hypothèse, Wegener pense que, peu après le début de cette dérive, il y aurait eu deux blocs principaux : une partie méridionale dans l'hémisphère sud, comprenant l'Amérique du Sud, l'Afrique, l'Inde, l'Antarctique et l'Australie, qu'il a appelée "Gondwana" (du nom d'une province située au milieu de la partie nord du plateau du Dekkan, aux Indes), et une partie septentrionale dans l'hémisphère nord, regroupant l'Amérique du Nord, l'Europe et l'Asie, désignée sous le nom de "Laurasia". Un immense océan, qu'il dénomme le "Panthalassa", aurait recouvert le reste du globe (voir *carte 2*).

Cette théorie de la dérive des continents s'étayait sur la dispersion des grands groupes végétaux et animaux, qui est étroitement liée aux zones climatiques du globe. Or, compte tenu de cette dérive et d'après les fossiles de végétaux qu'on y a retrouvé, il semble qu'il y a 70 millions d'années le climat de l'Antarctique était semi-tropical. Si nous revenons à notre marsupial, il y a 50 millions d'années, donc, à l'époque où vivait ce petit animal, l'Antarctique pouvait fort bien lui servir non seulement de terre d'accueil, mais aussi de "pont" entre l'Amérique du Sud et l'Australie, deux continents où sont essentiellement localisés les marsupiaux actuellement (voir *carte 3*). Les faits semblent d'ailleurs confirmer cette thèse.

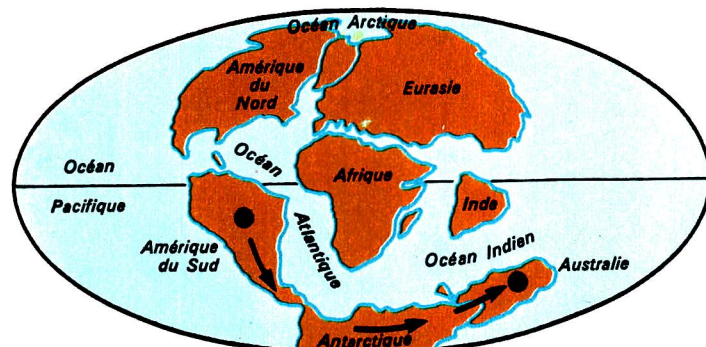
William Clémens, paléontologue américain, constatant que les plus anciens fossiles de marsupiaux avaient été découverts en Amérique du Sud, situe leur différenciation et leur première adaptation importante sur ce continent. Hoffsteller fut aussi le défenseur



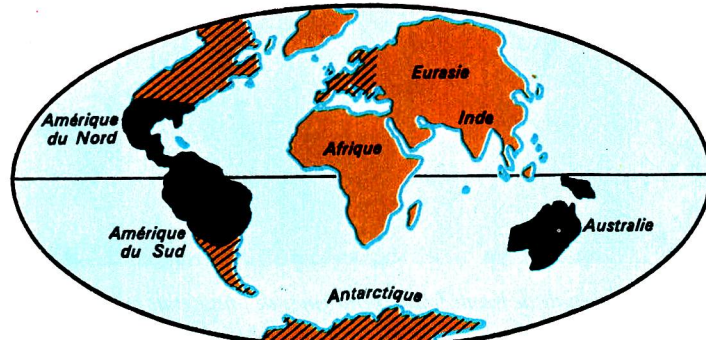
1. Permien (225 millions d'années)



2. Trias (200 millions d'années)



3. Crétacé (65 millions d'années)



4. Zones d'implantation des marsupiaux

Anciennement colonisées  Actuellement colonisées 

de la thèse de l'Amérique du Sud comme berceau des marsupiaux, lorsqu'il constata que le déroulement de leur histoire s'effectuait exclusivement sur la "guirlande" Amérique du Nord et du Sud, Antarctique, Australie et Nouvelle Guinée, et que l'environnement faunique en Amérique du Sud, caractérisé par l'absence des euthériens (mammifères placentaires) insectivores et carnivores « a laissé le champ libre aux marsupiaux pour réaliser leur remarquable radiation tertiaire ».

Seul J. Lillegraven, paléontologue aussi, situe l'essentiel de l'histoire des marsupiaux en Amérique du Nord d'abord (d'après lui, au Crétacé supérieur certains migrèrent en Amérique du Sud et s'y développèrent en s'adaptant progressivement). Quoi qu'il en soit, et même si l'on peut supposer qu'ils peuplèrent d'abord l'Amérique du Nord avant d'émigrer en Amérique du Sud (voir carte 4), il n'en reste pas moins que c'est dans cette dernière région qu'ils se sont le plus développés. Donc, à moins que les découvertes paléontologiques futures ne permettent de retenir l'Afrique comme relais entre les deux Amériques, celles-ci semblent avoir été le berceau des marsupiaux.

Mais on peut se demander pourquoi les marsupiaux qui, semble-t-il, ont connu une telle expansion à une certaine ère, ont subi ensuite un tel revers de médaille. Aucun argument n'est vraiment convaincant pour expliquer cette régression phénoménale car, ainsi que l'a écrit le paléontologiste français Jean-Yves Crochet, « le schéma classique affirmant que les marsupiaux ont disparu d'un certain nombre de territoires à la suite d'une concurrence exercée par certains euthériens ne possède pas la valeur universelle qu'il lui a été parfois conférée. Des démentis sont donnés à cette hypothèse par l'expansion récente de l'opossum (*Didelphis marsupialis*) sur une aire largement occupée par les euthériens ».

La question des marsupiaux est donc loin d'être résolue. Mais, au travers des découvertes qui les regardent, d'autres mystères sont en voie d'être levés. En effet, grâce à ces quelques ossements découverts sur un continent glacé, la configuration de notre planète il y a 50 millions d'années commence maintenant à se dessiner avec plus de clarté.

Alexandra Van ZUYLEN ■

La finesse de l'Or.



De l'or est née une bière rare, Gold, la bière spéciale de Kanterbräu, chef-d'œuvre de finesse et de pureté.

GOLD. La bière en Or de Kanterbräu.

LES MATHS REEMPLACENT LES RATS



Les modèles mathématiques de certaines fonctions physiologiques sont en train de remplacer progressivement — et avantageusement — les animaux de laboratoire. Voilà, on peut l'espérer, les anti-vivisectionnistes convaincus que les savants ne sont pas des bourreaux têtus.

● Grâce aux mathématiques, les sept millions d'animaux sacrifiés chaque année en France au titre des recherches médicale, pharmaceutique et cosmétologique, pourront probablement être épargnés en tout ou partie. La recherche ne devrait pas en souffrir. En effet, il est devenu possible, dans une certaine mesure, de mettre en équations, avec l'aide de l'ordinateur, de nombreux problèmes biologiques.

Cette nouvelle voie ne peut en aucune manière remettre en cause l'expérimentation sur animal ; elle a sauvé d'innombrables vies humaines et permis de recueillir justement les données dont les mathématiciens se servent pour leurs équations. L'innovation n'en est pas moins heureuse, les animaux d'expérience étant coûteux et difficiles à trouver. De plus, l'utilisation des mathématiques en expérimentation prouvera en tout cas, si besoin en était, que les expérimentateurs ne sont pas des bourreaux acharnés qui cherchent à tout prix à faire souffrir des bêtes.

Les résultats de l'expérimentation sur animal, qui pour les biologistes étaient souvent difficiles à extrapoler à l'homme de manière intégrale, pourront l'être grâce au calcul car, pour dissemblables qu'ils paraissent, les phénomènes biologiques chez l'animal et chez l'homme sont structurés par les mêmes équations ; seule change la valeur des paramètres. Dès lors qu'on les établit, l'équation peut être posée. L'expérimentation animale ne sera pas pour autant abolie sur le champ. « Malheureusement, dit le Dr Meignan, présidente de l'Association pour une science sans cruauté, les nouvelles méthodes peuvent réduire la vivisection mais pas la supprimer totalement, tout au moins dans l'immé-

diat. » La suppression sera progressive, et cela pour trois raisons essentielles.

● La première est que beaucoup de phénomènes biologiques sont encore mal connus et que, par conséquent, les données dont le mathématicien a besoin sont souvent insuffisantes.

● La seconde vient du fait que l'entrée des mathématiques dans les sciences de la vie est encore mal assimilée par les biologistes. Elles exigent d'abord une formation particulière, ce qui est ressenti par ceux-ci comme une manière de renforcer la sélection (ce à quoi on pourrait répondre que la physique et la chimie seraient encore dans l'"enfance" sans les mathématiques).

● Enfin, l'intégration d'un mathématicien dans une équipe de biologistes et de médecins se heurte en haut lieu aux commissions chargées des nominations. Là siègent en majorité des mathématiciens ayant une formation bourbakiste, plus connue sous les noms de mathématiques pures ou modernes. Or, cette formation les incite à n'avoir que mépris pour tout ce qui relève des mathématiques appliquées.

Voilà pourquoi il n'existe en France qu'un seul laboratoire de biomathématique vraiment constitué : le Médimat (laboratoire de mathématiques appliquées à la biomédecine), qui dépend de l'université Paris VI à Paris. Ce laboratoire regroupe des hommes et des femmes appartenant à des disciplines diverses (biologie, médecine, mathématiques appliquées, physique, chimie, informatique). « Cela montre qu'il est possible de se comprendre et de collaborer entre personnes de formations diverses. Nous pensons même que c'est l'une des formes de tra-

vail en commun les plus passionnantes où toute idée de concurrence disparaît. Nous nous complétons parfaitement et chacun apprend énormément au contact de l'autre», dit le Pr Yves Cherruault, biomathématicien et directeur du Médimat.

Qu'était, et reste, la recherche classique, pratiquée dans de nombreux laboratoires ? Prenons par exemple le cas de l'action pharmacodynamique d'un médicament quelconque sur la fonction rénale. Pour l'étudier, on administre à l'animal des doses progressives du médicament et on observe pour chacune l'effet produit sur la fonction rénale. Les résultats obtenus sont précieux, mais ne peuvent être appréciés avec la même rigueur que s'il s'agissait d'un phénomène physico-chimique. En effet, les paramètres de la réaction animale sont variables. De ce fait, la répétition d'une même mesure dans des conditions apparemment identiques sur un même animal ou sur des animaux d'une même portée ou bien encore sur des espèces diverses donne parfois des résultats très différents, utilisables seulement sur des bases statistiques.

Les biomathématiciens précisent par contre les paramètres, qui sont étudiés un à un et dans leurs rapports. L'on peut alors établir un modèle du phénomène, défini par des systèmes d'équations (différentielles, intégrales, dérivées) qui tiennent compte, eux, des relations entre les paramètres significatifs du phénomène. On peut alors pronostiquer l'évolution du phénomène en fonction de stimuli divers sans refaire d'expériences, mais surtout il est possible d'agir sur le phénomène lui-même lorsque, par exemple, on se propose de définir de nouvelles thérapeutiques ou des posologies différentes. En outre les modèles sont valables aussi bien pour le normal que pour le pathologique, celui-ci se définissant par des valeurs différentes des paramètres.

Si les données fournies par les publications sont insuffisantes, le biomathématicien doit retourner à l'expérimentation animale. Cependant celle-ci peut être considérablement limitée, car cette fois le biomathématicien exigera du biologiste la recherche des seuls paramètres dont il a besoin. Cette recherche sera alors beaucoup plus orientée et restreinte que ce n'est le cas dans certains laboratoires. « Il est même possible, dit le Pr Cherruault, de remplacer une expérimentation cruelle par une expérimentation anodine, puisque les résultats obtenus avec celle-ci permettent de prévoir, grâce à la biomathématique, ceux que l'on obtiendrait avec une expérience traumatisante. On pourrait même faire ce genre d'expérience inoffensive sur le sujet humain lui-même, et ainsi abandonner, peut-être, l'expérimentation animale. »

Deux exemples illustreront ce concept. Le premier porte sur l'élaboration de certaines thérapeutiques anti-cancéreuses. Le second, sur un modèle de la contraction musculaire. Mais, bien sûr, on aurait pu en choisir d'autres, tout aussi

intéressants et eux aussi développés au Médimat, comme l'étude sur modèle mathématique de la respiration et de sa régulation qui a absorbé de nombreux chercheurs du laboratoire pendant plusieurs années.

Premier exemple : chez le sujet cancéreux se produit un déséquilibre hormonal : les hormones cortico-surréaliennes sont produites en moins grande quantité, tandis que la vasopressine, hormone de l'hypophyse postérieure, est produite en abondance et, de ce fait, accroît la prolifération des cellules cancéreuses. On a cru alors, et c'était logique, qu'on pouvait rétablir l'équilibre hormonal en injectant dans l'organisme des hormones cortico-surréaliennes. Mais le résultat ne fut pas celui qu'on attendait. Au début il y avait certes une amélioration de l'état du patient, mais, hélas, elle était suivie d'une aggravation considérable.

C'est en modélisant mathématiquement les données cliniques et physiologiques sur les hormones en question qu'on a découvert des interactions extrêmement complexes, échappant apparemment au simple bon sens. A partir de là, donc, il a été possible de définir une thérapeutique. Celle-ci n'a plus consisté à administrer la seule hormone déficiente, mais un mélange des deux hormones. Pour doser au mieux ce mélange, on fait appel à la théorie du contrôle optimal. Il s'agit d'un ensemble de règles mathématiques consistant à mettre en évidence la différence minimale entre la valeur du paramètre pathologique (le déséquilibre hormonal du sujet cancéreux) et celle du paramètre normal (l'équilibre hormonal du sujet sain). En résolvant ces équations, on détermine la dose la mieux adaptée à l'effet désiré, c'est-à-dire ramener à la normale la valeur du paramètre pathologique. Cette nouvelle méthode de traitement est maintenant utilisée, à titre expérimental, par le Pr Pertuiset à la clinique neuro-chirurgicale de l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière : 75% de rémissions ont été observées chez les patients atteints de tumeurs thalamiques cérébrales inopérables.

Second exemple : la modélisation de la contraction musculaire et de ses applications. Qu'il s'agisse des muscles du squelette, qui par le mouvement assurent des interactions privilégiées entre l'organisme et le milieu extérieur, ou qu'il s'agisse du muscle cardiaque, dont le rôle de pompe assure la conduction vasculaire des substances nécessaires à la vie dans l'organisme, ou encore qu'il s'agisse des muscles lisses des vaisseaux, qui grâce à la vaso-constriction et la vaso-dilatation règlent la pression artérielle, un point demeure : la contraction musculaire joue un rôle fondamental. Conséquence : une altération de ces différents types de muscles conduit à des maladies comme les myocardiopathies, l'hypertension...

Les biologistes ont analysé expérimentalement les mécanismes de la contraction musculaire et ont établi, chacun dans sa spécialité, des

modèles qualitatifs de fonctionnement et des techniques de mesures fiables. Il y avait donc assez de données pour établir un modèle mathématique. Celui-ci a été bien construit, puisque sa simulation sur ordinateur a donné exactement les mêmes résultats que ceux obtenus par expérimentation sur le vivant. Dès lors, il devenait possible de passer à l'étape suivante, celle qui consiste à déterminer des posologies nouvelles ou mêmes de nouvelles drogues permettant de compenser les altérations de la contraction musculaire aux niveaux où elles peuvent se produire.

Faute de pouvoir utiliser la biomathématique, beaucoup de laboratoires font encore des recherches sur l'animal de manière empirique. D'autres, cependant, sensibles aux arguments des adversaires de la vivisection, ou tout simplement à l'économie, cherchent à les réduire. L'une des voies suivies consiste à reconstituer in vitro les tissus animaux ou humains à partir de cellules prélevées dans l'organisme (les cellules humaines peuvent être prélevées sur des accidentés de la route, par exemple). Au cours de ces dernières années, les recherches dans ce domaine ont progressé grâce à la découverte de facteurs, appelés facteurs de croissance, qui ont beaucoup changé la technologie des cultures de cellules. Grâce à ces facteurs les cellules se différencient et prolifèrent normalement et indéfiniment, jusqu'à reconstruire le tissu auquel elles appartenaient à l'origine.

Le premier des facteurs de croissance découverts fut l'érythropoïétine, qui contrôle la production des érythroblastes, cellules de la moelle osseuse à l'origine des globules rouges. Parmi les autres facteurs mis en évidence, il y a aussi le facteur de croissance des cellules nerveuses et celui de l'épiderme. Aujourd'hui, pratiquement toutes les variétés de cellules des mammifères peuvent être cultivées in vitro. Ces cultures ont l'intérêt d'accélérer et de simplifier considérablement les expériences et de les rendre peu coûteuses, ce qui n'était pas le cas auparavant avec l'expérimentation directe sur animal.

Pour tester, par exemple, la toxicité d'une substance chimique, il faut 100 animaux. Or, actuellement, il en existe 500 000 utilisés dans le monde. Cela supposerait donc, si on les testait, le sacrifice de 50 millions d'animaux, à la condition que chaque pays ne refasse pas les expériences pour son propre compte, ce qui multiplierait encore le chiffre par 4 ou 5, et d'autant pour les travaux et les frais. Par contre, avec les cultures cellulaires, le sacrifice des animaux est considérablement réduit, puisque le propre des cultures est de pouvoir être repiquées à l'infini.

Plusieurs laboratoires en France, notamment celui du Pr Padieu à la faculté de médecine de Dijon, celui du Pr Roberfroid à l'université de Louvain en Belgique, et beaucoup d'autres dans le monde, s'attachent à mettre au point différents modèles de cultures cellulaires en fonction de leurs applications. Nous avons choisi celui

du Pr Roberfroid, spécialisé dans l'étude toxicologique et cancérologique des substances chimiques.

Les cellules utilisées sont prélevées sur le foie d'un rat. On en obtient environ 300 millions qui sont distribuées dans des incubateurs dans lesquels sont ajoutés du liquide physiologique et la substance chimique à tester. Puis, toutes les 30 minutes, les cellules sont mises sur lames, colorées et examinées sous microscope. Plusieurs critères permettent alors de juger de la toxicité de la substance. Premier critère : lorsque le colorant passe à travers la membrane, c'est que la substance a tué la cellule. Il s'agit là d'une mesure grossière. Aussi fait-on appel à un second critère : il consiste à juger de l'intégrité de la membrane. Pour cela on quantifie l'activité d'une enzyme du cytoplasme, la lactate déshydrogénase. Si celle-ci passe du cytoplasme dans le milieu environnant, c'est que la membrane a été lésée et que la cellule va mourir. Un troisième critère permet de savoir si les cellules hépatiques sont encore capables de synthétiser du glycogène à partir du glucose du milieu. Pour l'établir, on mesure les taux de glycogène obtenus au cours du temps. S'ils diminuent, c'est que les cellules ont été atteintes dans leur intégralité métabolique. Enfin, un quatrième critère consiste à évaluer la capacité de synthèse protéique. Elle se mesure en incubant les cellules en présence d'un acide aminé, élément constitutif des protéines, que l'on marque radioactivement. En se synthétisant, les protéines doivent intégrer cet acide aminé. Par la mesure de la radioactivité, on peut alors savoir si cette synthèse est restée normale ou a été perturbée.

Grâce à cette méthode (qui, précisons-le, pourrait être aussi mise sous forme de modèle mathématique, ce qui accélérerait encore les choses), on peut juger efficacement de la toxicité des substances chimiques. Elle peut être aussi appliquée pour juger du pouvoir cancérogène de certaines substances. On sait en effet que toutes les substances mutagènes, c'est-à-dire celles qui provoquent des désordres dans les chromosomes, sont cancérogènes. Mais il existe aussi des substances non mutagènes qui, lorsqu'elles sont associées aux précédentes, favorisent et accélèrent l'apparition du cancer. Les premières sont les initiateurs du cancer, tandis que les secondes en sont les promoteurs. L'association initiateur-promoteur peut réduire le délai d'apparition du cancer (qui peut être de 20 ans avec l'initiateur seul) à seulement quelques années. Un exemple est celui de l'association tabac (initiateur) et alcool (promoteur). Il est donc logique que l'on s'attache de préférence à dépister, dans la panoplie des substances chimiques, celles qui ont ce rôle promoteur. Les modèles cellulaires donnent de bons résultats, mais lorsque s'y introduiront les mathématiques, ils pourront être obtenus encore plus rapidement.

Pierre ROSSION ■



**POUR ETRE MIEUX RASÉ,
APPUYEZ SUR LE BOUTON**



Seules à bénéficier du Bouton Rince-Lames, les lames **SCHICK SUPER II PLUS** s'adaptent à tous les rasoirs standard à 2 lames.

- ★ La première lame soulève le poil.
- ★ La seconde le coupe avant qu'il ne se rétracte.
- ★ Le Bouton Rince-Lames l'éjecte du rasoir.



**LE BOUTON RINCE-LAMES: PARCE QU'UN
RASOIR TOUJOURS PROPRE RASE TOUJOURS MIEUX.**

LA TROUBLANTE HISTOIRE D'ALU, L'ADN SANS FAMILLE

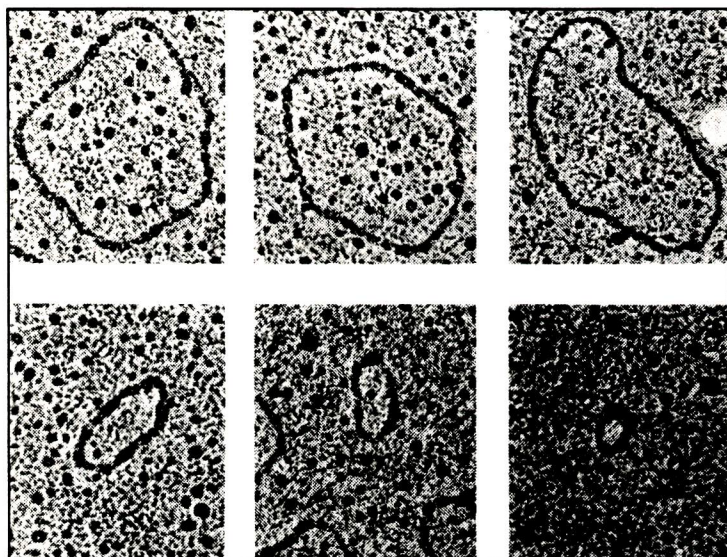
● Comme le maïs et la drosophile, l'homme aussi a de l'ADN baladeur. Plus que baladeur : vagabond. Le biologiste Bruno Calabretta et son équipe, de l'université du Texas, viennent de le découvrir. Et c'est l'une des découvertes les plus troublantes de l'histoire de la biologie, depuis la découverte de la structure de l'ADN. Calabretta a d'abord dénombré dans chaque chromosome humain au moins 400 000 séquences d'ADN identiques, des séquences ALU (Adénine, Ly-sine, Uracil). Il en a trouvé par paquets entiers. On suppose que l'ADN les inclut de manières variées, sans doute très variées même, parce qu'un tel nombre d'ALU doit bien servir à quelque chose. Mais quelle que soit la variété dans les façons d'accommoder ALU et les séquences associées, il en reste quand même pas mal qui ne servent à rien et qui sont rejetés, à l'extérieur du génome. Où vont-ils ? Sont-ils en partie digérés par des enzymes cellulaires ? Sont-ils tous digérés ? S'échappent-ils de la cellule et sont-ils récupérés par d'autres cellules de l'organisme ? A l'occasion, sont-ils récupérés par d'autres organismes ? S'y installeraient-ils d'aventure ? Telles sont les questions qui se posent à la lumière des travaux de Calabretta. Ce biologiste a, par ailleurs, analysé, dans les globules blancs de leucémiques et de gens sains, des combinaisons de blocs ALU (aucun jeu de mots) et de sections "uniques", appelées H15A et H15B, dont personne ne sait la fonction, mais qui pourraient être des gènes. Il a marqué ces élé-

ments inconnus avec des traceurs radioactifs, afin de repérer les manières dont ils s'assemblent avec ALU. Et il a alors trouvé que, bizarrement, le nombre de copies d'H15A en particulier, varie considérablement d'une cellule à l'autre. Alors que, dans les génomes des globules blancs sains on trouve jusqu'à 50 exemplaires du couple ALU-H15A, dans ceux des globules blancs de leucémiques aigus, on n'en trouve même pas 5. Où vont donc les quelque 45 couples ALU-H15A manquants ? Calabretta et d'autres biologistes soupçonnent que ces fragments épars quittent les chromosomes et s'installent, par exemple, dans ces petites poches situées à l'intérieur de la cellule, et que l'on appelle plasmides. On n'avait pas encore trouvé de plasmides dans des cellules humaines : c'est la première fois qu'on en signale. Assez communs dans les bactéries, les plasmides représentent l'un des points les plus obscurs de la biologie contemporaine ; nul ne comprend vraiment le rôle fondamental de ces réservoirs d'ADN supplémentaires. Ces cercles d'ADN qui se reproduit de manière autonome dans les bactéries évoquent furieusement cette entité vague que les biologistes appellent des "épisodes", c'est-à-dire des "trucs" qui ne servent apparemment à rien. La seule utilité qu'on leur ait reconnue jusqu'ici est d'enseigner l'antibiorésistance aux bactéries, mais c'est loin d'être satisfaisant pour la biologie. Si tel était le rôle fondamental des plasmides, pourquoi donc l'être humain aurait-il des plas-

mides ? Calabretta ne les appelle pas spécifiquement "plasmides", mais "éléments transposables dans les cellules humaines", mais cela revient au même, car des cercles d'ADN extrachromosomique, c'est quoi sinon des plasmides ? Les biologistes contemporains aimeraient bien en savoir plus sur les plasmides ; ils comprendraient ainsi pourquoi on a découvert pour la première fois des plasmides chez les mouches drosophiles. Peut-être n'avait-on pas su les détecter auparavant. Peut-être aussi que la terminologie générale est à revoir. Calabretta note une ressemblance troublante entre le couple ALU-H15A et les virus. Alors apparaît une question fondamentale en biologie : les plasmides seraient-ils des virus particuliers ? Si le couple ALU-H15A était un virus, ou du moins, si du fait de son vagabondage et de la manière bizarre dont il se boucle en cercle hors du génome, ressemblant de la sorte à un virus-plasmide, ce serait donc un rétrovirus. Ou, pour user de la terminologie classique, tout se passerait comme si c'était un rétrovirus. En d'autres termes, on observerait cette aberration sans nom : des morceaux d'ADN normal échappés du génome de la cellule se transformeraient en quasi-rétrovirus. En d'autres termes encore, nous fabriquerions nous-mêmes nos virus, ou du moins des virus d'un certain type. C'est-à-dire qu'ils pourraient déclencher le cancer, comme l'indique Calabretta à la fin de sa communication. Cette découverte exceptionnelle, qui appelle des appro-

fondissements comme on s'en doute, semble d'ores et déjà indiquer que le génome humain est loin d'être ce patron immuable qui se réplique de génération en génération, selon les lois mendéliennes, et de génération de cellules en génération de cellules: il possède un dynamisme propre, une

"plasticité" pour reprendre le mot même employé par Calabretta, qui change beaucoup certaines idées sur l'évolution des espèces. La découverte des boucles ALU-H15A dans des sites extrachromosomiques indique ainsi qu'un individu peut évoluer à l'intérieur de sa propre génération...



Ces anneaux d'ADN, qui seraient sans doute des plasmides, ont été photographiés au microscope électronique. Certains (rangée du haut) étaient de longueur à peu près régulière, d'autres (rangée du bas) plus petits et de dimensions variables. L'ADN est celui de leucocytes prélevés sur des sujets sains.

tefois que les pertes d'ozone sont moins importantes qu'on l'avait craint, mais il rappelle qu'une diminution de seulement 1% de la barrière d'ozone entraîne une augmentation des 10% des cancers de la peau (basaux, squameux et mélanomes).

Les fabricants de produits chimiques continuent à ergoter sur le modèle mathématique utilisé pour calculer la déplétion d'ozone stratosphérique, en dépit des mesures citées plus haut. Ils incriminent aussi d'autres polluants, ce qui est possible, mais qui n'exclut pas la responsabilité particulière des composés fluorés. En attendant que l'on interdise ces derniers purement et simplement, les dermatologues remplissent leurs carnets de rendez-vous, pour traiter des cancers.

DIÉTÉTIQUE

CHENILLES GRAND VENEUR ET CIGALES SAUCE ORLOFF...

● Nous avons bien tort de dédaigner les plats qui font les délices de bien des humains dans le monde, depuis les cigales, plat de choix en Thaïlande, jusqu'aux fourmis frites, servies avec du chocolat ou une sauce (évidemment piquante) au Brésil, en passant par les sauterelles rôties dans des feuilles de bananes, que l'on mange en Indonésie.

Tel est en résumé le propos de l'entomologiste Edgar Raffensperger, professeur à l'université Cornell. Ces insectes sont nourrissants, ont bon goût et sont indéniablement moins chers à produire que de l'Aberdeen Angus. Par ailleurs, tout est question d'habitude et bien des gens qui répugnent à l'idée de manger des vers frites se régaleront sans broncher de hot-dogs préparés avec de l'anus de bœuf ou de cochon ou des estomacs de ces animaux.

De toute façon, nous consommons pas mal d'insectes dans notre ordinaire, et jusqu'à 20 œufs de mouches drosophiles dans un verre de jus de tomate... En attendant le jour où les restaurants serviront des chenilles Grand-Veneur et des cigales sauce Orloff.

ÉCOLOGIE

LA BATAILLE DE L'OZONE FAIT RAGE

● Les gaz fluorés, on l'a établi il y a plusieurs années, attaquent la barrière d'ozone de la haute atmosphère. Cette barrière filtre les ultra-violets solaires. Son altération aurait de nombreuses conséquences sur la vie sur Terre, dont la moindre ne serait pas une recrudescence des cancers de la peau.

F. Sherwood Rowland, professeur de chimie à l'université de Californie, fut le premier ou l'un des premiers à dénoncer ce danger en 1974. Alertés, les pouvoirs publics américains, puis ceux de plusieurs pays, dont la France, prirent des mesures que l'on appellera poliment "nuancées" pour réduire la fabrication des aérosols à base de gaz fluorés, qui représentent la source principale d'agent destructeur de l'ozone.

Il ne semble pas que ces mesures aient été efficaces. Les prélèvements et mesures effectués depuis 1976 en divers points du globe indiquent que les quantités de carbone fluoré 12, le plus courant des gaz fluorés, ont à peu près triplé de 1970 à 1980. Rowland affirme avec force que la concentration d'ozone stratosphérique a diminué de 5% rien qu'entre 1971 et 1978. L'American Chemical Manufacturers, sorte de chambre syndicale des fabricants de produits chimiques, conteste ces assertions avec une force égale.

Le Conseil national de la recherche américain (il faut bien s'en référer aux Américains, puisque ce sont eux qui font le plus de travaux, dépensent et publient le plus, dans ce domaine entre autres) estime tou-

LA BOMBE CÉLESTE QUI EXPLOSERAIT "BIENTÔT"

● Dans quelques heures, quelques années ou quelques siècles, en d'autres termes, "bientôt", l'étoile la plus grosse et la plus lumineuse de la galaxie de la Voie lactée explosera avec une telle violence que sa déflagration sera visible même en plein jour.

C'est ce que viennent d'annoncer les Drs Kris Davidson, de l'université du Minnesota, Nolan R. Walborn, de l'observatoire interaméricain de Cerro Tololo au Chili (actuellement au Goddard Space Flight Center près de Washington), et Theodore R. Gull, du même centre. L'étoile en question, Eta Carinae, était presque impossible à examiner directement parce qu'elle est voilée par un nuage de poussières et de gaz qu'elle éjecte. Néanmoins, grâce à l'IUES (International Ultraviolet Explorer Satellite) de la NASA, il a été possible d'établir qu'Eta Carinae, qui est à 9000 années-lumière et qui est cent fois plus massive que le Soleil, brûle son hydrogène à un rythme accéléré et qu'elle est arrivée au terme de son existence. De telles étoiles ne vivent qu'environ deux millions d'années, avant de se transformer en supernovae explosives.

Vers 1800, Eta Carinae était encore raisonnablement visible, parce qu'elle n'avait pas encore éjecté autant de matière; elle fut décrite comme moyennement brillante. Puis elle devint pendant quelques années la deuxième étoile la plus brillante du firmament et elle commença à s'envelopper de gaz et de poussières dans une proportion telle que son observation devint de plus en plus difficile.

L'analyse astrophysique de ces rejets a révélé qu'ils contiennent beaucoup d'azote, de carbone et d'oxygène, ce qui signifie que la combustion interne est arrivée à son stade terminal.

Eta Carinae a toujours intrigué les astronomes: une étoile sur dix milliards est aussi massive qu'elle.

Par ailleurs, le grand ensemble de radiotélescopes (VLA) installé par les Américains près de Socorro, dans le désert du

Nouveau-Mexique et dont nous avons relaté la mise en service (S. & V. n° 761), vient de faire une découverte intéressante: il s'agit d'une étoile pourvue d'un jet éruptif dont la longueur atteint 20 fois le diamètre du système solaire! Cette étoile (R Aquarii), s'apparente à la célèbre SS 433, la seule autre qui lui soit comparable, mais elle est beaucoup plus proche: 750 années-lumière au lieu de 15000. Pour le Dr Minas Kafatos, l'un des auteurs de cette découverte, ce jet de matière projeté à 2000 km/s traduit l'existence d'un disque d'accrétion autour de R. Aquarii, la matière de l'étoile étant aspirée par une autre étoile, invisible, en orbite autour d'elle. L'on pense évidemment à un trou noir. Le grand télescope spatial, en 1985, devrait permettre d'observer ce disque d'accrétion, dont le diamètre est évalué à 4 milliards de kilomètres, soit à peu près le diamètre de l'orbite de Saturne.

PHYSIOLOGIE

EFFETS DES ULTRASONS SUR LE FŒTUS: PAS ENCORE TRÈS BIEN CONNUS

● L'ultrasonographie est couramment pratiquée depuis une dizaine d'années, particulièrement en obstétrique, où elle remplace plus qu'avantageusement les explorations en radiographie. Mais, en avril dernier, à un "symposium" (nom savant pour désigner une conférence), des médecins priés de donner leur avis sur les risques éventuels de l'ultrasonographie pour le fœtus se sont déclarés incapables de quantifier ces risques. C'est ce que rapporte le *Journal of the American Medical Association*, l'une des publications médicales qui font internationalement autorité.

Les mêmes médecins ont conseillé de ne pratiquer cette méthode-là d'exploration que sur recommandation expresse du médecin. Des études réalisées sur l'animal indiquent, en effet, que les ultrasons entraînent des effets nocifs pour le

L'ODEUR QUI FAIT AVORTER LES SOURIS

● Si les souris femelles pouvaient parler, il faudrait les prendre au sérieux quand elles diraient d'un mâle: «Je ne peux pas le sentir!» Deux physiologistes britanniques de l'université de Cambridge, viennent d'établir que l'odeur d'un mâle étranger, non seulement bloque le système génital des souris femelles, mais encore qu'elle peut déclencher une résorption du fœtus. Ce qui ne signifie pas que les mâles familiers n'aient pas de "pouvoir olfactif": ils accélèrent la puberté et l'ovulation. Les deux mécanismes sont déclenchés par les phéromones masculines, sans doute par l'intermédiaire du bulbe olfactif accessoire des souris. On a suggéré un déterminisme qui ferait que les mâles étrangers bloquent la fertilité des femelles afin de favoriser la leur propre, mais il semble plutôt qu'il y ait, chez les souris femelles, une accoutumance à l'odeur des mâles familiers.

fœtus de la souris et du rat. Ces effets sont dus à au moins deux mécanismes, l'un étant l'élévation de la température, et l'autre étant la cavitation, au cours de laquelle des bulles d'air se forment, puis se contractent en réponse aux ondes ultrasoniques. Bien que des études réalisées sur les enfants de 10000 femmes ayant subi des ultrasonographies au cours de leurs grossesses n'aient indiqué aucune anomalie, les effets des ultrasons méritent toutefois d'être tenus présents à l'esprit.

●● **Découverte de composés de nicotine dans le liquide amniotique de femmes enceintes par des chercheurs de l'université de l'Ohio.** Les futures mères avaient inhalé la fumée de cigarettes fumées par des tiers.

LES VIRUS VENUS "D'AILLEURS" LAISSENT LES SAVANTS SCEPTIQUES

● L'espace interstellaire pourrait. Des nuages de poussière comme celui de la nébuleuse du Cheval (constellation d'Orion) le parsèment. Mais un astronaute en promenade ne recueillerait, dans un volume équivalent à une boîte d'allumettes, qu'une centaine d'atomes de gaz (essentiellement hélium et hydrogène). Les molécules plus complexes sont beaucoup plus rares: le même astronaute devrait récupérer mille milliards de litres pour trouver une particule solide, c'est-à-dire l'un des grains de matière qui forment les nuages de poussière.

Ces grains, d'un micron de diamètre environ, contiennent entre cent et mille millions d'atomes et, malgré leur rareté, représentent 1% de la matière interstellaire dans notre galaxie. Leur composition fait actuellement l'objet d'une controverse: la plupart des physiciens pensent qu'ils sont constitués de matières inorganiques: soit des grains de carbone (sous forme de graphite), soit des grains de silicate. Recouverts d'un manteau de glace, ces grains pourraient contenir diverses molécules du type H_2O , NH_3 , CO , CH_4 ... la probabilité de ces affirmations devenant d'autant plus faible que ces molécules deviennent plus complexes.

Ainsi, l'annonce par Sir Fred Hoyle (University College, Cardiff) de la présence de virus et cellules bactériennes dans les nuages interstellaires, laisse sceptiques beaucoup de ses confrères. En effet, pour connaître la nature des grains, les physiciens étudient comment la lumière émise par les étoiles est, d'une part absorbée, d'autre part diffusée par un nuage.

Connaissant la nature de l'étoile, donc quel type de lumière elle émet, ils peuvent comparer cette lumière avant et après son passage à travers le nuage. Si un rayon de lumière blanche entre dans le nuage et en ressort rouge, on en déduira que seul un certain type d'atomes a pu absorber le violet, le bleu, le vert... Par ail-

leurs, la lumière se propagera différemment suivant qu'elle rencontre des grains de petite ou grande taille; donc on obtient ainsi des informations sur le diamètre de ces grains.

C'est sur ce type de mesures que se basent les astrophysiciens pour penser que ces grains sont donc faits de matière inorganique. Hoyle, pour sa part, a montré qu'en mélangeant certaines bactéries, il obtenait un spectre de lumière analogue à certains de ceux observés dans l'espace. Il lui faudra apporter beaucoup d'autres preuves s'il veut convaincre la communauté scientifique car, pour l'instant, son raisonnement s'apparente à celui-ci: j'ai entendu un homme parler français, donc il habite Valence. Hoyle, rappelons-le, est "panspermiste", c'est-à-dire qu'il croit que la vie n'a pas commencé sur Terre, mais dans l'espace, ce qui est curieux, car cela laisserait penser que la Terre est située en dehors du cosmos et que la vie a plus de chances de naître dans un milieu hostile tel que l'espace que sur la Terre.

DIÉTÉTIQUE

S'AFFAMER NE PROTÈGE PAS CONTRE LE CANCER

● Plusieurs groupes d'opinion mènent actuellement campagne, pour des raisons beaucoup plus idéologiques que médicales, contre une alimentation normale comprenant de la viande et des graisses. Cette campagne a même atteint certains grands moyens d'information français et elle compte quelques médecins. Or, les faits infirment les allégations de ces groupements et de leurs porte-parole en ce qui touche à la responsabilité d'une alimentation riche en viande et en graisses dans les taux de cancers de l'intestin et du sein.

Un médecin britannique, L.J.

Kinlein, épidémiologiste à l'université d'Oxford, vient de publier dans les pages du *Lancet* les résultats d'une enquête comparative entre la population normale et les populations de groupements religieux du point de vue des taux de cancer de l'intestin et du sein. On sait que les religieux n'ont pas coutume de faire bombance, mais qui mieux est, l'enquête a choisi 1769 religieuses qui ne mangent pas de viande du tout et 1044 qui en mangent très peu (il va sans dire que les taux de graisses consommées ne sont pas non plus élevés). La même enquête a examiné la mortalité par les deux cancers cités plus haut entre 1911 et 1978: il n'y a pas de différences entre ceux qui mangent normalement ou beaucoup de viande et de graisses et ceux qui en mangent peu ou pas du tout.

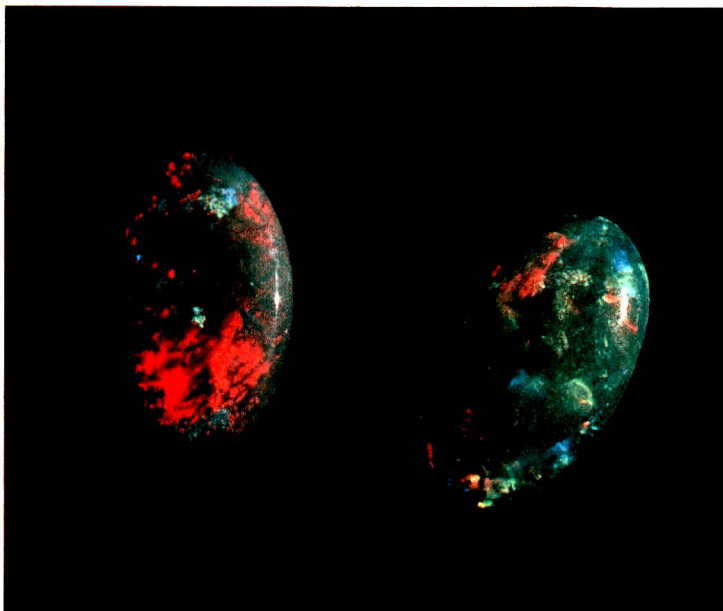
Les discours sur les rapports entre une consommation élevée de graisses et des taux élevés de cancers du sein, des organes génitaux ou de l'intestin ne reposent sur rien, et il y a donc lieu de réviser certaines études de caractère "international" qui avaient donné à penser le contraire.

En revanche, on a trouvé chez les religieuses en question des taux anormalement élevés de cancers de l'œsophage, en dépit du fait que les religieuses ne consomment ni alcool, ni tabac; les deux causes les plus fréquemment citées dans l'étiologie de ce cancer-là. S'affamer ne protège donc pas contre le cancer et une alimentation spartiate n'a pas d'autre intérêt, pour le moment, que de maintenir un poids normal.

ENDOCRINOLOGIE

L'ALCOOL FÉMINISE

● L'alcool atrophie les testicules, a déclaré le Pr Raymond Ferrando à l'Académie nationale de médecine, et il "féminise" les alcooliques chroniques. A faibles doses, toutefois, l'expérimentation animale indique qu'il favorise la synthèse de l'hormone mâle. Enfin, le seuil de toxicité de l'alcool varierait en fonction de l'alimentation, qui devrait, pour être équilibrée, comporter plus de vitamine A et de zinc.



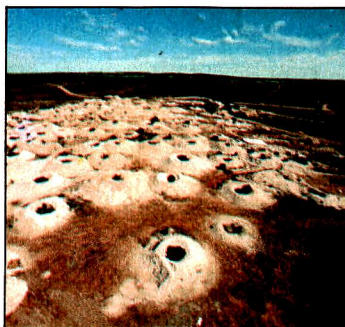
UN PEU D'EAU DANS DE LA SILICE...

● L'opale, du mot sanscrit *upala*, qui veut simplement dire "pierre précieuse", est une gemme déconcertante: c'est simplement de l'oxyde de silicium, de formule $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, formé par infiltration d'eau dans n'importe quoi: bois, coquillages, ossements fossiles... Ce tectosilicate, de son nom scientifique, est amorphe et ne présente jamais de cristaux. Sa cote auprès des amateurs est simplement due à la richesse imprévisible de sa coloration, qui est tout simplement celle de l'arc-en-ciel. Coloration qui vaut à l'Australie une source de revenus appréciable, puisque près de 90% des réserves mondiales d'opale se trouvent au pays des kangourous.

Le document que nous publions ci-contre, représente des cheminées d'opale, c'est-à-dire les trous par où l'eau s'est infiltrée pendant des millénaires, formant au fond des gisements d'opale. Il suffit de s'armer d'un pic et de descendre, puis de choisir les plus gros morceaux et de les polir, ce que font bon nombre d'exploitants, sans grandes connaissances nécessaires. Le tout consiste à tomber sur les variétés les plus précieuses: l'opale noire et l'opale de feu. La première est ainsi nommée parce qu'elle contient des irisa-

tions claires sur fond sombre; la seconde, parce qu'elle semble contenir des lames de feu, plus particulièrement rouges ou orangées. Mais on peut trouver des opales rouges qui ne sont pas de feu, et des hyalites ou opales translucides sans autre intérêt qu'une fluorescence verdâtre.

Les 10% de réserves restantes se partagent entre la province de Queretaro, au Mexique, et l'Idaho, aux États-Unis. Mais on peut aussi tenter sa chance dans le Mont-Dore, à Saint-Nectaire, bien que l'on y trouve essentiellement des opales communes. En dépit de sa nature amorphe, l'opale possède un indice de dureté assez élevé, entre 5 et 6, par rapport au diamant, indice maximal 10. Ce vieux glaçon fond donc assez mal...



CANCER DE KAPOSI: CE N'EST PAS LA DROGUE

● Nous avons rapporté dans nos numéros 774 et 777 l'épidémie singulière qui dérouta le monde médical international et a déclenché une vaste enquête clinique et épidémiologique, celle du cancer ou sarcome de Kaposi, maladie rare, qui ne semblait atteindre que les receveurs de greffes et certaines populations africaines, mais qui sévit actuellement chez les homosexuels mâles du monde occidental (États-Unis, Danemark et France entre autres).

Caractérisée par une déficience immunitaire anormale, cette maladie avait été attribuée à l'utilisation d'amyl nitrite, drogue "récréative" usée dans certains milieux. Or, les Drs Laroche, Gorin, Bach et Herwitt, de la clinique Tarnier et de l'INSERM, à Paris, ont décrit deux cas de malades atteints de ce sarcome et qui n'avaient jamais usé d'amyl nitrite. Le rejet de cette hypothèse, jusqu'ici considérée comme la plus plausible (cette drogue abaisse, en effet, la résistance immunitaire), représente un pas de plus dans la compréhension de l'une des épidémies les plus bizarres de l'histoire de la médecine (on ne connaissait pas, en effet, d'épidémies de cancer).

Une étude publiée dans *The Lancet* (15 mai 82) par non moins de sept médecins, ce qui reflète à la fois l'importance que le corps médical accorde à cette maladie "nouvelle" et son inquiétude, ne rejette toutefois pas le rôle déclencheur de la ou des drogues usées dans certains milieux, mais insiste sur la responsabilité de la promiscuité. Celle-ci multiplierait en effet de façon anormale les contaminations les plus diverses, de l'amibiase à la syphilis en passant par la mononucléose, l'hépatite et l'herpès. Ces expositions finiraient par épuiser le système immunitaire, selon l'interprétation de ces médecins. Il demeure que la promiscuité, pourtant aussi courante dans la prostitution féminine, ne semble pas avoir déclenché d'épidémie comparable, dans les rangs des prostituées.

UN RADIO-TÉLESCOPE GRAND COMME L'AUSTRALIE

● Les radio-télescopes sont d'autant plus efficaces qu'ils comptent plus de réflecteurs. C'est ainsi qu'un ensemble de réflecteurs alignés sur 5 km est aussi efficace qu'un seul réflecteur qui aurait 5 km de diamètre. D'où le succès de ces installations, nombreuses dans l'hémisphère nord : Jodrell Bank, en Grande-Bretagne (134 km de diamètre) ; Very Large Array, dans le Nouveau-Mexique, (27 km de diamètre) ; Nançay, en France ; Westerbork, aux Pays-Bas ; etc. Il est en effet plus commode d'installer plusieurs petits réflecteurs que d'en construire un seul géant. Les réflecteurs sont unis dans un réseau de communication par micro-ondes.

L'Australie, qui est l'un des pays du monde qui accomplissent les plus grands efforts en astronomie optique, en particulier à cause de son ciel très clair, n'a pas délaissé pour autant la radio-astronomie. Elle comptait déjà l'un des plus grands réflecteurs du monde, à Parkes, en Nouvelles-Galles du Sud (64 m de diamètre) ; elle se propose de construire pour 1988 un ensemble de 8 stations qui seraient réunies par satellite et qui représenterait donc la plus grande installation radio-astronomique dans les deux hémisphères, puisqu'elle réunirait les installations déjà existantes ou en cours de construction ou encore, à construire, à Carnarvon, sur la côte orientale, à Alice Springs, au centre, et à Culgoora, Siding Springs, Sydney, Tidbinbilla, sur la côte occidentale, ainsi qu'à Hobart, en Tasmanie. Par ailleurs, l'Irak vient de conclure, avec la firme allemande Zeiss, un contrat de quelque 260 millions de francs (100 millions de DM) pour la construction d'un radio-télescope et de deux télescopes optiques de tailles respectables, puisqu'ils mesurent 3,5 m et 1,25 m de diamètre. L'Irak renouvellerait ainsi après plusieurs siècles avec une autre grande tradition, celle de l'astronomie arabe. Aucune date de construction n'a été précisée. Enfin, les scientifiques de l'université Columbia, aux États-Unis, viennent de mettre au point un nouveau type de téles-

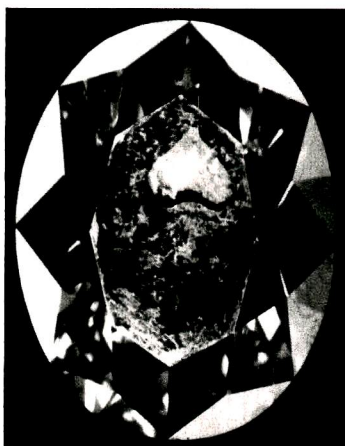
cope à rayonnement X, beaucoup plus performant que les précédents. Il s'agit de l'IGSPC (Imaging Gas Scintillation Proportional Counter), construit pour le compte de la NASA. Le principal avantage de ce nouveau type de détecteur est de combiner une bonne résolution avec la possibilité de cartographier des sources étendues. Le premier modèle a été testé dans l'espace à 250 km d'altitude, pendant 10 mn, dans la tête d'une fusée-sonde Nike-Black-Brant. Objectif : observer la Dentelle du Cygne, nébuleuse constituant les restes

d'une étoile qui explosa voici environ 17000 ans, et dont les filaments continuent de se disperser à plus d'un million de km/h. Cet instrument sera placé par la suite dans la soute de la navette spatiale pour des durées d'observations plus longues, mais d'ores et déjà, une version simplifiée vient de voler à bord de *Columbia*.

●● **Quatre kilos et demi !**
C'est le poids, assez exceptionnel, du premier enfant produit par la "banque du sperme" de Prix Nobel. On ne sait pas encore si le supplément de poids réside dans le cerveau ou dans les mollets. On ne sait pas non plus si l'enfant héritera le racisme des parents. Toujours est-il que ce poids record est étonnant.

PHYSIQUE

DIAMANTS "TATOUÉS"



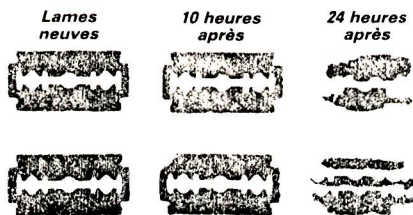
● Les chercheurs de la General Electric à Schenectady (New York) ont découvert une nouvelle technique pour marquer les diamants d'un "tatouage" invisible, sauf bien sûr dans certaines conditions. Cette méthode n'est pas destructive si l'on en croit ses auteurs, les Prs Robert C. Devries et Roy E. Tuft ; elle devrait donc faire la joie des bijoutiers et le désespoir des receleurs... Comble d'infortune, les mêmes receleurs, désireux de maquiller l'un de ces diamants en changeant sa marque, devraient pour cela posséder un appareillage extrêmement sophistiqué, très coûteux et nécessitant de solides connaissances scientifiques.

En effet, cette technique de marquage utilise un implantateur d'ions (c'est-à-dire d'atomes chargés parce qu'ils ont perdu ou gagné un électron). Cet appareil était jusque-là utilisé pour la fabrication de circuits intégrés : le faisceau d'ions émis pénètre la surface d'une "puce" de silicium suivant le tracé voulu, et des zones de conductivité électrique différentes sont ainsi créées à la surface de la puce. C'est le principe général utilisé en microélectronique.

L'idée des chercheurs de Schenectady est venue de là. En visant la surface du diamant sous certains angles, on peut faire pénétrer des ions en profondeur, sur environ quelques milliers d'ångströms, et en éjectant du diamant un minimum d'atomes de carbone (cette éjection est négligeable, car autrement la méthode serait destructive). Des ions sont ainsi implantés, modifiant la zone atteinte en y créant des régions de conductivité différente. On peut ainsi dessiner des lettres, symboles, etc., à l'intérieur du diamant. Pour révéler ce dessin, il suffit de frotter la surface avec un morceau de coton. Les charges électrostatiques créées imprègnent les régions où sont les ions, et une poudre spéciale ensuite répandue sur le diamant permet de distinguer le dessin.

LES LAMES DE RASOIR SE DIGÈRENT QUAND MÊME...

● Ayant eu, à traiter des malades mentaux qui avaient avalé des lames de rasoir pour se suicider, un gastro-entérologue américain, le Dr David Hatoff, n'est pas d'avis qu'il faille toujours intervenir chirurgicalement, du moins quand les lames sont arrivées dans l'es-



En haut, des lames Gillette bleues, en bas des Gillette platine, telles qu'elles sont neuves, après 10 h et après 24 h dans l'estomac!

tomac sans provoquer trop de dégâts au passage. En effet, les sucs gastriques dissolvent le métal dans une si grande proportion, que les restes des lames (notre illustration) perdent tout pouvoir contondant et deviennent friables. Il suffit de ne pas donner de remèdes contre l'acidité et de donner un régime alimentaire riche en fibres végétales : les lames sont évacuées sans trop de dommages apparents...

MÉDECINE

CANCER DU PANCRÉAS : CAFÉ INNOCENTÉ

● Accusée il y a plusieurs mois d'être peut-être associée au cancer du pancréas, la consommation élevée de café a été mise hors de cause par une nouvelle étude épidémiologique (Harvey R. Goldstein, Scripps Clinic & Research Foundation, La Jolla, Californie). Il n'y avait pas de différence significative entre les malades atteints de ce cancer qui consommaient beaucoup de café et les sujets du groupe témoin.

LA LONGUE MÉMOIRE DES MOINEAUX

● La plupart, sinon la totalité des oiseaux apprennent à chanter en écoutant leurs congénères. Certains conservent toute leur vie la capacité d'apprentissage, d'autres la perdent à un certain moment de leur maturation. Deux chercheurs de l'université Rockefeller, Peter Marler et Susan Peters, viennent d'établir un mécanisme particulier d'élaboration du chant chez une variété de moineaux des marais américains, *Melospiza georgiana*.

Capturés dans leur jeunesse, 16 moineaux mâles âgés de 2 à 10 jours ont été soumis à la diffusion d'enregistrements de chants d'adultes de leur propre espèce et d'une espèce voisine, *Melospiza melodia*. Les chants avaient été reconstitués artificiellement, avec un souci de fidélité. Et ils étaient joués deux fois par jour, matin et soir. Aux environs du 95^e jour d'âge, les moineaux ont commencé à chanter et leurs voix ont été enregistrées. Sur 700 heures d'enregistrement, on comptait 235 heures de chant, dont 15056 chants distincts. Puis, après avoir chanté quelque 150 jours, les moineaux se sont tus pendant une période variant entre 160 et 238 jours. Puis ils ont recommencé à chanter et il s'avère qu'ils avaient une excellente mémoire de ce qu'ils avaient entendu dans leur enfance. 31 chants se sont fixés au bout des trois périodes écoute, silence et apprentissage ; un a été modifié et un autre abandonné. On peut donc supposer qu'il y a, en tous cas chez le moineau en question, une période d'"incubation" du chant qui n'est pas affectée par le long silence observé entre l'écoute et l'apprentissage.

L'apprentissage lui-même a révélé que la récréation du chant par le moineau est loin d'être automatique, c'est-à-dire purement imitative des enregistrements entendus dans l'enfance. En effet, les moineaux se livrent à de nombreuses improvisations et variations sur thème avant de fixer les chants qu'ils conserveront à l'âge adulte. C'est pourquoi les chercheurs que nous avons cités ici, Peter Marler et Susan Peters, croient pouvoir employer

le mot d'"invention" ; ils supposent que le moineau commence par fragmenter le chant entendu en unités de plusieurs notes ou "syllabes", puis qu'il réarrange ces unités à sa guise, en suivant plus ou moins librement le schéma du chant enregistré.

CLIMATOLOGIE

LES PÔLES FONDENT

● 40000 km³ de glaces polaires auraient fondu depuis 40 ans ! Tels sont les chiffres lancés par la National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) aux États-Unis, suivis d'un avertissement.

« Le niveau des mers augmente et les jours s'allongent, ont déclaré les Prs Robert Etkins et Edwards S. Epstein, et cela ne peut être dû qu'à la fonte des glaces aux Pôles. » Ce taux de fonte est le triple de celui qui a été observé entre 1890 et 1940. Le niveau des mers a augmenté de 12,5 cm depuis 1940. C'est assez sensible, en tous cas plus sensible que l'allongement des jours : 1/1000^e de seconde par jour !

Les conséquences climatiques sont un refroidissement relatif, étant donné que la chaleur absorbée par la glace qui fond est perdue pour tout le monde. De fait, Etkins et Epstein estiment que, depuis 1940, le climat s'est refroidi. Ils sont d'accord avec les chiffres relevés par le Dr George J. Kukla, du Lamont-Doherty Geological Observatory de Palisades, dans l'État de New-York : depuis 1930, les minima hivernales dans l'hémisphère nord ont chuté de 50 degrés centigrades.

Toutefois, il faudrait expliquer pourquoi, dans les mêmes régions, les températures de surface sont de 9/10^e de degré plus élevées qu'en 1930. La question n'est pas d'intérêt seulement académique : on estime en effet qu'au rythme actuel, la banquise de l'Antarctique occidentale pourrait se détacher et fondre, élevant d'ici quelques dizaines d'années le niveau des mers de 4 à 6 m.

LE CAUCHEMAR DES POULES DES PARACELS

● Les îles Paracels, Xisha en chinois, sont des sortes de Malouines de la mer de Chine: une poignée de rochers sans grand intérêt apparent que la Chine et le Vietnam revendiquent également. La seule richesse sûre en est le guano que l'on peut recueillir sur les côtes. Mais il y a une richesse potentielle, qui serait constituée par des gisements pétroliers off-shore.

Toujours est-il que la Chine y a dépêché une garnison, installée sur les atolls et les rochers les moins inhospitaliers. Les soldats chinois, comme bien d'autres, se recrutent dans le civil et particulièrement parmi les paysans. C'est dire qu'ils ont des connaissances en élevage. Ces connaissances sont bien utiles pour agrémenter l'ordinaire de la cantine. C'est ainsi que les soldats ont importé des poules aux Xisha, et c'est là que tout commence.

Ces poules, élevées pour fournir des poulets et des œufs, ont pris la clef des champs. Résultat: peu après leur acclimatation, elles se sont ensauvées, pondant leurs œufs dans la nature. Les poussins, éclos de ces œufs, se sont multipliés et ont grandi pour devenir à leur tour des volatiles adultes.

Puis, tout d'un coup, plus de poules, poulets, coqs, ni œufs.

Plus rien du tout! Les soldats sont partis enquêter sur des disparitions qui n'ont rien à voir avec le triangle des Paracels: c'étaient les rats qui consommaient la volaille à leur place.

De beaux gros rats d'un kilo pièce.

Ces rats ne mangeaient pas que les poules sauvages, ils mangeaient aussi celles qui étaient restées dans leurs volaillers et, exaspérés, les soldats ont fait mander un expert de la lutte anti-rats en campagne. Rompu à la technique de la guérilla, les rats se sont pliés au vieux précepte: reculer quand l'ennemi avance et avancer quand il recule. Quand les experts sont repartis, les rats sont revenus.

Les soldats ont donc fait venir

des chats, de gros chats capables de venir à bout des rats. Mais les chats, apparemment enchantés de leur nouveau domaine, se sont gardés de faire la chasse aux rats, qui est dangereuse, pour faire la chasse aux oiseaux des Xisha, parmi lesquels, sans doutes, des poules ensauvées de deuxième ou troisième génération...

De plus en plus exaspérés,

d'abord par la disparition de leur volaille, puis par la prolifération des rats, puis par celle des chats, les soldats ont fait venir des chiens. Mais les chiens ne grimpent pas aux arbres comme les chats. Ce qui fait que les rats et les chats sont toujours là, que les poules n'y sont plus et que les chiens, furieux, se livrent entre eux des combats féroces.

En dernier recours, les soldats ont appelé des écologistes au secours. On attend la suite de cette histoire, qui a été racontée dans la publication chinoise *Nature* et dans le *China Daily*.

ASTRONOMIE

DES ÉLÉMENTS SUPER-LOURDS DANS LE SYSTÈME SOLAIRE

● De nombreuses tentatives sont faites par les physiciens pour synthétiser sur Terre des éléments plus lourds que le dernier des éléments naturels (l'Uranium, n° 92), ou pour les trouver dans l'Univers. Le record est actuellement l'élément 107, synthétisé durant l'été 1976 par une équipe de physiciens soviétiques sous la direction de Georgui Flerov; son noyau, qui renferme 107 protons et 154 neutrons, a été obtenu en bombardant du bismuth avec des ions de chrome.

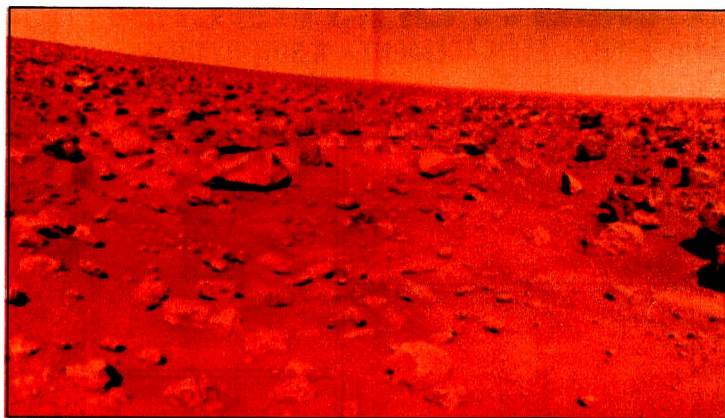
Or, pour les deux physiciens américains Myers et Swiatecki, une certaine stabilité doit se retrouver aux environs de l'élément 114. L'on cherche donc la présence d'éléments super-lourds dans le système solaire, et tout particulièrement dans les météorites. L'analyse de la météorite dite de Santa Clara, du type sidérite, semble confirmer l'existence naturelle des éléments 107 à 110. Leur abondance est toutefois infime: 100 000 fois moindre que celle de l'Uranium 238.

Par ailleurs, l'astrophysicien David Schramm, de l'université de Chicago, estime que la composition chimique du système solaire est différente de celle du reste de la Galaxie. C'est là une idée tout à fait neuve, car l'on supposait jusqu'ici que la composition chimique de l'Univers était à peu près uniforme. Il est un fait que

l'on ne savait pas pourquoi le système solaire contient une proportion de carbone 12 supérieure à celle du carbone 13, ce qui n'est pas le cas des gaz que l'on trouve autour des étoiles.

On ne savait pas non plus pourquoi le même système solaire contient moins de néon 22, et plus de néon 20, que les rayons cosmiques. Pour Schramm, cela suggère fortement que le système solaire s'est formé peu après l'explosion d'une supernova, qui a contaminé le nuage originel où se formèrent le Soleil et les planètes, étant donné que le carbone 12 et le néon 20 sont justement produits dans les supernovae. Cette thèse expliquerait également pourquoi notre système contient plus d'oxygène que le reste de la Galaxie, étant donné que les supernovae produisent beaucoup d'oxygène, en tout cas plus d'oxygène que de carbone.

En d'autres termes, la "soupe" stellaire où se forma le système solaire fut contaminée par les débris d'une supernova toute récente et nous aurions ainsi hérité de certaines composantes chimiques d'une étoile morte. Les radioastronomes, qui avaient noté l'abondance particulière des éléments cités plus haut, avaient d'abord cru à une erreur d'instruments; il leur faudra réviser cette idée.



PAYSAGES MARTIENS EN ANTARCTIQUE

● Les deux paysages ci-dessus se trouvent l'un sur la planète Mars (en haut) et l'autre en Antarctique (c'est la vallée Wright, en bas). Ils se ressemblent plus que d'un point de vue visuel : la vallée Wright a conservé à peu près intactes des formes de vie terrestre très anciennes qui peuvent renseigner dans une certaine mesure sur l'évolution du milieu martien. C'est ainsi que l'on y trouve abondamment des algues bleu-vert, ces formes de vie primitives qui remontent à trois milliards et demi d'années.

Ces algues, notent les Drs George M. Simmons jr et Bruce C. Parker, de l'institut polytechnique et de l'université de Virginie, survivent très bien en Antarctique, par des froids rigoureux et surtout dans des conditions qui peuvent évoquer celles de la planète Mars ; en effet, alors qu'elles ne sont

supposées subsister, comme toutes les plantes, que grâce à la photosynthèse, elles continuent à vivre et proliférer tout au long des quatre mois que dure la nuit polaire. D'où l'étude de longue haleine entreprise pour étudier la biologie de l'Antarctique qui vient d'être commencée.

● ● **L'avion espion américain qui a photographié le cosmodrome de Baïkonour, en URSS, en 1959, est bien un U2, comme l'indique le texte de l'encadré qui figure en page 174 de notre dernier numéro. Par contre, l'avion qui illustre cet encadré n'est pas un U2, mais un appareil de reconnaissance à haute altitude plus récent, le SR-71B, construit, comme le U2, par la firme Lockheed. Nous prions nos lecteurs de bien vouloir nous excuser de cette erreur, due à une parenthèse tronquée.**

DES RATS, DES CHOCS ET DES HOMMES

● Trois chercheurs du département de psychologie de l'université de Pennsylvanie ont soumis deux groupes de rats à une épreuve simple, 24 heures après que tous les individus des deux groupes eussent reçu des implants de tumeurs cancéreuses (Walker 256) : un groupe recevait par le plancher de la cage des chocs électriques de 60 secondes auxquels il était impossible d'échapper. Le second groupe recevait les mêmes chocs, mais pouvait y échapper en appuyant sur une barre. Un troisième groupe de rats, témoin, ne recevait pas de chocs du tout, mais il avait subi les mêmes implants cancéreux. Résultat : seulement 27% des rats recevant des chocs inévitables rejetèrent les implants, alors que 63% de ceux qui pouvaient échapper aux chocs avaient rejeté les mêmes implants. Fait également remarquable : 53% des rats qui ne recevaient pas de chocs du tout rejetèrent les implants. Ce qui veut dire que les rats soumis à un stress auquel ils peuvent échapper ont de meilleures défenses immunitaires que les rats qui ne subissent aucun stress. Les résultats confirment des travaux antérieurs, qui indiquaient qu'un stress inévitable — en l'occurrence un stress sonore — supprime les cellules T et B des souris, ces lymphocytes essentiels au système immunitaire, mais ils infirment certaines extrapolations sur le rôle du stress, qui ne serait pas toujours nocif.

Le rapport entre stress et défenses immunitaires semble essentiellement hormonal : en cas de stress, les surrénales déversent de l'adrénaline en trop grande quantité, et l'adrénaline s'attache à des récepteurs spécifiques des lymphocytes mûrs et d'autres leucocytes, dont elle inhibe le fonctionnement. La noradrénaline est produite sur stimulation du système sympathique, par l'hormone adrénocorticotrope produite par la glande pituitaire. Il est bien connu, rappelle le Dr Joan Borysenko, de l'université Harvard, que la passivité, surtout en cas de cancer, influence le pronostic. ■

des études.. un métier

APPRENDRE RAPIDEMENT - EFFICACEMENT - A SON RYTHME

Liste des brochures et enseignements de l'Ecole Universelle

Enseignement du 1^{er} degré

Classes de 11^e - 10^e - 9^e - 8^e - 7^e..

Enseignement secondaire

Classes de 6^e - 5^e - 4^e - 3^e -
Secondes - Premières - Terminales
A.B.C.D. - Baccalauréat.

Enseignement technique

Baccalauréat de Technicien F1, F3,
G1, G2, G3.

Capacité en droit (accès sans le Bac)

Adm. en fac des non bacheliers -
D.E.U.G. Sciences Po.

Etudes sup. de lettres

Adm. des non bacheliers - D.E.U.G.
CAPES.

Etudes sup. de sciences

Adm. des non bacheliers - D.E.U.G.
Maths Sup. - Maths Spé. - P.C.E.M.
CAPES.

Ecoles vétérinaires

Ecoles normales

C.A pédagogique

Langues étrangères

Anglais - Allemand - Espagnol sur
Cassettes - Italien - Arabe - Russe -
Examens chambres commerce
étrangères.

Perfectionnement culturel

Culture générale - conversation -
lecture rapide.

**Possibilité de bénéficier
des dispositions sur la
formation continue**

Comptabilité

CAP Employé de comptabilité -
BEP - BP - BTn G2 - BTS - DECS -
Magasinier - Comptable - Cours
de comptabilité commerciale -
Techniques comptables - Initiation
au nouveau plan comptable.

Secrétariat

Dactylo - Sténodactylo - Secrétaire
de Médecin - Secrétaire de
Direction - Sténodisca - CAP
sténodactylo - BEP - BTn G1 - BTS
Secrétaire de Direction et Trilingue.

Commerce

Représentant - Directeur
Commercial - Gérant Succursale -
Hôtesse - Gestion des entreprises
Marketing - CAP Employé de
Bureau, Banque, Assurances - BP
Banque - BTn G3.

Fonctionnaire

Agent d'exploitation PTT -
Contrôleur - Inspecteur PTT -
Secrétaire Comptable à la Banque
de France - Inspecteur Police
nationale - Contrôleur des Impôts -
Commis services extérieurs -
Secrét. Adm. Scolaire Universitaire
Rédaction Administrative -
Emplois réservés.

Etudes musicales

Solfège - Ecriture musicale - Etude
instrumentale.

Orthographe - rédaction

Orthographe cassettes - Calcul -
Maths modernes - Rédaction
littéraire - Rédaction du journal -
Synthèse - Résumé de texte.

Formation continue

Etude gratuite pour les
bénéficiaires de la loi du 16.7.71
après accord de l'employeur.

Sociales et paramédicales

Secrétaire de Médecin - Assistante
dentaire - Connaissances
médicales - élémentaires -
Examens d'entrée écoles :
Infirmière - Educateur de jeunes
enfants - Sage-Femme - Auxiliaire
de Puériculture - Aide Soignante -
Masseur - Kinésithérapeute -
Ergothérapeute - Assistante
Sociale - BTn F8 : classe Terminale.

Esthéticienne

Préparation au CAP avec stages
pratiques gratuits à Paris - Coiffure
CAP mixte.

Couture

Coupe - Cours complet couture -
CAP Couture.

Hôtellerie

Maître d'hôtel - Directeur gérant
d'hôtel.

Informatique

Initiation Basic y compris micro
ordinateur individuel -
Programmeur de Gestion - Cobol -
CAP Fi.

Industrie

Dessinateur industriel en
Mécanique (CAP, BP) - Electricité -
Mécanique Auto (CAP) - BTn F1, F3.

Métre

Métreur - BEP métre - Bâtiment.

Radio-télévision

Monteur dépanneur radio, télé, hifi.

Photographie

Cours de photographie - CAP
photo.

Dessin - Peinture

Cours élémentaire, universel,
supérieur - Antiquaire - Décorateur
d'intérieurs.

Bon pour une documentation gratuite

Nom, prénom : _____

Adresse : _____

brochure demandée

945

ECOLE UNIVERSELLE-IFOR
28, rue Pasteur 92551 Saint Cloud Cedex.
Tél. 743.99.24

Société Nouvelle

ECOLE UNIVERSELLE

**Etablissement privé d'enseignement
à distance**

28, rue Pasteur, 92551 Saint-Cloud Cedex
**institut de formation
et d'ouverture aux réalités**

Les promesses des plantes sans père

Créer une variété de fraises particulièrement savoureuse ou une variété de maïs à rendement élevé, voilà une chose que les agronomes savent faire aujourd'hui. Mais maintenir ces qualités de génération en génération est une autre affaire. Car un croisement réussi en laboratoire peut à chaque instant être détruit par un croisement naturel indésirable. Il existe pourtant un moyen de prendre la nature à son propre piège : il consiste à se servir d'un processus qu'elle a elle-même élaboré : l'apomixie.

■ Tout sélectionneur de graines a deux objectifs : d'une part, améliorer les plantes à l'aide de croisements divers, même entre espèces différentes ; d'autre part, conserver indéfiniment les progrès acquis en empêchant tout nouveau croisement, même à l'intérieur de l'espèce. L'histoire de la sélection végétale repose sur ces deux fondements : la diversité des populations naturelles, source de gènes à exploiter, et la fixation, au fil des générations, des lignées intéressantes. Car la stabilité des variétés cultivées est la condition *sine qua non* d'une agriculture moderne mécanisée. Aucun paysan, en effet, ne pourrait moissonner un champ de blé où les épis auraient des tailles disparates et parviendraient à maturité à des dates variables. Toutes les cultures, aujourd'hui, réclament une qualité homogène et suivie. Mais comment parvenir à cette homogénéité ?

Pour les plantes à multiplication végétative, pas de problème. Il s'agit en effet d'un mode de reproduction qui, n'étant pas sexué, ne fait intervenir aucun élément extérieur à la plante. C'est à partir d'une fraction de la plante elle-même (tige, tubercule, racine, etc.) que l'on reproduit celle-ci. Par exemple, c'est en enfouissant une pomme de terre que l'on obtient un nouveau pied ; en divisant des tubercules de dahlia que l'on donne naissance à de nouvelles pousses ; en repiquant des tiges de géranium que l'on a de nouvelles fleurs. Ainsi, division des souches, marcottage, bouturage, greffe (forme de bouturage opéré non pas en terre, mais sur un porte-greffe), sont les pratiques traditionnelles de l'horticulteur ou de l'arboricul-

teur désireux de propager une espèce à multiplication végétative. Une technique plus moderne consiste à cultiver des méristèmes⁽¹⁾ ; cette culture, appelée aussi microbouturage, est à l'origine des "plantes éprouvettes" produites aujourd'hui par milliers.

Pour les plantes à reproduction sexuée, le problème est beaucoup plus ardu. Pour fixer une espèce, il faut augmenter chez elle le taux des individus homozygotes. Précisons tout de suite ce terme savant par quelques notions simples de génétique.

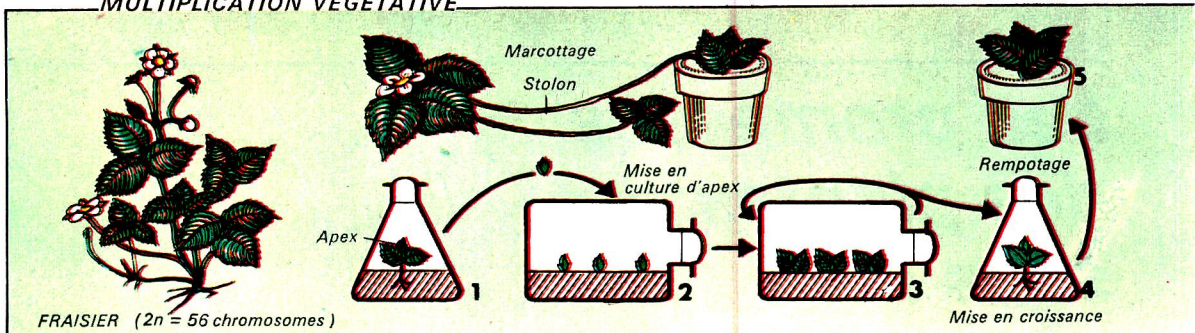
Les végétaux supérieurs, comme les animaux, sont en général diploïdes, c'est-à-dire que, dans leurs cellules, les chromosomes vont par paires, l'un provenant du père, l'autre de la mère. Seules les cellules reproductrices, ou gamètes, ne possèdent qu'un exemplaire de chaque chromosome, soit n chromosomes. C'est ce nombre n , dit haploïde, qui caractérise l'espèce : il est de 21 pour le blé tendre, de 14 pour le blé dur, de 10 pour le maïs, de 23 pour l'homme, etc.

Chaque chromosome est composé de la juxtaposition d'un grand nombre d'unités fonctionnelles : les gènes. Chaque gène détermine un caractère héréditaire donné (longueur de la tige, couleur du grain, etc., chez la plante ; taille, couleur des yeux, teinte des cheveux, etc., chez l'homme) et occupe une place bien précise sur le chromosome : le locus. Dans une paire de

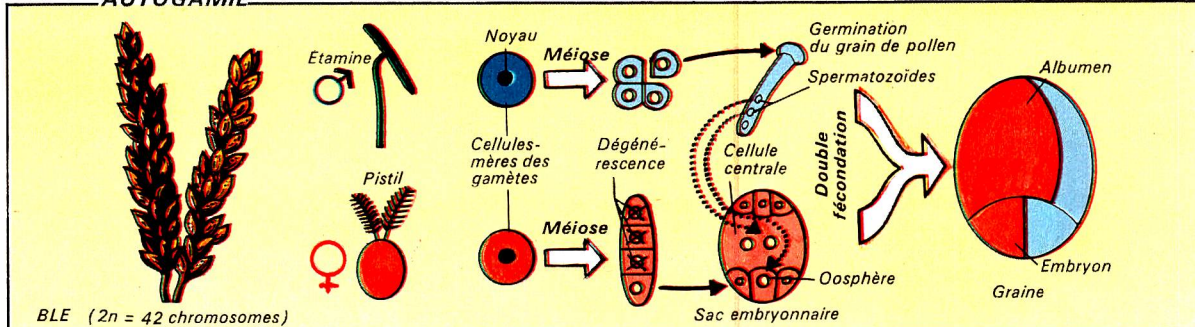
(suite du texte page 64)

(1) Les méristèmes sont des groupes de cellules végétales à prolifération rapide qui sont à l'origine des différents organes (racine, tige, bourgeon) d'une plante.

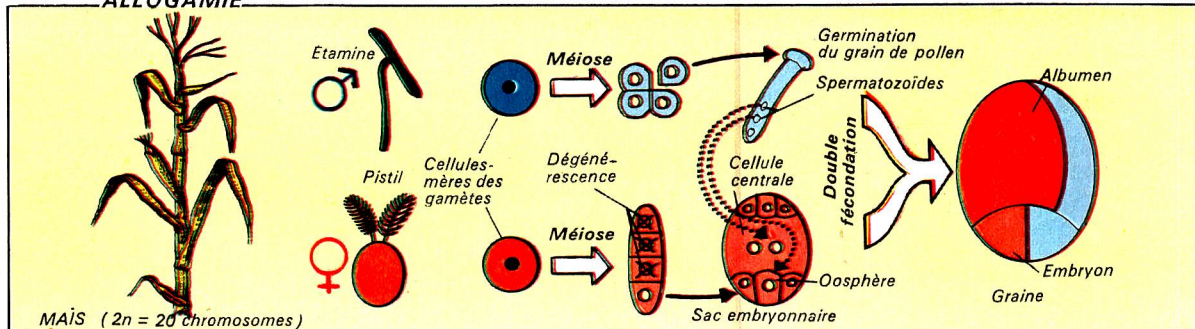
MULTIPLICATION VÉGÉTATIVE



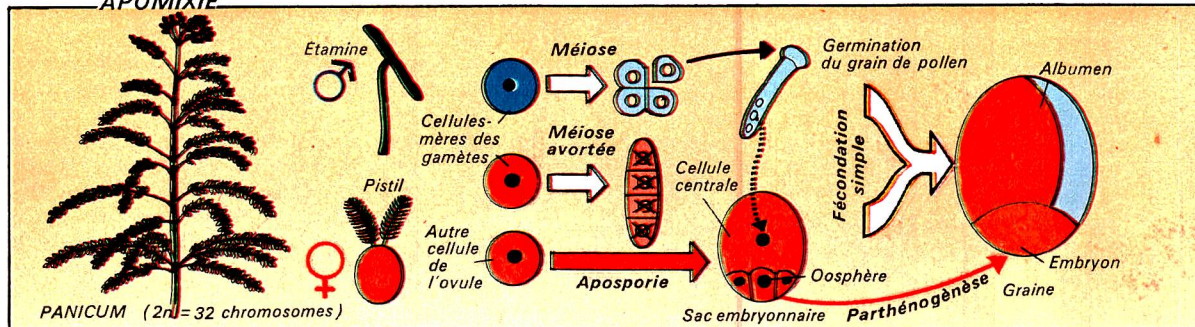
AUTOGAMIE



ALLOGAMIE



APOMIXIE



4 MODES DE REPRODUCTION CHEZ LES PLANTES À FLEURS

La multiplication végétative se faisant sans fécondation, elle permet de reproduire des individus génétiquement identiques à la plante-mère et donc de fixer immédiatement un caractère désiré (ex. : tige haute). Ainsi, le fraisier émet des stolons qui produisent à leur extrémité une rosette de feuilles s'enracinant au contact du sol. On peut recueillir le bébé-plant dans un pot et couper le stolon : c'est le marcottage. En éprouvette (1), on cultive des extrémités de tige de fraisier, ou apex (2), dont on favorise tour à tour le bourgeonnement (3) et la crois-

sance d'organes (4). Après rempotage (5), on obtient des milliers d'individus identiques au fraisier d'origine : c'est le microbouturage.

Sur la suite de notre dessin, bleu = mâle ; rouge = femelle. Ces couleurs sont foncées pour les cellules ordinaires ($2n$ chromosomes) et claires pour les cellules sexuelles (n chromosomes).

L'autogamie est la fécondation d'une plante par elle-même (ex. : blé). En sélectionnant des plantes au fil des générations, on arrive, en une dizaine d'années, à fixer le caractère recherché. La repro-

Marcottage
Bouturage
Division de
touffes
Greffage

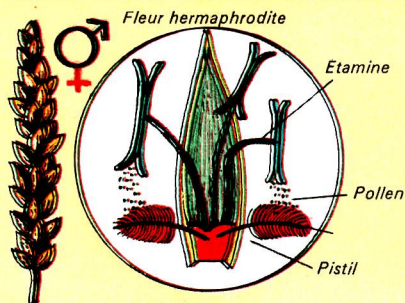
IN VIVO

Microbouturage
Microgreffage
Culture de pollen
Régénération
de plantules

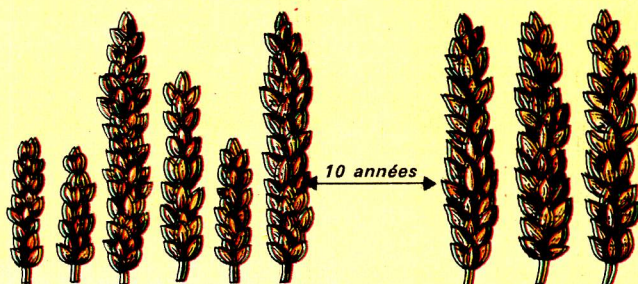
IN VITRO



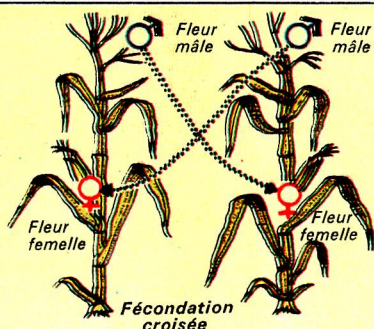
FIXATION IMMÉDIATE



Autofécondation



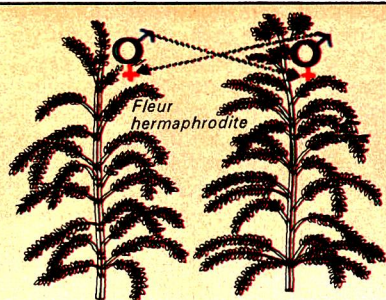
FIXATION LENTE



Fécondation croisée



JAMAIS DE FIXATION



Fécondation croisée



FIXATION IMMÉDIATE

duction sexuée s'opère comme suit : dans l'étamine de la fleur hermaphrodite du blé, une cellule ($2n$ chromosomes, soit 42 pour le blé) donne, par méiose, 4 grains de pollen avec chacun 2 spermatozoïdes (n chromosomes, soit 21) ; dans le pistil, une méiose de la cellule-mère ($2n$) donne 4 cellules, dont 3 dégénèrent. La 4^e (n) donne un sac embryonnaire. Puis se produit une double fécondation : d'une part, 1 spermatozoïde (n) + l'oosphère (n) = l'embryon ($2n$) ; d'autre part, 1 spermatozoïde (n) + la cellule centrale à deux noyaux ($n \times 2$) = l'albumen ($3n$), réserve alimentaire de l'embryon dans la graine.

L'allogamie est la fécondation d'une plante par

une autre (ex. : maïs). Là, le hasard de la pollinisation croisée remet en cause à chaque génération la fixation des caractères.

L'apomixie est une reproduction des plantes par graines mais sans père. Ainsi, chez le *Panicum*, le sac embryonnaire provient d'une cellule autre que la cellule-mère, et sans division du nombre de chromosomes (aposporie). La cellule centrale est normalement fécondée et donne l'albumen. Mais l'oosphère produit l'embryon sans avoir été fécondée (parthénogénèse). Résultat : les descendants sont génétiquement identiques à la plante-mère dès la première génération.

chromosomes homologues, on retrouve aux mêmes endroits des gènes de même fonction (gène qui code pour la longueur de la tige, par exemple), mais pas forcément de même action (l'un peut coder pour une tige courte, l'autre pour une tige longue). Les formes différentes d'un gène déterminant un caractère donné sont appelées des allèles.

Les cellules reproductrices, ou gamètes, ne comportent, nous l'avons dit, que n chromosomes (contre $2n$ pour les autres cellules), car elles résultent d'une division cellulaire spécifique (méiose) : dans chaque cellule issue de cette division, on ne trouve plus qu'un chromosome de chaque paire, donc un allèle de chaque gène. Lors de la fécondation, c'est-à-dire de la fusion d'un gamète mâle et d'un gamète femelle, on obtient de nouveau des paires de chromosomes, et donc des paires de gènes. Mais, cet appariement se faisant au hasard, on peut avoir, pour chaque paire de gènes, soit deux allèles identiques (deux allèles longue tige, par exemple), soit deux allèles différents (un allèle longue tige et un allèle tige courte).

Si les deux allèles sont identiques, l'œuf résultant de la fécondation, ou zygote, donnera un individu dit homozygote pour le caractère déterminé par le gène. En conséquence, ce caractère s'exprimera forcément et, de plus, tous les gamètes produits par cet individu hériteront de l'allèle en question.

En revanche, si les deux allèles sont différents, l'individu sera dit hétérozygote pour le caractère déterminé par le gène. Quel caractère va alors s'exprimer ? Celui de l'allèle dominant, tandis que celui de l'allèle dominé, ou récessif, restera masqué. Cette notion de dominance et de récessivité est fondamentale en génétique : il existe pour tous les caractères héréditaires un allèle qui l'emporte sur l'autre (chez l'homme, par exemple, le caractère yeux noirs l'emporte toujours sur le caractère yeux bleus). Cela ne signifie pas que l'allèle récessif n'a aucune chance de se manifester : il suffit, pour qu'il réapparaisse, qu'il soit apparié à un autre allèle récessif du même gène. Or, un individu hétérozygote produit des gamètes qui comportent, pour chaque gène, tantôt l'allèle dominant, tantôt l'allèle récessif. Si, au hasard des fécondations, un gamète porteur du caractère récessif rencontre un partenaire ayant le même caractère récessif, l'œuf sera homozygote pour ce caractère, et celui-ci s'exprimera. Quand un spermatozoïde possédant l'allèle yeux bleus rencontre un ovule ayant lui aussi l'allèle yeux bleus, le nouveau-né aura à coup sûr des yeux bleus. D'où l'expression courante "sauter une génération" employée lorsqu'un enfant hérite d'un grand-parent un caractère qui n'existe pas chez ses parents.

Revenons maintenant aux plantes. Pour fixer une espèce ou, en jargon de sélectionneur, pour en augmenter la "pureté", il faut, avons-nous dit, augmenter la proportion d'individus homozygotes qui la composent. Cela, afin de perpétuer avec le maximum de chances le caractère

sélectionné. Mais comment provoquer cette augmentation ? Deux cas sont à considérer : celui des plantes qui s'autofécondent et celui des plantes à fécondation croisée.

1° Les plantes qui s'autofécondent, appelées autogames, sont celles qui sont fécondées par leur propre pollen. Cela implique qu'elles possèdent, soit sur la même fleur, soit sur le même pied, un organe mâle (les étamines productrices de pollen) et un organe femelle (le pistil récepteur de pollen). Chez ces plantes (violette, blé, orge, lin...), la nature se charge elle-même de multiplier, avec le temps, le nombre des individus homozygotes. Comment cela ? Par l'effet d'une loi simple de la génétique qui veut qu'à chaque génération d'autofécondation le taux des individus homozygotes s'accroisse naturellement. Expliquons cette loi. Soit une plante homozygote pour un caractère H dominant (plante que nous symboliserons par HH) : elle n'aura que des gamètes H et, s'autofécondant, ne produira que des œufs HH homozygotes. La situation sera la même pour une plante homozygote hh , c'est-à-dire possédant en double exemplaire le caractère h récessif. Si, maintenant, nous avons affaire à une plante hétérozygote (symbole Hh), elle donnera en s'autofécondant des descendants qui seront soit HH , soit hh , soit Hh , dans les proportions respectives suivantes : 25 % de HH , 25 % de hh et 50 % de Hh . Au total, la nouvelle génération issue d'une plante hétérozygote aura gagné 50 % d'individus homozygotes. Et ce gain se reproduira à chaque nouvelle autofécondation.

2° Les plantes à fécondation croisée, appelées allogames, sont celles qui sont fécondées par un pollen qui ne provient pas d'elles-mêmes. C'est le cas, par exemple, des plantes qui, comme le ricin, ont, d'une part, des pieds mâles et, d'autre part, des pieds femelles. Mais c'est aussi le cas de nombreux végétaux qui possèdent, soit sur le même pied (maïs), soit sur la même fleur (la plupart des arbres fruitiers) à la fois des organes mâles et des organes femelles. Alors pourquoi ne s'autofécondent-ils pas ? Parce qu'il existe ou bien un obstacle génétique (leur propre pollen n'est pas accepté par le pistil), ou bien un obstacle physiologique (le pollen ne parvient pas à maturité en même temps que le pistil). Pour ces plantes, la nature ne peut pas grand-chose en matière d'homozygotie. En effet, lorsqu'un grain de pollen venu d'ailleurs vient féconder un de ces végétaux, c'est surtout le hasard qui régit l'appariement des chromosomes. Or le hasard, par définition, ne favorise personne : il produit autant d'individus homozygotes que d'individus hétérozygotes.

Une autre forme de fécondation croisée, l'hybridation, c'est-à-dire le croisement de deux variétés, voire de deux espèces différentes, est, par nature, fortement génératrice d'hétérozygotie : en effet il y a fort peu de chances que les chromosomes de deux variétés dissemblables, à plus forte raison de deux espèces distinctes, aient en-

tre eux beaucoup de points communs. Ainsi l'hybridation, qui est une technique très souvent utilisée en agronomie pour créer des variétés nouvelles et vigoureuses, est incompatible avec la fixité de l'espèce. En clair, cela signifie que le paysan ne pourra pas ressemer les graines qu'il aura obtenues à partir de plants hybrides, et qu'il sera obligé chaque année d'en racheter de nouvelles chez le sélectionneur.

Alors, comment obtenir une plus forte proportion d'homozygotie chez des plantes à fécondation croisée ? Comment, par exemple, le sélectionneur parvient-il à stabiliser les souches paternelles et maternelles à partir desquelles il va opérer ses croisements ? Différents procédés sont en usage. On peut notamment contraindre une plante à s'autoféconder malgré elle en la préservant de toute contamination pollinique étrangère. C'est un moyen qu'utilisent souvent les sélectionneurs pour fixer les lignées parentales de leurs futurs hybrides de maïs.

Une autre technique consiste à contourner la sexualité, autrement dit à créer une descendance sans passer par l'union d'un élément mâle et d'un élément femelle. Le cas le plus typique de reproduction asexuée est celui des plantes "sans mère".

Les plantes sans mère sont connues depuis plus de quinze ans⁽²⁾. Ce sont des plantes issues de développement de grains de pollen cultivés *in vitro* (artificiellement) dans un milieu approprié. Les nouvelles plantes n'ont alors qu'un lot simple de chromosomes, celui du grain de pollen initial, et non plus des paires de chromosomes, comme les plantes issues d'une reproduction sexuée. Elles sont donc haploïdes, et par conséquent stériles. Pour les rendre fertiles, on utilise une substance chimique, la colchicine, qui a la propriété de provoquer le doublement du stock chromosomique. On obtient ainsi des paires de chromosomes strictement identiques, donc des plantes parfaitement homozygotes.

Cette technique de culture pollinique, appelée androgénèse, a l'avantage de donner en une seule fois le résultat produit par de multiples générations d'autofécondation naturelle (ou provoquée par l'homme). Aussi l'applique-t-on aujourd'hui à de nombreuses espèces d'intérêt agronomique : céréales, légumes, fleurs.

À côté de cette méthode, due à l'ingéniosité de l'homme, il existe une autre façon, naturelle celle-là, de court-circuiter la sexualité : c'est l'apomixie. Il s'agit d'un phénomène qui survient naturellement chez certaines plantes et aboutit à la formation de graines sans passer par les deux étapes clés de la sexualité : la méiose (c'est-à-dire la réduction des paires de chromosomes en un lot simple de chromosomes dans les cellules sexuelles, ou gamètes) et la fécondation (c'est-à-dire la réunion d'un gamète mâle et d'un gamète femelle pour donner un œuf contenant de nouveau des paires de chromosomes). Pour conserver un certain parallé-

lisme avec l'appellation que nous avons utilisée précédemment, on peut dire que la nature sait produire des plantes "sans père".

Pour bien comprendre ce qu'est l'apomixie, il nous faut d'abord ouvrir une parenthèse et comparer la reproduction chez l'homme et chez la plante, afin d'en saisir les analogies et les différences. Chez l'homme, toutes les cellules ont 23 paires de chromosomes, soit 46 chromosomes, sauf les cellules reproductrices, en l'occurrence les spermatozoïdes et les ovules, qui n'ont chacune que 23 chromosomes. L'union d'un spermatozoïde et d'un ovule (fécondation) donne un œuf à 46 chromosomes. Prenons maintenant comme élément de comparaison le maïs : toutes ses cellules ont dix paires de chromosomes, soit 20 chromosomes, à l'exception, naturellement, des gamètes, qui n'en ont chacun que 10. Si les principes de base sont donc les mêmes chez l'homme et chez la plante, le processus de reproduction est beaucoup plus compliqué chez cette dernière. Voyons-en le détail.

Côté mâle, l'anthere de l'étamine peut être comparée au testicule humain : c'est là en effet que se forment les grains de pollen, de même que c'est dans le testicule que se forment les spermatozoïdes. Une grande différence cependant : chaque grain de pollen renferme 2 spermatozoïdes, car, chez les plantes, nous le verrons, la fécondation est double. Pour reprendre l'exemple du maïs, chaque grain de pollen de maïs comporte deux spermatozoïdes à 10 chromosomes.

Côté femelle, la base du pistil de la fleur peut être rapprochée de l'ovaire de la femme, car c'est dans cette base, constituée d'un ou de plusieurs carpelles, que se trouvent les ovules. Mais la comparaison s'arrête là. En effet, si l'ovule féminin est une cellule unique, avec un seul noyau, l'ovule de la plante est un ensemble de cellules, dont l'une, appelée cellule mère de la mégaspore, va donner, après division par 2 du nombre de ses chromosomes (méiose) et plusieurs divisions successives (mitoses), le sac embryonnaire, c'est-à-dire un petit agrégat de 7 cellules et de 8 noyaux : 3 cellules dites antipodes, contenant chacune un noyau ; 2 cellules dites synergides, avec chacune un noyau ; une cellule appelée oosphère, avec un noyau ; et une grosse cellule centrale à 2 noyaux (voir dessin p. 62). Au sens le plus strict, l'équivalent de l'ovule féminin est l'oosphère du sac embryonnaire, car c'est elle qui, fécondée, donnera l'embryon de la graine. Pour en revenir encore une fois à l'exemple du maïs, précisons que les 8 noyaux du sac embryonnaire, du fait de la méiose de leur cellule mère, ne comptent chacun que 10 chromosomes, tout comme les deux spermatozoïdes du grain de pollen.

Venons-en maintenant à la fécondation. La principale caractéristique de la fécondation végétale, par opposition à la fécondation humaine, est qu'elle est double. D'une part, l'un des deux spermatozoïdes du grain de pollen vient féconder l'oosphère du sac embryonnaire,

(2) Voir *Science & Vie* n° 743, p. 61.

et l'union de ces deux cellules donne l'embryon de la graine ; d'autre part, le second spermatozoïde féconde les deux noyaux polaires de la grosse cellule centrale du sac embryonnaire, et leur fusion donne l'albumen, garde-manger de l'embryon de la graine. Ainsi, chez la majorité des plantes, ce qu'on appelle graine est en fait l'association d'un embryon et d'un albumen.

Du point de vue des chromosomes, et toujours dans le cas du maïs, la fécondation de



Chez les plantes sans père (apomictiques), il existe aussi une reproduction sexuelle. Ainsi, les croisements sexuels entre divers types d'une même espèce permettent d'améliorer un caractère donné, et la reproduction apomictique permet de fixer immédiatement ce caractère. C'est le cas du *Panicum maximum*, fourrage dont une variété à fort rendement est cultivée par l'ORSTOM, en côte-d'Ivoire.

l'oosphère à 10 chromosomes par un spermatozoïde à 10 chromosomes donne un embryon à 20 chromosomes (donc diploïde) ; quant à la fécondation des deux noyaux polaires, à 10 chromosomes chacun, par l'autre spermatozoïde à 10 chromosomes, elle donne, en bonne arithmétique, un albumen à 30 chromosomes (dit triploïde). Dernier détail avant de refermer cette longue et nécessaire parenthèse : à part l'oosphère et les deux noyaux polaires, les autres cellules du sac embryonnaire dégénèrent.

À présent que nous connaissons les mécanismes de la reproduction normale chez les végétaux, nous sommes mieux à même de comprendre ce qui se passe dans l'apomixie. Le processus est le suivant : dans l'ovule, la cellule mère de la mégaspore — ou une cellule quelconque, dite somatique — donne par simples divisions (mitoses) un sac embryonnaire simplifié, ne comportant que 4 cellules et 4 noyaux : une oosphère, deux synergides et une grosse cellule avec un seul noyau polaire. Ces 4 noyaux ont une particularité essentielle : ils sont di-

ploïdes, c'est-à-dire qu'ils contiennent tous des paires de chromosomes, leur cellule d'origine n'ayant pas subi la réduction chromosomique (méiose). Chez le *Panicum maximum*, par exemple, qui est une espèce apomictique, les 4 noyaux en question ont chacun 16 paires de chromosomes, soit 32 chromosomes, comme toutes les autres cellules de la plante. Cette non-réduction du stock chromosomique des noyaux est appelée aposporie.

Une fois que le sac embryonnaire simplifié s'est constitué, l'oosphère donne, sans qu'elle ait été fécondée (d'où l'appellation de plante "sans père"), un embryon de graine. Cette seconde étape est en réalité une parthénogénèse naturelle, comme il s'en produit dans le règne animal chez les pucerons ou les abeilles.

En résumé, l'apomixie est l'addition d'une aposporie et d'une parthénogénèse. Ajoutons toutefois que, dans un certain nombre de cas, il existe tout de même une fécondation : c'est la seconde fécondation que nous évoquions plus haut. Elle aboutit, chez la plante apomictique, à la formation d'un albumen par fusion d'un spermatozoïde de pollen (car les plantes apomictiques, comme les autres, produisent du pollen) avec l'unique noyau polaire du sac embryonnaire.

Trop souvent méconnu, ce processus reproductif asexué n'est pourtant pas exceptionnel ; il est même fréquent chez les Composées (arnica, armoise, centauree, certains pissenlits...), chez les Rosacées (potentille, cotoneaster, ronce, sorbier...), ainsi que chez les graminées. Dans cette dernière famille, c'est même une caractéristique de beaucoup de Panicoidés, sous-ordre des graminées intertropicales qui comprend diverses espèces servant à l'alimentation de l'homme : maïs, mil, sorgho, plantes fourragères, etc. Alors, comment expliquer que l'apomixie soit si peu connue ? Peut-être par le fait qu'elle n'a pas bonne cote : dans les livres d'étudiants, elle est classée au chapitre accessoire des "dégradations de la sexualité".

Grossière erreur, selon M. Pernes, directeur du laboratoire de génétique et de physiologie des plantes au Centre national de la recherche scientifique. Pour lui, il s'agit au contraire d'un processus dominant : en effet, quand dans une population de plantes sexuées allogames apparaît l'apomixie, c'est cette forme de reproduction qui bientôt s'impose, éliminant progressivement toute sexualité. Ce point de vue est partagé par M. Demarly, directeur du laboratoire d'amélioration des plantes au centre universitaire d'Orsay, qui note cependant qu'une apomixie totale est extrêmement rare au sein d'une espèce. Autrement dit, dans une espèce à reproduction apomictique, il subsiste toujours une fraction d'individus qui se multiplient par reproduction sexuée. Fort heureusement d'ailleurs, car une apomixie générale fixerait définitivement l'espèce sans qu'il soit possible de l'améliorer par aucun croisement.

Or, ce que recherchent les sélectionneurs,

c'est la fixité de l'espèce, bien sûr, mais d'une espèce d'abord améliorée génétiquement par divers mélanges. Ce n'est qu'après ces améliorations que l'apomixie peut être un outil pour stabiliser la variété nouvellement créée.

Les premiers essais d'amélioration génétique d'une plante apomictique ont été entrepris en 1964 par les chercheurs de l'Office de la recherche scientifique et technique d'Outre-mer (ORSTOM). Concernant le *Panicum maximum*,



des nouveaux colons de l'Amazonie pour chasser des terres qu'ils convoient les petits paysans qui les occupent : les graines sont semées par avions, et les maigres cultures sont rapidement infestées par l'herbe foisonnante.

Mais revenons aux travaux des chercheurs de l'ORSTOM. Des prospections effectuées en Côte-d'Ivoire et en Afrique de l'Est leur apprennent qu'il existait beaucoup plus de variétés de *Panicum maximum* qu'ils ne le pensaient. En



Pour tenter d'obtenir un maïs apomictique, on a croisé le maïs cultivé actuellement avec du *Tripsacum dactyloides*, espèce apomictique sauvage proche du maïs. L'hybride produit a ensuite été recroisé 8 fois avec le maïs cultivé. A ce stade, le produit obtenu est un maïs encore très anormal. Génétiquement, les nouveaux hybrides ont 22 chromosomes au lieu des 20 du maïs ; de plus, le gène de l'apomixie se trouve sur les deux chromosomes supplémentaires. Côté pratique, les résultats ne sont pas non plus concluants pour l'instant : soit les nouveaux épis sont peu fournis (1) ; soit la plante porte à son sommet une fleur femelle unique surmontée d'une fleur mâle (2 — partie verte sortant de l'épi), or cette caractéristique peu propice à un bon rendement a justement été éliminée du maïs cultivé au cours de siècles de sélection.

ils représentaient une véritable gageure, car les premières études sur cette plante avaient révélé une apomixie quasi générale, c'est-à-dire un très faible taux d'individus conservant une reproduction sexuée. Alors, demanderez-vous, pourquoi avoir choisi comme champ d'expérimentation cette « herbe de Guinée » (appellation commune du *Panicum maximum*) ? Par défi de chercheur, sans doute, mais aussi pour des raisons agronomiques. Cette graminée intertropicale est en effet l'une des espèces fourragères les plus productives et les plus appréciées du bétail local. En Côte-d'Ivoire elle est semée à l'ombre des cocotiers ou en vastes prairies pour du pâturage intensif. Au Brésil, dans la zone amazonienne, 3 millions d'hectares de forêts ont été volontairement anéantis par le feu pour être réensemencés avec du *Panicum maximum*. La plante est tellement envahissante qu'en compétition avec d'autres, elle ne tarde pas à les étouffer. Cette prolifération exubérante est d'ailleurs parfois exploitée à des fins plus que douteuses. Ainsi, le *Panicum* est l'une des armes favorites

particulier, ils découvrirent en Tanzanie une petite colonie de plantes à 16 chromosomes, à reproduction sexuée et à fécondation croisée. Or, jusque-là, le *Panicum maximum* passait pour être une espèce à 32 chromosomes, essentiellement apomictique. Une enquête plus approfondie s'imposait. Elle aboutit à la conclusion que des échanges devaient se faire naturellement entre des variétés sexuées à 16 chromosomes et des variétés apomictiques à 32 chromosomes, échanges qui expliquaient la grande diversité génétique des plantes collectées. Quant à la rareté de la reproduction sexuée chez les individus à 32 chromosomes, elle devait tenir au fait que, dans cette configuration chromosomique, l'apomixie avait une position dominante par rapport à la sexualité, alors que, chez les individus à 16 chromosomes, c'est la sexualité qui avait un caractère dominant.

M. Yves Savidan, cytogénéticien à l'ORSTOM, effectua les premiers croisements en 1971. Bien évidemment, ces croisements ne peuvent se faire que dans un sens. Puisque, les

plantes apomictiques se reproduisent sans fécondation mais produisent un pollen fonctionnel, comme les plantes sexuées, il est possible de les croiser avec d'autres plantes, à condition de leur faire jouer le rôle de père.

M. Savidan commença par croiser des variétés apomictiques à 32 chromosomes avec des variétés sexuées à 16 chromosomes : il obtint peu d'hybrides, et ceux-ci étaient soit apomictiques, soit stériles. Devant ce piètre résultat, il eut l'idée d'utiliser la colchicine pour doubler le stock chromosomique des variétés à 16 chromosomes. Il obtint de cette façon des individus à 32 chromosomes, mais qui restaient sexués. Il pouvait maintenant opérer des croisements entre des variétés possédant le même nombre de chromosomes, les apomictiques étant prises comme mâles, et les sexuées comme femelles. Cette fois, les résultats répondirent à ses espérances : 50% des hybrides étaient sexués, et 50% apomictiques. La distinction était facile à faire par simple observation du sac embryonnaire : il ne comporte en effet que 4 noyaux chez le *Panicum* apomictique (au lieu de 8 chez le *Panicum* sexué).

L'étude des descendance obtenues ultérieurement, soit par autofécondation forcée des individus sexués, soit par divers recroisements des hybrides (père-fille, frère-sœur, mère-fils, etc.) a, semble-t-il, démontré que l'hérédité de l'apomixie obéissait à un mécanisme simple, dit monogénique : un seul gène gouvernerait la présence (A) ou l'absence (a) de l'apomixie. Les variétés à 16 chromosomes, naturellement sexuées, seraient de type aa ; les variétés à 32 chromosomes issues du traitement à la colchicine seraient de type aaaa ; quant aux variétés apomictiques, elles seraient toutes de type Aaaa. L'allèle A, dominant, induirait à la fois l'aptitude à former des sacs embryonnaires simplifiés, à 4 noyaux diploïdes (aposporie), et l'aptitude à développer des noyaux sans fécondation (parthénogénèse). De plus, chez un individu ayant hérité par croisement de l'allèle de l'apomixie, celle-ci prévaudrait sur la sexualité du fait de la plus grande précocité de sa manifestation : le sac embryonnaire à 4 noyaux se développerait en effet plus tôt que le sac à 8 noyaux, condamnant ce dernier à disparaître.

Si toutes les conclusions auxquelles est parvenu M. Savidan se révèlent exactes, leurs conséquences pratiques seront considérables. Car, si l'apomixie n'est véritablement gouvernée que par un seul gène (qu'il reste encore à identifier), elle pourra être très facilement utilisée dans un programme d'amélioration des plantes, voire être transférée d'une espèce à une autre. Avec tous les avantages que cela comporte.

Prenons, par exemple, une plante autogame comme le blé. Actuellement, le sélectionneur, après un croisement forcé entre deux variétés différentes, est obligé d'attendre plusieurs générations d'autofécondation pour commercialiser une semence fixée. Avec un blé apomictique, il

obtiendrait immédiatement, c'est-à-dire dès la première récolte, des graines stabilisées.

Dans le cas du maïs, plante allogame, le sélectionneur doit d'abord fixer les deux lignées intéressantes qu'il souhaite croiser. Pour cela, nous l'avons vu, il lui faut contraindre les individus de chaque lignée à s'autoféconder. Ce n'est qu'ensuite qu'il peut, en croisant une lignée prise comme mâle avec l'autre prise comme femelle, obtenir ces hybrides beaux et vigoureux dont les agriculteurs achètent les semences chaque année. Avec des maïs auxquels on aurait transféré l'apomixie, le long processus de fixation des lignées serait supprimé, et le sélectionneur gagnerait un temps considérable. En revanche, il perdrait peut-être une part importante de sa clientèle, car, avec des hybrides apomictiques, c'est-à-dire définitivement fixés, le paysan pourra ressemer sans problème ses propres graines. Ainsi l'utilisation méthodique d'un simple petit gène risque de bouleverser toute une profession. Il faut savoir en effet que les semences de maïs représentent le quart du marché total des semences (soit le quart de 4,5 milliards de francs).

Toutefois, pour M. Savidan, la menace qui pèse sur l'avenir des sélectionneurs de maïs ne serait pas aussi alarmante qu'il y paraît. Au contraire, l'apomixie, en simplifiant grandement la nécessaire fixation des lignées, devrait favoriser la création de nouveaux hybrides. En outre, pour d'autres espèces, elle devrait permettre certaines combinaisons géniques actuellement inexploitable. En effet une variété intéressante, mais stérile du fait d'une méiose anarchique, pourrait être rendue apomictique et se reproduire alors sans difficulté. La nature nous fournit maints exemples de ce "pouvoir de survie" lié à l'apomixie. Ainsi, le *Paspalum notatum*, une plante fourragère d'origine intertropicale cultivée dans le sud-est des États-Unis et fort répandue en Floride, est constitué de cellules à 50 chromosomes, mais qui se divisent de manière très irrégulière : au lieu de donner normalement des gamètes à 25 chromosomes, la méiose produit des gamètes ayant de 20 à 30 chromosomes. En bonne théorie, cela devrait rendre très aléatoire toute fécondation ultérieure et entraîner la mort de l'espèce. Or, le *Paspalum notatum* est loin d'avoir disparu ! Sa prospérité s'explique par le fait que sa reproduction est essentiellement apomictique, ce qui permet à la plante de maintenir sa spécificité, c'est-à-dire ses cellules à 50 chromosomes.

Voilà pourquoi, après avoir été pendant longtemps un sujet académique réservé aux botanistes et aux généticiens, l'apomixie intéresse de plus en plus les agronomes et les sélectionneurs. C'est dans le domaine des graminées fourragères intertropicales que les recherches sont le plus avancées. En effet, chez ces plantes, apomixie et sexualité coexistent souvent au sein d'une même espèce, ce qui rend possibles les hybridations et la création de variétés apomicti-

ques stables. Pour le *Panicum maximum*, par exemple, on est arrivé à "fabriquer" en Côte-d'Ivoire des hybrides qui donnent annuellement 20 à 40 tonnes de matière sèche par hectare et plus de 200 kg de graines. Belle performance pour une espèce considérée jusqu'ici comme peu productive de graines ! Du coup, l'EMBRAPA, équivalent brésilien de l'INRA (Institut national de la recherche agronomique), a signé en novembre dernier un accord de collaboration avec l'ORSTOM pour la sélection d'un *Panicum maximum* apomictique adapté aux besoins du pays.

Toujours dans le domaine des graminées fourragères intertropicales, les producteurs de semences américains commercialisent d'ores et déjà des graines de plantes naturellement apomictiques (*Paspalum*) et des hybrides rendus apomictiques (*Cenchrus*, ou buffelgrass, mis au point à l'université du Texas).

Dans le domaine des céréales, le problème est un peu différent : l'apomixie doit en effet être transférée à partir d'espèces sauvages plus ou moins éloignées génétiquement de l'espèce cultivée. Quelques expériences sur le maïs en U.R.S.S., le mil aux États-Unis et le sorgho en Inde, ont déjà donné des résultats encourageants.

Enfin, concernant les plantes des régions tempérées, des programmes de recherche sur l'utilisation de l'apomixie sont en cours dans différents pays : ils portent sur la betterave et la pomme de terre en Hollande, en Suède et en Pologne ; sur certaines graminées fourragères en Hollande, aux États-Unis, en Suède et dans les pays de l'Est. La betterave est sans doute la plante la plus apte à fournir des résultats rapides, car il existe, au sein de cette espèce, des variétés sauvages apomictiques qui peuvent être croisées avec les variétés cultivées.

Et en France, où en sommes-nous ? A l'exception de M. Savidan, il n'existe malheureusement personne qui travaille sur l'apomixie. Cela tient probablement au fait que, chez nous, nous cultivons fort peu d'espèces naturellement apomictiques : seul le pâturin des prés (*Poa pratensis*), à apomixie facultative, connaît un certain succès comme plante à gazon mais on lui préfère le ray-grass anglais ou la fétuque rouge.

Cette situation désole M. Savidan. Aussi voudrait-il lancer, le plus rapidement possible, un programme de recherche sur une céréale. Pourquoi une céréale ? Parce que, dans cette famille, la pratique de mieux en mieux maîtrisée des croisements interspécifiques (entre espèces différentes) autorise tous les espoirs. N'a-t-on pas réussi à créer une céréale nouvelle, le triticale, en croisant un blé dur avec un seigle ? De même, le blé tendre Roazon, variété mise au point par l'INRA et réputée pour sa résistance au piétinverbe (une maladie qui fait coucher les épis), est issu d'un croisement entre du blé normal et une espèce proche dénommée *Aegilops*. De même encore, la capacité à résister aux

rouilles, autres maladies des céréales, a été obtenue par croisement de blé classique et d'*Agropyron*. Or il existe des *Agropyron* apomictiques. Dès lors, pourquoi le transfert de l'apomixie au blé ne serait-il pas possible ? C'est ce à quoi pense M. Savidan, qui se montre raisonnablement optimiste.

Mais le fin du fin en la matière serait de créer des hybrides de maïs apomictiques. Les Soviétiques, nous l'avons dit, se sont penchés sur la question : ils expérimentent depuis une vingtaine d'années une combinaison de *Zea mays* et de *Tripsacum dactyloïde*. Ils prétendent avoir réalisé des lignées apomictiques à 22 chromosomes : les 20 chromosomes du maïs, plus 2 chromosomes du *Tripsacum* qui confèrent à l'hybride l'apomixie. Certes, ce maïs apomictique ne donne pas de beaux épis (voir photo), mais il a poussé en Sibérie où il n'y a pas plus de 100 jours de végétation par an. De plus, un seul type de croisement a été étudié. Qui sait s'il n'existe pas un *Tripsacum* plus intéressant à combiner ? On en trouve de multiples variétés en Floride, au Texas, au Mexique. Restent à découvrir celles qui sont apomictiques et celles qui sont compatibles avec le maïs.

On est loin, on le voit, d'avoir exploité toutes les possibilités qu'offre l'apomixie. Pourtant, dans un monde où la variété des populations s'amenuise, aucun moyen de conserver les formes existantes ne devrait être négligé. Or, l'apomixie est un de ces moyens.

En France, hélas, on semble se désintéresser de la question. On préfère consacrer un maximum d'efforts — et d'argent — à la mise au point de techniques de multiplication végétative *in vitro* (cultures de méristèmes et de grains de pollen). M. Savidan s'indigne de ce choix, parce que les plantes ainsi produites ne sont pas toujours conformes à l'original (il survient parfois des mutations et des dégénérescences qui rendent les plantes filles différentes de la plante mère), alors que l'apomixie est un processus naturel qui aboutit au même résultat, mais avec une absolue garantie de conformité.

Tout miser sur les cultures *in vitro* est une option d'autant plus absurde que, dans le monde entier, les recherches sur l'apomixie sont en plein essor. Traité publiquement pour la première fois au Congrès international de génétique de Moscou, en 1978, ce mode de reproduction a fait l'objet de plusieurs séances au Congrès international des fourrages, tenu en juin 1981 aux États-Unis. Aujourd'hui, dans tous les pays, nombre de scientifiques reconnaissent que l'apomixie ouvre des perspectives alléchantes en matière d'amélioration des plantes.

Alors, qu'attendons-nous ? Nous sommes pourtant capables de faire aussi bien que les autres. N'est-ce pas une équipe française qui a démontré, en Afrique, que l'apomixie pouvait produire des résultats spectaculaires ?...

Marie-Laure MOINET ■

La guerre navale : une question d'électronique



L'électronique devient de plus en plus le facteur dominant dans les combats modernes. La guerre navale n'échappe pas à cette règle car, lorsqu'il est pris en chasse par un missile qui approche à 100 km/h, seule une réponse rapide donc automatique permettra à un navire d'éviter la destruction.

■ Mardi 4 mai 1982. Le jour commence à décliner sur l'Atlantique Sud. Soudain, un *Super-Étendard* de l'aviation argentine quitte le ras des vagues et monte en chandelle à quelques milliers de pieds. Là, le pilote découvre sur son écran radar une soixantaine de points lumineux : la flotte anglaise. L'un de ces points est nettement détaché des autres et doit se trouver à peine à une cinquantaine de kilomètres de l'avion : c'est le *Sheffield*, bâtiment spécialisé dans la lutte antiaérienne, qui se trouve en "piquet radar", c'est-à-dire en mission de surveillance, à l'avant du dispositif naval britannique.

Le *Super-Étendard*, avion conçu et réalisé par la société Marcel Dassault, dispose de toutes sortes de perfectionnements qui transforment un bon appareil, c'est-à-dire une bonne cellule et un bon moteur, en une véritable machine de guerre parfaitement adaptée à sa mission. Ces "plus" technologiques sont essentiellement au nombre de trois. D'abord, un système de navigation extraordinairement précis, constitué d'une centrale inertielle et d'un calculateur qui permet au pilote de connaître en permanence sa position, avec une marge d'erreur dépassant rarement 100 mètres dans le plan horizontal. C'est grâce à ce système que le pilote argentin a pu diriger son appareil au ras des flots jusque vers la zone où évolue l'escadre britannique. Deuxième point fort : un radar *AGAVE*, aux performances exceptionnelles (il peut détecter des bâtiments à plus de 150 km). C'est lui qui permet en ce moment au pilote de situer parfaitement la position des différents navires. Enfin, dernier atout du *Super-Étendard* : son armement, avec, entre autres, le missile *AM 39* de la

famille *Exocet*, fabriqué par l'Aérospatiale.

Sur son écran radar, le pilote argentin sélectionne le point isolé représentant le *Sheffield*. Automatiquement, les coordonnées du navire, distance et gisement, sont transmises au calculateur de l'*Exocet*. Parvenu à moins de 40 kilomètres de sa cible, le *Super-Étendard* pique brutalement, tandis que le pilote appuie sur le bouton de mise à feu. À peine le missile largué, l'appareil vire de bord et regagne l'abri des basses altitudes. Pour lui, la mission est terminée : il ne reste plus au pilote qu'à espérer avoir été repéré trop tardivement par les radars anglais pour être rattrapé par les chasseurs de la Navy. Le missile, lui, n'a plus besoin de personne : il est du type *fire and forget* (tire et oublie), autrement dit il se dirige de façon autonome vers sa cible.

Dans un premier temps, l'*Exocet* suit le cap qu'on lui a mis en mémoire juste avant le tir. Il stabilise son altitude à quelques mètres au-dessus des vagues grâce à un radio-altimètre. En langage spécialisé, il fait du *sea skimming* (du rase-mer). Parvenu à moins de 10 km de sa cible, il passe en phase autoguidée : son autodirecteur, qui est un radar de poursuite, se met en route et explore en distance et en direction la zone où se trouve le *Sheffield*. Une fois la cible identifiée, le radar "s'accroche" sur elle et guide le missile jusqu'à l'impact.

À bord du destroyer, le radar de surveillance aérienne a bel et bien signalé l'apparition, puis la disparition rapide du *Super-Étendard*. De plus, les systèmes d'écoute ont décelé l'émission radar de l'avion, lorsque celui-ci repérait sa cible. Mais le missile lui-même n'a été détecté qu'au tout dernier moment, alors qu'il se trou-

vait à moins de 5 km du navire. Encore une fois, ce sont les systèmes d'écoute qui ont "entendu" les signaux radar de l'autodirecteur de l'*Exocet*. Aussitôt l'alerte a été donnée : un certain nombre de contre-mesures destinées à leurrer l'engin ont été engagées. Mais il était trop tard : il restait à peine une douzaine de secondes, et le missile approchait inéluctablement à près de 1 000 km/h. Seul, à cet instant, un missile anti-missile aurait pu stopper sa progression. Le *Sheffield* n'en possédait pas.

Qu'un navire de guerre moderne, fleuron de la Royal Navy, ait pu être aussi facilement mis hors de combat, par un seul missile, soulève des questions et suscite le doute. Au cours des siècles, toutes les marines du monde ont eu à affronter successivement différents dangers : les abordages d'abord, puis les canonnades, ensuite les sous-marins, plus tard les avions, aujourd'hui les missiles. Jusqu'ici elles ont toujours trouvé des systèmes de défense et de riposte (blindage, lutte anti-sous-marine, défense antiaérienne). Seraient-elles impuissantes devant les missiles ? En 1967 déjà, la corvette israélienne *Eilat* avait été détruite par deux missiles *Stryx*, de fabrication soviétique, lancés par une vedette égyptienne. Bref, les missiles ont-ils signé l'arrêt de mort des marines ?

Les experts ne le pensent pas. Les missiles antichars n'ont pas condamné les chars, ni les missiles antiaériens, les avions de bombardement ou de combat. Simplement, l'apparition des missiles antinavires a obligé les marines modernes, d'une part, à trouver des systèmes de parade, d'autre part, à définir une nouvelle stratégie. Ce sont ces deux axes que nous allons successivement examiner.

Mais voyons d'abord le nouvel ennemi : le missile. Dans la guerre navale, il peut être mermer (tiré d'un bateau vers un autre bateau), airmer (tiré d'un avion ou d'un hélicoptère en direction d'un bateau) ou mer-air (tiré d'un bateau en direction d'un objet volant qu'il vaut mieux identifier). Certains missiles peuvent être tirés à partir d'un sous-marin, mais il ne s'agit là que d'une variété d'engins mer-mer.

Les missiles utilisés sur les théâtres d'opérations maritimes se différencient également par leur mode de propulsion. Un grand nombre sont animés par un ou plusieurs moteurs-fusées à poudre (c'est le cas des *Exocet*) ; d'autres sont propulsés par un turboréacteur (moteur à réaction de même type que les réacteurs d'avion) ou par un statoréacteur (genre particulier de réacteur, constitué par une simple tuyère sans aucun organe mobile). L'avantage des moteurs à poudre réside, d'une part, dans la rapidité de leur mise à feu (elle est instantanée, alors que les turboréacteurs demandent parfois plusieurs dizaines de secondes pour tourner à plein régime) ; d'autre part, dans le peu d'entretien qu'ils nécessitent, tandis que les missiles à réac-

teur réclament des soins constants (il faut, par exemple, faire tourner les moteurs de temps à autre afin de les maintenir en état). En contrepartie, turboréacteurs et statoréacteurs ont une plus grande autonomie : en théorie, près d'une heure de vol, contre quelques minutes seulement pour les moteurs à poudre. De plus, ils sont plus difficilement détectables, car émettant moins d'infrarouges.

Les missiles se distinguent encore les uns des autres par leur "silhouette radar" (plus leur diamètre est faible, moins ils sont détectables par les radars de veille), leur charge explosive, leur vitesse, leur portée et, enfin, leur mode de guidage (voir tableau général page 82).

Le choix entre tel ou tel modèle dépend à la fois de considérations tactiques et de l'usage que l'on veut faire du missile. En ce qui concerne la portée et la vitesse, par exemple, l'élément discriminatoire est l'éloignement de la cible à atteindre. S'agit-il d'une cible transhorizon, située au-delà de l'horizon radar du lanceur (cet horizon résulte de la courbure de la Terre), ou d'une cible plus proche ? Dans le premier cas, et à vitesse subsonique, il faudra qu'un dispositif relais (avion, hélicoptère, satellite) réinforme le missile sur la position de sa cible, car celle-ci aura entre-temps bougé. Sinon, après avoir parcouru une longue distance sur la base des coordonnées introduites au moment de son départ, l'engin perdra un temps précieux, lors de la mise en route de son radar autodirecteur, à essayer de retrouver sa cible, multipliant du même coup les risques d'être non seulement détecté, mais détruit.

Le mode de guidage, lui aussi, peut être un élément de choix entre un modèle ou un autre. Grosso modo, le guidage d'un missile s'effectue de cinq manières différentes :

1. Le missile peut être télécommandé par fil. Dans ce cas, un fil relie l'engin à un centre de commande et, se déroulant à grande vitesse, transmet au projectile les instructions nécessaires à sa progression en direction de la cible. Les *AS 11* et *AS 12* (missiles surface-surface) qui équipent certains patrouilleurs de la marine française sont de ce type. Leur portée varie entre 3 et 5,5 km.

2. Le missile peut être télécommandé par radio. Dans ce cas, les instructions ne transitent plus par un fil, mais sont communiquées directement au récepteur radio du projectile. Les *AS 30*, missiles air-surface dont sont dotés les *Étendard* de l'Aéronavale, appartiennent à cette catégorie.

3. Le missile peut être pourvu d'un guidage dit "actif". C'est le cas des *Exocet*. Nous en connaissons maintenant le principe : 15 secondes avant la mise à feu, le pilote de l'avion porteur fait entrer dans le calculateur du missile la position de la cible : le projectile entame alors sa course au ras des flots en suivant ces directives, constamment maintenu dans le droit

chemin par une centrale à inertie. Parvenu à quelques kilomètres de sa cible, il déclenche son système autodirecteur : désormais, c'est son propre radar qui va conduire sa trajectoire. Ce mode de guidage est dit "actif", parce que, en dernier ressort, c'est le missile lui-même qui, au moyen d'un radar émetteur et récepteur, se renseigne sur la position de sa cible.

4. Le guidage est dit "semi-actif" quand l'autodirecteur du missile n'émet pas lui-même de signaux radar, mais se contente d'exploiter l'écho renvoyé par la cible lorsqu'elle est "éclairée" par un autre radar (en général celui du navire ou de l'avion lanceurs). Dans ce cas, le radar du missile ne comporte qu'un système de réception : il ne "palpe" plus sa cible, mais fonce dans la direction d'où vient l'écho. Les *Masurca*, missiles fabriqués par Matra et équipant la frégate lance-engins *Suffren*, sont de ce type.

5. Enfin, le guidage est dit "passif" quand l'autodirecteur du missile se branche sur les signaux radio, radar ou infrarouges émis volontairement ou non par la cible. Dans ce cas, c'est la cible elle-même qui attire le projectile. L'*AS 37 Martel*, missile air-surface antiradar mis au point par Matra, se dirige selon ce principe.

On le voit, l'électronique, et en particulier le radar, occupent une place primordiale dans le fonctionnement des missiles. Aussi n'est-il pas étonnant que l'on retrouve cette même électronique et ce même radar dans les contre-mesures mises au point pour protéger les navires contre les engins télécommandés ou autoguidés. Voilà pourquoi l'on utilise volontiers aujourd'hui les expressions de "guerre électronique" ou de "bataille d'ordinateurs" pour caractériser ce nouveau type de combats où assaillants et défenseurs rivalisent d'ingéniosité dans l'exploitation des ondes électromagnétiques et des calculateurs ultra-rapides.

Entrons donc maintenant dans le vaste domaine des contre-mesures et, tout d'abord, précisons la terminologie en usage. Fondamentalement, il existe deux types de contre-mesures : les contre-mesures passives, ou ESM (Electronic Support Measurements), et les contre-mesures actives, ou ECM (Electronic Countermeasures).

Les contre-mesures passives ont pour objet de renseigner sur les "mesures" prises par l'adversaire. Elles prennent des appellations différentes selon la nature des signaux qu'elles sont chargées de détecter : COMINT, ou *Communication Intelligence*(¹), pour les signaux relevant des télécommunications ; ELINT, ou *Electronic Intelligence*, pour les signaux radar ; SIGINT pour les signaux électromagnétiques émis volontairement ou non ; RINT pour les radiations diverses.

Cette détection peut avoir un but tactique immédiat (par exemple, prévenir le pilote d'un appareil qu'il est suivi par un missile) ou une fina-

lité plus lointaine (par exemple, une meilleure connaissance des moyens adverses, afin de pouvoir éventuellement mieux les contrer). Les célèbres "chalutiers" soviétiques dont les lieux de "pêche" se situent volontiers aux abords des champs de tir du CEM (Centre d'essais de la Méditerranée, à l'île du Levant) ou du CEL (Centre d'essais des Landes), où sont expérimentés les nouveaux armements français, participent à cette activité de renseignement à long terme.

Les contre-mesures actives, elles, ont pour objet d'empêcher les moyens adverses de remplir la mission qui leur est assignée. Elles consistent soit en un brouillage offensif déclenché contre les radars de veille ou les radars de désignation d'objectif, soit en un brouillage d'autoprotection contre les radars de conduite de tir ou les autodirecteurs d'engins.

Ces définitions posées, examinons plus en détail la panoplie des contre-mesures, et commençons par les contre-mesures passives en nous limitant aux systèmes d'écoute radar les plus représentatifs.

Ces systèmes sont utilisés soit de façon purement passive (ils sont uniquement chargés de donner l'alerte et d'informer sur la nature de la source radar détectée), soit en liaison avec des brouilleurs actifs dont ils commandent automatiquement la mise en route. Un dispositif d'écoute radar est en général composé de trois éléments :

- un récepteur large bande qui, selon son degré de perfectionnement, permet ou bien de définir les principaux paramètres du radar intercepté (fréquence de fonctionnement, rythme des impulsions, largeurs des impulsions) ou bien d'obtenir des renseignements plus détaillés sur le type de la modulation émise et même sur la forme du diagramme de l'antenne d'un radar panoramique ;

- un calculateur, le plus souvent à microprocesseur, qui traite automatiquement l'information et analyse de façon approfondie le signal. Cette analyse est indispensable si l'on veut isoler et définir avec précision un émetteur donné parmi les centaines, voire les milliers, d'émissions amies ou ennemies. L'identification se fait par comparaison avec le contenu d'une bibliothèque de "signatures" radar. Ces bibliothèques, qui peuvent contenir les caractéristiques de plusieurs milliers de radars, sont constamment tenues à jour en fonction des renseignements obtenus sur les matériels adverses ;

- une console de visualisation qui fournit à l'opérateur des renseignements synthétiques et comporte éventuellement des alarmes visuelles ou sonores graduées selon une hiérarchie de menaces. Ajoutons que la direction du radar intercepté peut également être visualisée sur un écran panoramique grâce à des techniques de radiogoniométrie (comparaison des signaux reçus par plusieurs antennes différentes).

Cela dit, savoir que l'on fait l'objet d'une surveillance radar ou bien que l'on est poursuivi

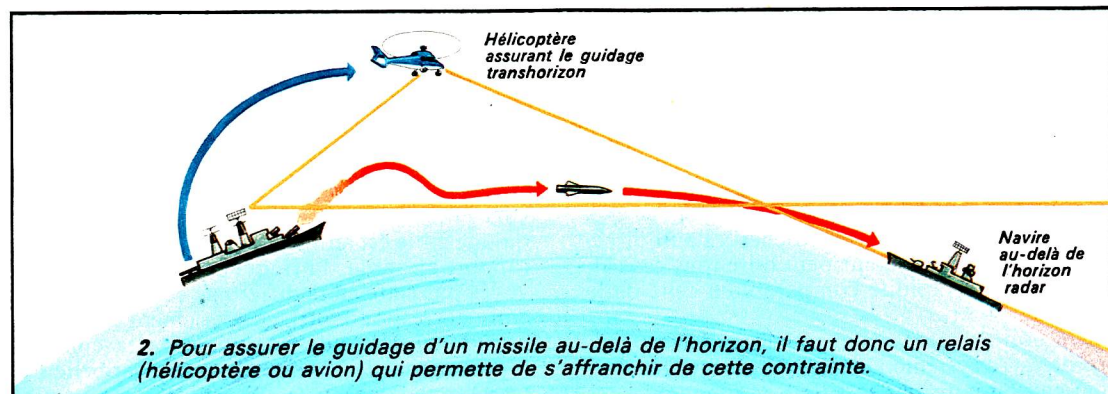
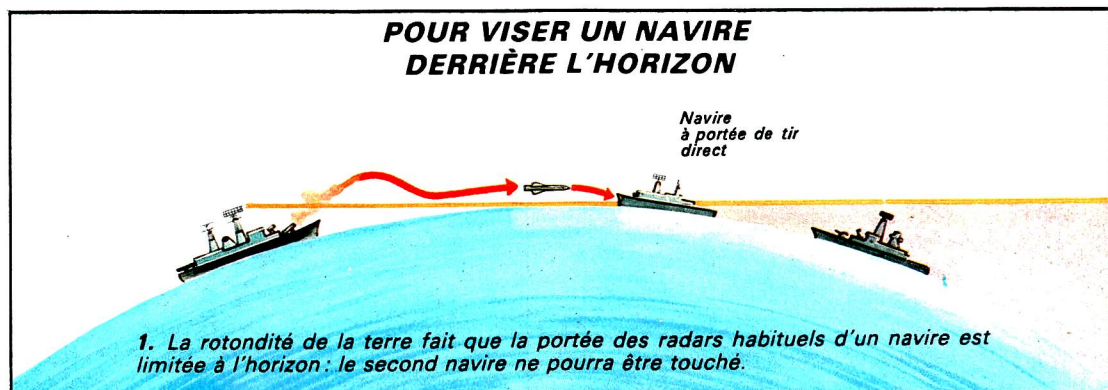
(1) Le mot "Intelligence" est à prendre ici au sens de "renseignement", comme dans "Intelligence Service".

par un radar pointé ou un autodirecteur d'engin, ne suffit pas. Il faut pouvoir réagir efficacement, en général dans des délais extrêmement courts. C'est alors qu'interviennent les contre-mesures actives, dont voici un échantillonnage significatif.

A tout seigneur, tout honneur : commençons par l'ancêtre des contre-mesures actives, le *chaff*⁽²⁾, ou nuage de leurres électromagnétiques, dont les premières utilisations remontent

de fréquences, ils ne nécessitent pas une connaissance exacte des radars qu'ils doivent brouiller, et peuvent même brouiller plusieurs radars à la fois. Ils se présentent le plus souvent sous forme de fils diélectriques (non conducteurs) métallisés, aussi fins que possible afin de braver la pesanteur et de rester suspendus dans les airs un maximum de temps. Ce sont, par exemple, des fils de nylon ou de laine de verre recouverts d'aluminium, de cuivre ou de zinc, et

POUR VISER UN NAVIRE DERRIÈRE L'HORIZON



à la Seconde Guerre mondiale. L'idée de base était simple : elle consistait à déployer un nuage fait de millions de petites languettes de papier argenté, qui, vu sur les écrans radar de l'époque, se présentait comme l'écho d'un avion ou d'un bateau véritables.

Quarante ans après, les *chaff* font toujours partie des équipements de contre-mesures, en particulier pour la protection des bâtiments de guerre. Ils ont cependant évolué et il en existe aujourd'hui différents types : les *black chaff* par exemple, qui sont constitués de particules riches en carbone et qui, de ce fait, absorbent une grande partie de l'énergie des ondes radar, si bien qu'une cible dissimulée derrière un tel nuage est difficilement détectable.

Les leurres électroniques les plus répandus restent cependant ceux qui simulent un fort écho radar. Fonctionnant dans une large bande

baptisés familièrement "cheveux d'ange".

Très différents sont les leurres "à effet centroïde", car ils visent à tromper non plus un radar de surveillance, mais l'autodirecteur d'un missile déjà accroché sur sa cible. Le principe consiste, en premier lieu, à superposer à l'image radar, optique ou infrarouge que "voit" le missile, une image créée de toutes pièces par le leurre, image plus importante que celle du bâtiment visé, mais tout aussi crédible pour le missile. Si cette première phase est réussie, l'autodirecteur du missile se verrouille sur le barycentre de l'ensemble image leurre-image bâtiment, autrement dit il accroche son radar à la double image du leurre et du navire (c'est ce qu'on appelle l'effet centroïde). Il faut ensuite entraîner le missile dans une zone non dangereuse pour le navire. Cette seconde phase exploite le vent relatif⁽³⁾ qui éloigne le leurre du bâtiment.

(2) Mot anglais signifiant littéralement "paille hachée".

(3) La vitesse du vent combinée avec celle du navire.

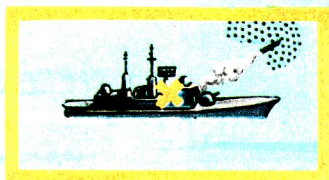
L'autodirecteur, qui poursuit en général l'image la plus attractive, donc celle du leurre, conduit progressivement le missile loin du bâtiment.

Pour que le procédé soit pleinement efficace, il faut que les leurres aient une durée de déploiement très courte et que leur placement soit effectué de façon parfaite, tenant compte à la fois de la direction du vent, de celle du bâtiment et de la largeur du faisceau radar du missile (car le leurre doit se trouver à l'intérieur de

contre-contre-mesures, les *chaff* n'échappent pas à la règle. Les radars et les autodirecteurs modernes exploitent déjà, et exploiteront de mieux en mieux les différences existant entre un écho de *chaff* et un véritable écho de cible. Quelles sont ces différences ?

Tout d'abord, leur vitesse d'évolution. Un nuage de *chaff*, qui se déplace au gré des vents, avance forcément moins vite qu'un destroyer ou, à plus forte raison, qu'un avion. Or, lors-

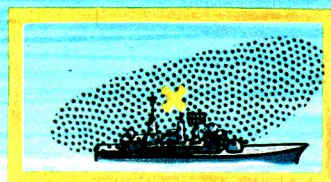
LE MIRAGE ÉLECTROMAGNÉTIQUE



Lancement des chaffs

Les chaffs sont des leurres destinés à détourner un missile de sa destination. Leur principe est simple : il s'agit de simuler un fort écho radar grâce à un nuage de particules métalliques.

1. Les chaffs à effet "centroïde", qui sont les plus utilisés en protection navale, sont lancés automatiquement lorsque le navire sent qu'un autodirecteur de missile s'est accroché sur lui.



Déploiement des chaffs

2. Le nuage de chaffs se déploie autour du navire.



ce faisceau s'il veut "accrocher" l'autodirecteur). Seul un ordinateur peut faire tous ces calculs avec une rapidité comparable à celle de la menace.

Un bon exemple de lance-leurres à effet centroïde est le système Dagaie, développé et fabriqué en commun par la CSEE (Compagnie des signaux et entreprises électriques) pour le lanceur, et la société Lacroix pour les munitions. Ce système comprend :

- un ou deux affûts mobiles, suivant la taille du bâtiment, pouvant recevoir chacun dix "valises" (charges de leurres) soit de type électromagnétique, soit de type infrarouge. Le chargement normal se compose de cinq valises de chaque type, et un tir de leurrage standard projette une valise de chaque type ;
- un calculateur qui, synthétisant les informations sur la menace (présence, direction), les données bâtiment (cap, vitesse) et les données vent (force, direction), élabore la procédure de tir et ordonne le feu ;
- un coffret indicateur de manœuvre, installé sur la passerelle, qui signale au commandant les manœuvres susceptibles d'accroître l'efficacité du leurrage.

Cependant, tout système de contre-mesures suscitant à plus ou moins brève échéance des

qu'une cible est animée d'une vitesse radiale par rapport au radar, la fréquence des signaux renvoyés par cette cible diffère de celle des signaux émis correspondants, ce glissement étant proportionnel à la vitesse radiale de la cible par rapport au radar. C'est ce que l'on appelle l'effet Doppler-Fizeau (4). Il est dès lors possible d'éliminer tous les échos dont le glissement Doppler est trop faible pour correspondre à des cibles réelles. Ainsi, tout radar équipé d'un filtrage Doppler ne sera que très peu trompé par les leurres.

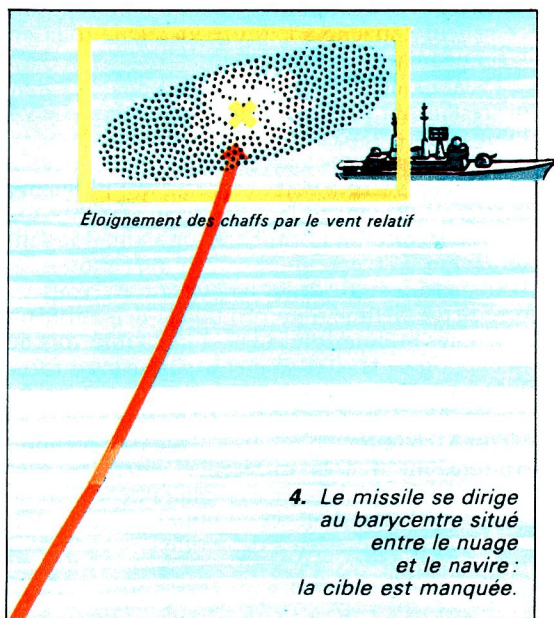
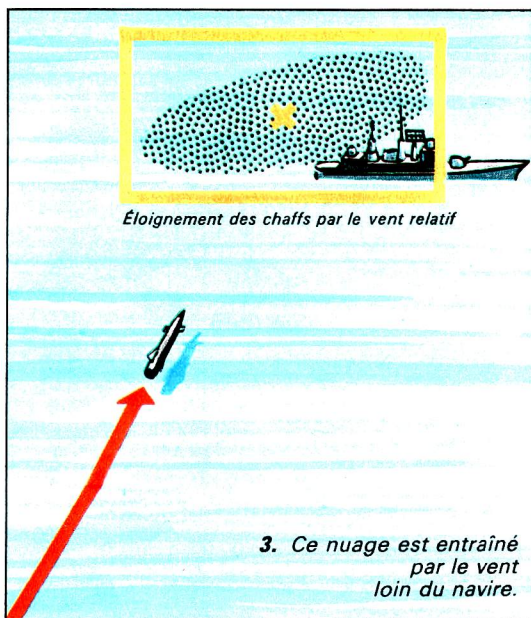
Lorsque la discrimination par le glissement Doppler n'est pas possible, dans le cas de navires très lents par exemple, il existe néanmoins d'autres moyens de distinguer une cible d'un leurre. Un véritable écho radar de cible n'est pas la réflexion d'une onde unique renvoyée par un point unique de la cible, mais la superposition d'un grand nombre de petits échos quasi ponctuels qui se chevauchent les uns les autres, créant un système mouvant d'interférences. Ainsi un écho radar de cible est un phénomène fluctuant, et la fréquence de ces fluctuations est une des caractéristiques de la signa-

(4) C'est cet effet Doppler qui est utilisé par les radars chargés de repérer les automobilistes qui roulent trop vite (voir notre article p. 111).

ture radar de la cible. Or, le spectre de fluctuation d'un écho de *chaff* a peu de points communs avec le spectre d'un écho de navire. L'analyse des fluctuations d'écho est donc un moyen de séparer le vrai du faux.

D'autre part, un radar émet toujours une onde ayant une certaine polarisation, c'est-à-dire une onde dont les vibrations se font dans un certain plan. Éclairons cette notion de polarisation par un exemple : supposons que nous

l'évolution actuelle des radars conduit à une précision de plus en plus grande dans l'estimation des distances ⁽⁵⁾. Le pouvoir discriminatoire d'un radar moderne (c'est-à-dire son aptitude à distinguer deux points séparés) est actuellement, en distance, de l'ordre du mètre ; il sera bientôt de l'ordre du centimètre. Cette précision, alliée aux progrès constants des capacités de traitement numérique, ouvre des possibilités nouvelles en matière de reconnaissance des



fixions une corde par une de ses extrémités et que, tenant l'autre extrémité à la main, nous lui imprimions des secousses dans tous les sens : la corde va osciller dans toutes les directions.

Supposons maintenant que nous plaçons l'extrémité libre de la corde, juste avant la main, entre deux planches dressées verticalement et très proches l'une de l'autre : quelle que soit la façon dont nous secouions la corde, elle ne vibrera plus que dans le sens vertical, car les deux planches l'empêcheront d'osciller horizontalement. Son mouvement sera polarisé dans le sens vertical. Pour les ondes électromagnétiques, c'est la même chose : elles peuvent avoir une polarisation rectiligne, horizontale, verticale ou circulaire (tournante). Cependant toute réflexion sur une cible est en partie dépolari-sante ; cela signifie que l'écho contiendra une part d'énergie possédant une polarisation autre que celle de l'onde incidente. Cette dépolari-sation est même fonction de la nature du matériau qui renvoie l'onde : elle peut donc être utilisée pour différencier une cible d'un leurre.

Enfin, le déploiement de *chaff* dans l'espace ne saurait en aucune façon simuler la véritable forme d'un navire, et, par nature, l'écho d'un nuage de *chaff* est plus ou moins uniformément réparti sur toute la profondeur de ce nuage. Or,

formes. L'apparition d'une véritable imagerie radar en temps réel devrait, dans les prochaines décennies, restreindre considérablement le rôle de leurres électromagnétiques.

Mais les contre-mesures actives ne se limitent pas aux leurres ; elles englobent une autre activité capitale : le brouillage. Pour le grand public, l'aspect le plus familier du brouillage est l'action qui consiste à rendre inaudible une émission de radiodiffusion. Du célèbre « Ici, Londres » de la BBC noyé dans le concert des brouilleurs allemands aux déboires actuels des radios libres, les exemples ne manquent pas de l'utilisation du procédé qui consiste à superposer un signal parasite à un signal utile, afin, soit d'occulter, soit de dénaturer l'information contenue dans ce dernier. C'est exactement le même but que poursuivent les systèmes modernes de brouillage actif que nous allons maintenant essayer de décrire. D'emblée, disons qu'il existe deux types de brouillage actif : le brouillage de confusion et le brouillage de dé-codage.

(5) La mesure de la distance à laquelle se trouve une cible se fait à partir du retard entre le signal émis et l'écho reçu, étant entendu que l'onde radar se propage à la vitesse de la lumière. Un retard de 0,1 milliseconde correspond à une distance de 15 kilomètres.

Le brouillage de confusion est un brouillage dit "inintelligent", qui se contente d'occulter le signal utile par un signal quelconque, en général un bruit plus puissant que le signal utile.

Par opposition, le brouillage de déception est dit "intelligent" parce qu'il superpose à un écho radar un autre écho présentant suffisamment de vraisemblance pour que le radar le considère comme l'onde en retour de sa propre émission.

Pourquoi ne se contente-t-on pas du brouillage de confusion ? Tout simplement parce que les progrès des techniques radar améliorent sans cesse leur capacité à extraire un signal d'un environnement bruyant.

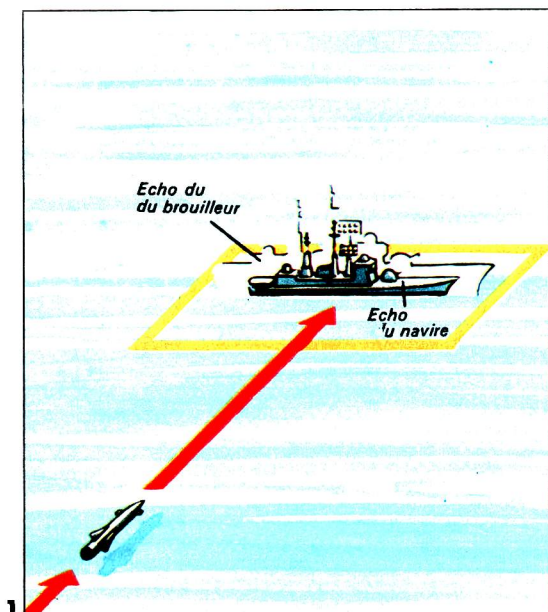
Prenons un exemple concret. Vous êtes dans un restaurant particulièrement tapageur. Le volume sonore dépasse celui de votre voisin de table. Pourtant, vous arrivez à suivre sa conversation. Cela, grâce à votre cerveau, qui parvient à extraire le signal utile, en l'occurrence ce que dit votre voisin, du brouhaha ambiant. Soudain, un avion à réaction passe en rase-mottes, et vous perdez le fil de la conversation : vous venez d'être victime d'un brouillage de confusion. Quelques minutes plus tard, à une table voisine, quelqu'un se lève et se met à parler avec force. Votre attention est attirée et, de nouveau, vous perdez le fil de la conversation. Vous avez été victime, cette fois, d'un brouillage de déception. Maintenant que la différence entre les deux types de brouillage a été clairement établie, voyons la façon dont on les obtient, et commençons par les brouilleurs de confusion, ou brouilleurs à bruit.

Leur principe est simple puisqu'ils se contentent d'émettre, dans la direction supposée de la menace et dans la bande de fréquences du radar adverse, un bruit de fond uniforme de grande puissance, de telle sorte que le radar visé ne distingue plus l'écho de sa propre émission.

Notons au passage que l'efficacité d'un brouilleur à bruit ne dépend pas seulement de la puissance de son émetteur, mais aussi de la manière dont cette puissance est focalisée en direction de la menace. C'est pourquoi l'on utilise plutôt la notion de puissance rayonnée (PR). La puissance rayonnée par une antenne est fonction de deux paramètres : d'une part, la puissance émise ; d'autre part, le cône d'émission de cette antenne. Plus ce cône est étroit, plus la puissance rayonnée est concentrée. On peut donc avoir une même puissance rayonnée, soit en émettant à forte puissance avec une large ouverture de cône (antenne peu directive), soit en émettant à faible puissance, mais dans un cône très étroit (antenne très directive).

L'obtention de fortes puissances d'émission dans les bandes de fréquences radar est un problème ardu qui est aujourd'hui résolu par l'emploi d'amplificateurs à TOP (tubes à ondes progressives), dont la puissance va de la centaine de watts à la dizaine de kilowatts, et qui offrent l'avantage de couvrir de grandes largeurs de bandes. On peut ainsi couvrir la bande de 1 à 16 GHz (gigahertz) avec seulement deux TOP.

Quant aux antennes d'émission, la solution la plus simple est d'avoir plusieurs antennes fixes faiblement directives, couvrant chacune un large secteur angulaire. C'est cette disposition qui est le plus souvent retenue sur les avions, où l'on a généralement une antenne qui rayonne vers l'avant et une autre vers l'arrière, et sur les bateaux de petite taille, où l'on a une antenne à tribord et une autre à babord. La seule chose à faire, après détection de la menace par les



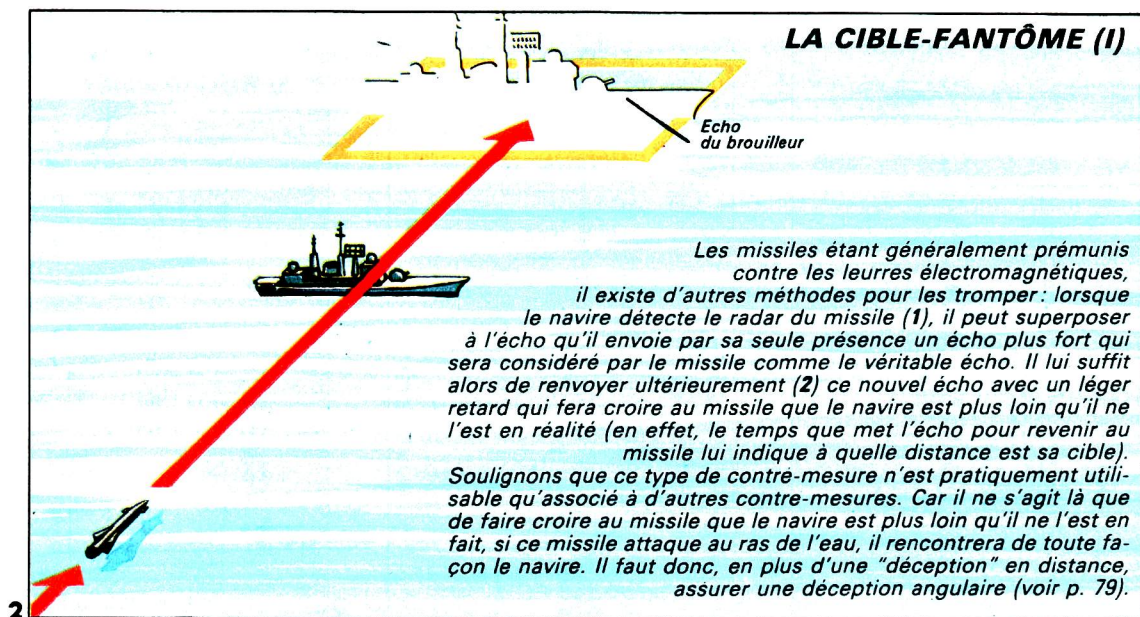
moyens d'écoute appropriés, est d'orienter l'émission de bruit vers le secteur qui convient.

Toutefois, il semble que l'avenir appartienne aux antennes très directives, bien qu'elles présentent deux inconvénients : d'une part, elles sont plus encombrantes ; d'autre part, en raison de la finesse de leur pinceau, elles exigent d'être très exactement ajustées à la direction de la menace. Cet ajustement, autrefois mécanique, se fait de plus en plus par des techniques de balayage électronique qui permettent de diriger très rapidement (en quelques millisecondes) un faisceau directif dans l'axe de la menace. Grâce à cette rapidité d'orientation, il est même possible de traiter plusieurs menaces en même temps, et ainsi de faire face à une attaque massive de missiles. Ce point est important, car les batailles navales de l'avenir seront caractérisées par des tirs en salve de plusieurs missiles, afin, précisément, de saturer les défenses adverses. Le système multifaisceau de Raytheon, utilisé dans la marine américaine, est capable de faire face simultanément à 75 menaces différentes.

Les brouilleurs à bruit sont cependant insuffisants, car, s'ils font perdre au radar adverse l'information concernant la distance qui le sépare de sa cible, ils ne l'empêchent pas de connaître la direction dans laquelle se trouve le brouil-

leur, donc la cible. Certes, la perte de l'information distance peut être gênante dans le cas d'un radar de veille, où l'opérateur ne voit plus sur son écran qu'un trait continu dans la direction du brouilleur, et non plus un écho ponctuel ; mais, dans le cas d'un autodirecteur de missile, elle est beaucoup moins embarrassante. En effet, un autodirecteur possède presque toujours un dispositif qui l'avertit lorsqu'il est brouillé ; il fait alors du *homing*, ou poursuite sur brouil-

leur : il reçoit le signal émis par l'autodirecteur du missile, l'amplifie et le restitue avec un retard variable. Pourquoi cette amplification, et pourquoi ce retard ? La réponse est simple. En amplifiant le signal avant de le réémettre, le répondeur crée un signal plus puissant que l'écho normal, et le radar assaillant, attiré par cette puissance, la considérera comme l'écho réel et centrera sa "fenêtre de poursuite", c'est-à-dire son dispositif de guidage, sur ce faux écho.



leur, c'est-à-dire qu'il se laisse diriger de façon passive par l'émission du brouilleur. Si celui-ci est installé sur la cible (bateau ou avion), le missile atteindra son but sans coup férir.

Afin d'éviter un aussi fâcheux résultat, digne de l'arroseur arrosé, on fait émettre le brouilleur de façon intermittente, suffisamment longtemps pour que l'autodirecteur perde la notion de distance, mais suffisamment brièvement pour qu'il n'enclenche pas la poursuite sur brouilleur. Si tout se passe bien, l'autodirecteur se remet en mode de recherche de cible : il est donc susceptible de s'accrocher sur un écho de *chaff*, si le nuage a été déployé au bon moment. (Remarquons en passant que l'efficacité des contre-mesures repose souvent sur l'utilisation combinée de plusieurs moyens. Cela suppose la définition de véritables tactiques, chacune répondant à un type de menace donné.)

A ceux qui trouveraient bien hasardeux de laisser un autodirecteur errer en position de recherche jusqu'à ce qu'il veuille bien s'accrocher sur un nuage de *chaff*, signalons qu'il existe une méthode plus active pour se débarrasser du missile assaillant : elle consiste à utiliser des brouilleurs spéciaux, dits "voleurs de fenêtre".

Ce type de brouilleur est plus exactement un répondeur, c'est-à-dire un récepteur-réémet-

D'où le nom de "voleur de fenêtre" donné à ce type de brouilleur. Quant au retard, il a pour but de tromper le radar sur la distance qui le sépare de sa cible : en recevant un écho légèrement retardé, le radar "voit" la cible plus loin qu'elle n'est en réalité. Cependant il la "voit" toujours dans la direction du brouilleur. Cela signifie que, la cible demeurant sur la trajectoire du missile, un impact reste possible, surtout si l'on a affaire à un engin volant à basse altitude.

De plus, là encore des contre-contre-mesures ont été mises en place. Un autodirecteur peut esquiver ce genre de brouillage ; par exemple, en cas de dédoublement d'écho, en ne s'intéressant qu'à l'écho le plus proche. Conclusion : le brouillage en distance, s'il est efficace, n'en demeure pas moins insuffisant. Il faut aussi un brouillage angulaire qui perturbe la mesure de la direction dans laquelle se trouve la cible.

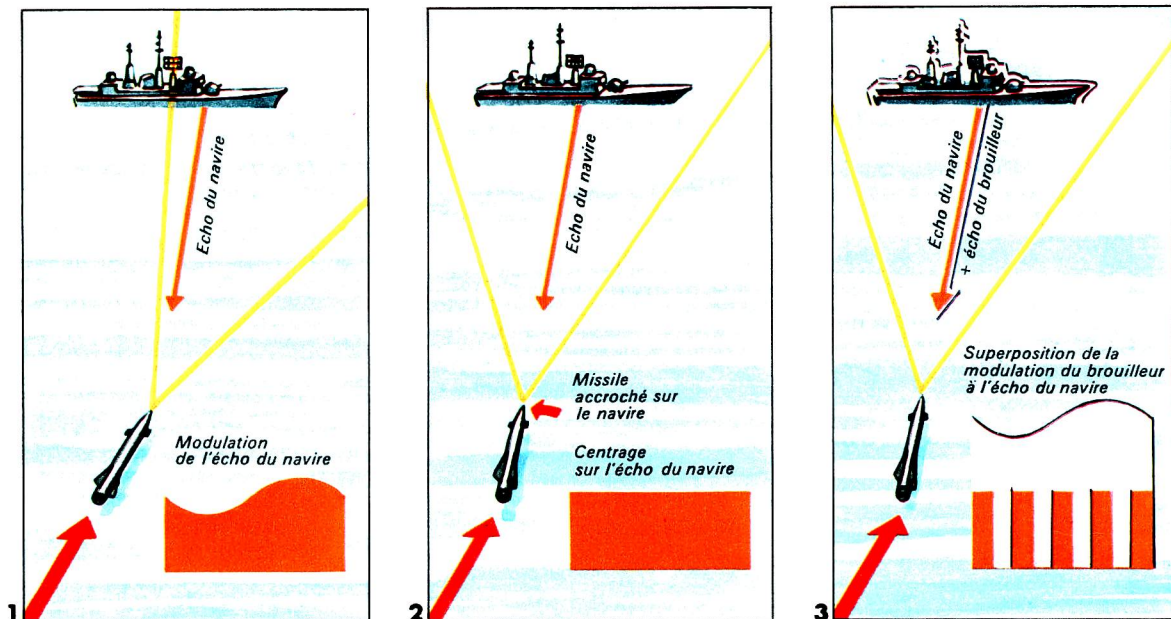
Pour cela, la première solution qui vient à l'esprit consiste à ne plus placer le brouilleur sur la cible. Cette idée a donné naissance à toute une série de brouilleurs dénommés *out of axis* (hors de l'axe). Ce sont soit des brouilleurs à bruit, soit des brouilleurs répondeurs, soit de simples réflecteurs radar passifs. Ces derniers, également appelés "renforceurs d'écho", ont la propriété de toujours réfléchir les ondes ra-

dar dans la direction d'arrivée. Citons dans cette catégorie les réflecteurs de Luneberg ou, plus simplement, les trièdres métalliques bien connus des navigateurs de plaisance (installés au sommet des mâts, ils permettent aux voiliers d'être mieux vus par les radars de navigation des bâtiments de gros tonnage).

L'objectif de tous ces brouilleurs est d'attirer vers eux l'attention des radars ou des missiles adverses, et il existe bien des façons de les dé-

sont finalement que des procédés de substitution d'écho, il existe d'autres techniques qui visent à perturber plus ou moins directement le guidage lui-même des engins.

Évoquons rapidement les tactiques d'évolutions aériennes dites de *jinking*. Lorsque, dans une patrouille, un avion est averti par ses moyens d'écoute qu'il est poursuivi par un radar pointé, tous les appareils de la patrouille entament aussitôt un véritable ballet de figures



ployer. Citons-en quelques-unes, et commençons par les brouilleurs dits "consommables" (*expandable jammer*), parce qu'ils sont prévus pour ne servir qu'une fois. Quand, par exemple, un avion est pris en chasse par un missile, il se protège en larguant un brouilleur de ce type, soit directement en chute libre, soit suspendu à un parachute ou à un petit ballon. C'est d'ailleurs la contremesure la plus fréquemment employée à l'encontre des missiles antiaériens à autoguidage passif infrarouge, qui "accrochent" leur système de détection sur le point le plus chaud de l'avion. Un appareil poursuivi par un tel missile largue un pot chauffant (ou *hot dog*) dont le rayonnement infrarouge est plus puissant que celui de son moteur.

Une solution plus onéreuse consiste à placer les brouilleurs dans de petits avions sans pilote, que l'on désigne sous le nom de *drones*. Lorsqu'il s'agit plus spécialement de protéger des navires, on largue des brouilleurs logés dans des bouées ou attachés à des ballons tractés. Contre les missiles mer-mer, on utilise également des hélicoptères transportant au bout d'un câble, à une centaine de mètres sous eux, des renforceurs d'écho. Ce dernier stratagème a été pratiqué avec succès par les Israéliens au cours de la guerre de 1973. À côté de ces méthodes, qui ne

croisées et entrelacées, tant et si bien que le radar assaillant, confronté à des dédoublements d'échos, saute sans arrêt d'un avion à un autre. Il en résulte une grave perturbation du système de guidage du missile, et de fortes chances pour que ce dernier passe entre les avions sans en toucher aucun.

Ce procédé qui consiste à soumettre un radar à de rapides variations angulaires d'échos est d'ailleurs à la base des techniques de "brouillage coopératif". L'exemple le plus simple est celui de deux navires distants de quelques centaines de mètres et équipés chacun de brouilleurs répondeurs émettant alternativement à une cadence adéquate. Attiré des deux côtés, le missile assaillant finit par se diriger vers un point virtuel, sorte de barycentre radioélectrique situé entre les deux navires.

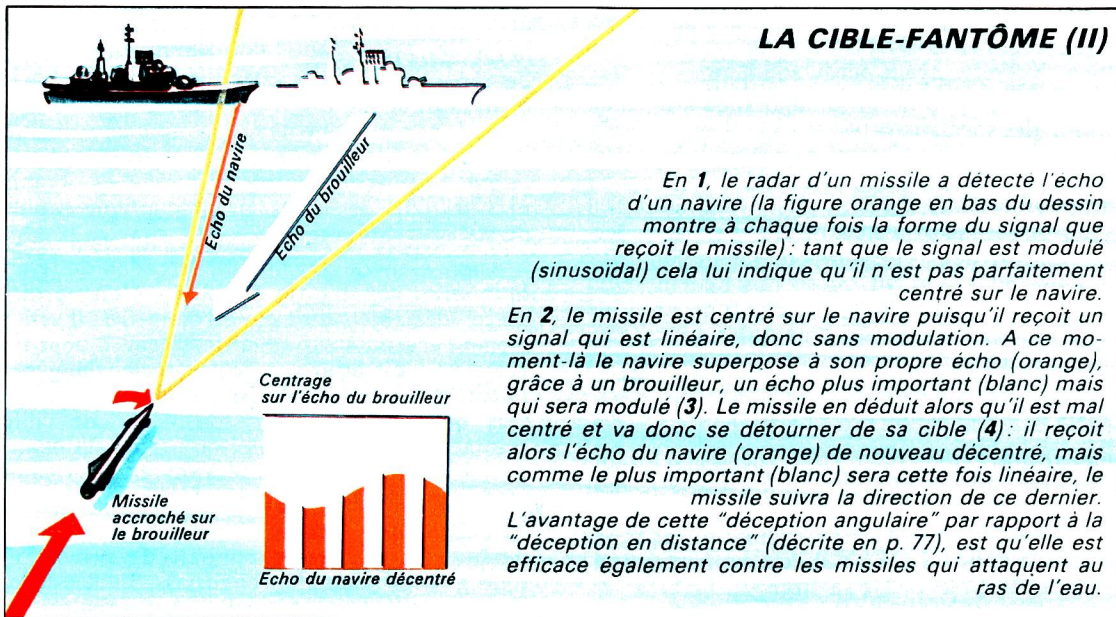
Il n'est pas possible de clore ce panorama des contre-mesures actives sans parler de certaines techniques particulièrement subtiles dont l'objectif est toujours d'empêcher ou de perturber la mesure angulaire effectuée par le radar, mais cette fois en agissant directement sur son système de mesure, en l'espèce sur son écartomètre. Qu'est-ce qu'un écartomètre ? C'est, dans un autoguidage, un dispositif qui mesure à chaque instant l'écart entre la direction du missile et

celle de la cible. Cette mesure est traduite par un signal, appelé signal d'écartométrie, dont l'amplitude est proportionnelle à l'écart angulaire entre la direction de la ligne de visée de l'antenne et la direction de la cible.

Pour comprendre de quelle façon est élaboré le signal d'écartométrie, et donc de quelle façon on peut le modifier, il nous faut voir d'un peu plus près le fonctionnement d'un radar de poursuite.

qui la touche a toujours la même importance, et tous les échos ont la même valeur : la sinusoïde se change alors en ligne plate.

Le principe du guidage angulaire d'un auto-directeur consiste donc à transformer constamment un signal d'écartométrie sinusoïdal en un signal d'écartométrie plat, cela en incurvant sa trajectoire au fur et à mesure de la progression de la cible, afin de toujours rester pointé sur elle.



Les radars de poursuite sont de deux types : les radars à balayage conique (*scanning*) et les radars monopulsés. Arrêtons-nous sur les premiers. Dans un radar à balayage conique, le cône d'émission n'est pas fixe : l'axe de ce cône tourne sur lui-même en décrivant un cône autour de l'axe principal de l'antenne. Pourquoi cette rotation ? Disons de manière imagée : pour mieux palper la cible. Il faut en effet savoir que dans un radar, quel qu'il soit (radar de veille ou radar de poursuite), l'énergie rayonnée n'est pas la même dans tout le volume du cône d'émission : elle est plus forte au centre et diminue au fur et à mesure que l'on va vers la périphérie. En conséquence, l'écho renvoyé par une cible est plus ou moins puissant selon la partie du cône à laquelle appartient l'onde incidente : si la cible se trouve en plein centre du cône, l'écho qu'elle renverra sera très important ; si, par contre, la cible est touchée par un bord du cône, elle renverra un écho nettement plus faible. En faisant tourner le cône d'émission, on fait constamment varier la zone du cône qui frappe la cible. Il en résulte une succession d'échos des différentes valeurs qui peuvent être graphiquement représentés par un sinusoïde. Lorsque la cible se trouve dans le prolongement direct de l'axe principal de l'antenne, la fraction de cône

Imaginons maintenant qu'un brouilleur répondeur placé sur la cible capte les impulsions émises par le radar de poursuite et les réémette puissamment en les modifiant quelque peu de façon qu'elles produisent un signal d'écartométrie sinusoïdal. Le radar va en conclure que son antenne n'est plus exactement dans la direction de la cible et il va corriger sa trajectoire de façon à retrouver un signal d'écartométrie plat. C'est naturellement le brouilleur qui, en modifiant progressivement la modulation des impulsions qu'il réémet, va ramener un signal d'écartométrie plat et donner l'illusion au radar qu'il a retrouvé sa cible. En résumé, le radar va pointer son antenne sur une cible qui n'existe pas, avec toutes les conséquences que l'on imagine pour le guidage du missile ou pour l'orientation des canons s'il s'agit d'une conduite de tir anti-aérien.

Un autre moyen de perturber un autodirecteur consiste à tromper son CAG (contrôle automatique de gain). Le CAG est un système annexe que l'on trouve sur les radars de poursuite et dont le rôle est de corriger les fluctuations de l'écho. En effet, plus un radar se rapproche de sa cible, plus l'écho qu'il reçoit est puissant. Or, cette puissance pourrait troubler la bonne marche du radar si elle n'était modé-

rée par le CAG. En termes techniques, on dit que le CAG a pour fonction de centrer sur une valeur moyenne le niveau des signaux reçus de façon à la démoduler à un niveau à peu près constant et indépendant des fluctuations de l'écho. Si maintenant un brouilleur répondeur surajoute à l'écho des impulsions brèves et puissantes, le CAG va les prendre en compte et rabaissera d'autant le niveau général des signaux, ce qui aura pour effet d'occulter presque complètement l'écho. Privé d'information, le système de guidage va se dérégler, et l'autodirecteur se remettra en position de recherche ou bien s'égarrera, ayant perdu son cap.

Un autre type de brouillage angulaire, bien connu des spécialistes, est le brouillage "interférométrique" (*cross eyed*, en anglais). Pour l'essentiel, il s'appuie sur le phénomène bien connu des interférences, qu'elles soient lumineuses ou sonores. On sait qu'elles résultent de la superposition de deux vibrations de même longueur d'onde qui s'ajoutent ou se retranchent selon qu'elles sont en phase ou en opposition de phase. Dans le cas précis d'un radar, lorsque les signaux arrivent en opposition de phase, ils s'annulent, et la position de la cible devient indéterminée. C'est cet effet qui est exploité par les brouilleurs *cross eyed*. La cible à protéger, bateau ou avion, est équipée de deux brouilleurs répondeurs qui, après avoir capté la modulation radar de l'autodirecteur, la renvoient en opposition de phase. Résultat : le radar reçoit en retour un écho nul et n'est plus renseigné sur la direction de sa cible.

Un mot, enfin, sur un dernier type de brouillage angulaire : le brouillage en polarisation croisée. Nous avons vu précédemment ce qu'était la polarisation d'une onde. Or, une antenne radar est étudiée pour recevoir une polarisation donnée (horizontale, verticale, circulaire, elliptique, etc.). Si, par exemple, on envoie à une antenne faite pour recevoir une polarisation verticale, des signaux dont la polarisation est horizontale (polarisation "croisée" par rapport à la verticale), cette antenne sera quasiment "sourde" aux signaux en provenance de la cible, et verra, par contre, un écho dans une autre direction. Un brouilleur peut donc exploiter cette situation en émettant dans une polarisation croisée par rapport à celle de l'antenne du radar.

Pour en terminer définitivement avec ce chapitre, il nous faut encore parler d'un dernier type de contre-mesures que l'on pourrait qualifier d'"agressives", parce qu'elles visent non plus à perturber la trajectoire d'un missile, mais à détruire le missile lui-même. Ces contre-mesures "agressives" peuvent se ramener en fait à deux dispositifs offensifs : le canon antimissile et le missile antimissile.

Le canon antimissile est une sorte de DCA spécialement adaptée à la lutte antimissile. Le système le plus sophistiqué en la matière est le *Phalanx* produit par la firme General Dynamics et

en service dans la marine américaine. Il s'agit d'un canon à 6 tubes capable de tirer 3 000 obus de 20 mm à la minute. Son magasin contient en général 1 000 obus, quantité jugée suffisante par le constructeur pour détruire jusqu'à 5 cibles (missiles ou avions survenant à basse altitude).

La conduite de tir proprement dite est assurée par un radar *Pulse Doppler* qui prend en charge de façon autonome la veille, la détection, l'évaluation de la menace, la poursuite de la cible et l'ouverture automatique du feu. Au cours du tir, le radar calcule l'écart angulaire entre la cible et la rafale de projectiles, dont certains sont munis de répondeurs radar ; il corrige automatiquement la direction du tir en ramenant cet écart à zéro. Des essais ont démontré que ce principe de conduite de tir en boucle fermée était d'une grande efficacité, puisqu'il permet d'obtenir près de 100 % de succès sur cible unique et plus de 90 % sur cibles multiples.

Selon General Dynamics, le radar du *Phalanx* serait capable de détecter à "longue distance" des objets de 1 cm de diamètre ; il serait même parvenu à suivre la trajectoire d'obus de 127 mm. L'ouverture du feu se déclenche généralement quand la cible est à 1 800 m du navire. Dès que le calculateur considère une cible comme "détruite", le système prend automatiquement en charge les cibles suivantes, à commencer par la plus proche.

Le missile antimissile, à l'instar du canon antimissile, est le dernier rempart de protection d'un navire. Lorsqu'un engin assaillant est détecté par un radar de veille, l'information est aussitôt transmise à un radar de poursuite, lequel commande le tir d'un missile antimissile pour une interception à courte distance (entre 2 et 6 km). Pourvu d'un détonateur infrarouge de proximité, le missile antimissile explose dès qu'il est parvenu à quelques mètres de sa cible.

Pour être efficace, un missile antimissile doit être capable d'une très grande accélération de départ (de l'ordre de 15 à 20 G, alors que les avions les plus rapides ont une accélération de 6 ou 7 G) et posséder un système de guidage très précis.

Le *Sea Wolf*, qui équipe la Royal Navy, et le *Sea Sparrow* utilisé par l'US Navy et, dans des versions quelque peu différentes, par les diverses marines de l'OTAN, font partie des rares antimissiles actuellement opérationnels. Le projet français *SAN* comportera vraisemblablement un missile télécommandé par un radar de poursuite (situé sur le navire) qui prendra en charge conjointement la cible et l'antimissile et donnera les ordres nécessaires pour aligner le second sur la première.

Si l'impact d'un *Exocet* sur le *Sheffield* n'a pas marqué la fin de la marine de surface, il a pourtant souligné à quel point la stratégie navale doit évoluer en fonction de la menace représentée par les missiles antinavires. L'*Exocet* a ainsi assuré sa fonction, c'est-à-dire couler un

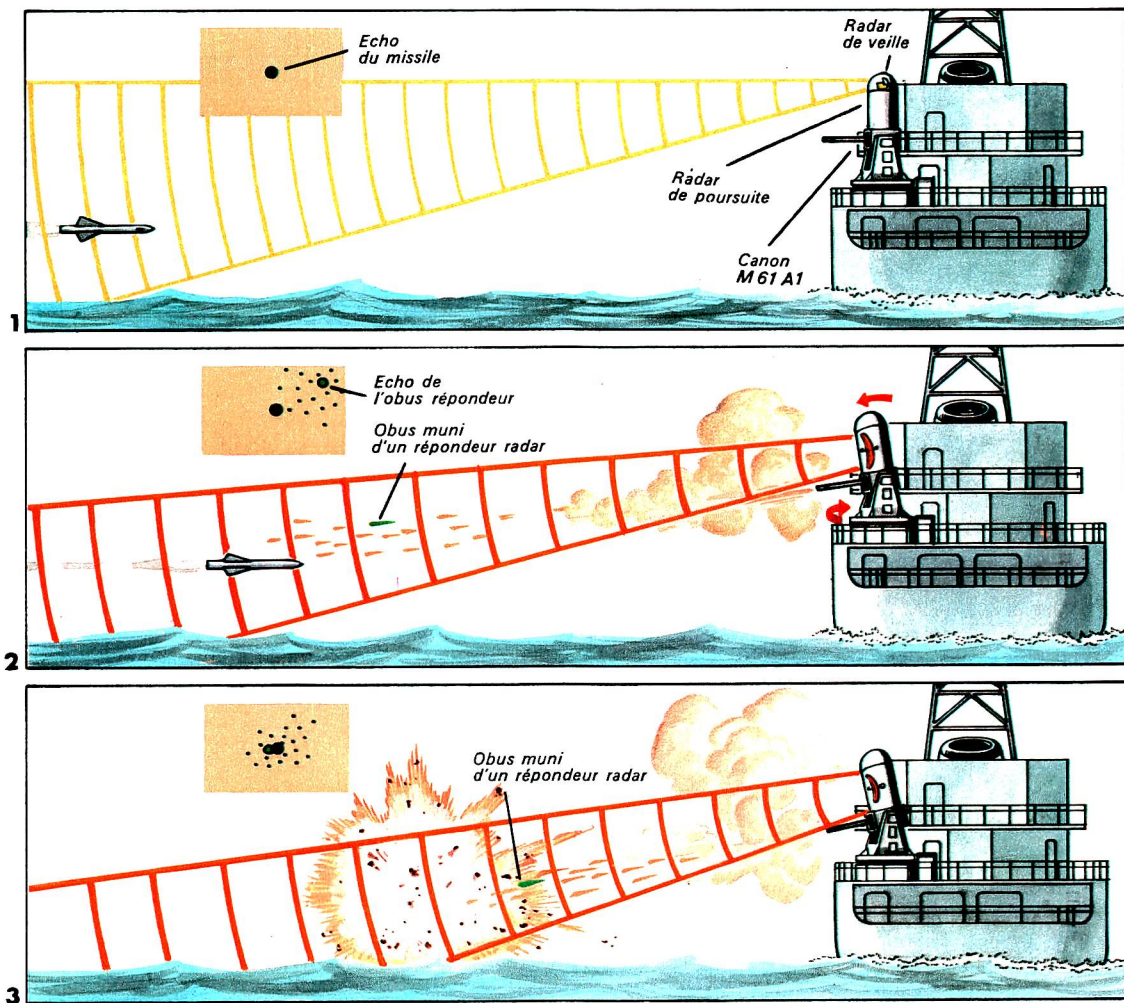
navire, mais pour l'ensemble des états-majors il a surtout montré, si besoin était, à quel point il existe un déséquilibre entre un avion équipé de missiles et un navire sans protection aérienne.

Ce n'est en effet que pendant les quelques secondes où l'avion ennemi effectue sa désignation d'objectif qu'une détection par le navire est possible. En admettant que l'avion ait été repéré, il se trouve alors hors de portée de l'armement du navire ; pour ce dernier, il ne reste plus qu'à détecter le missile tiré par l'avion. Au

mieux, le radar de surveillance aérienne du navire pourra "voir" le missile à une vingtaine de kilomètres de distance, mais, dans la pratique, c'est dans les dernier kilomètres qu'il le perçoit, c'est-à-dire dix à vingt secondes avant l'impact. A ce moment, l'autodirecteur du missile est en émission, et les divers moyens d'écoute du navire ne peuvent manquer de le percevoir.

Dans ces conditions un navire isolé n'a pas beaucoup de chances de survie. De son côté,

(suite du texte page 86)





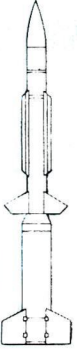
MILLE OBUS POUR ABATTRE UN MISSILE

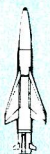





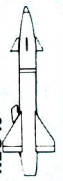


L'une des ultimes protections contre les missiles anti-navires est le système Phalanx installé sur les bâtiments de l'US Navy. Il s'agit d'un canon à 6 tubes capable de tirer 1000 obus de 20 mm en 20 secondes. En 1, le radar de veille associé au Phalanx a détecté l'arrivée du missile (cône de détection en jaune). Le radar localisera donc son écho, que nous présentons ici sous la forme d'un point noir sur un écran. A ce moment-là le radar de poursuite prend le relais (2, cône de détection en orange) et commence à enclencher le tir lorsque le missile est à environ 1800 mètres du navire. Certains des obus qu'il lance (en vert) sont munis de

répondeurs radars et permettent de corriger le tir en calculant l'écart entre la cible et la rafale d'obus (sur l'écran, l'écho de l'obus répondeur est en vert et l'écho du missile en noir). Le cas de figure est heureux puisque le missile a été touché par les obus (3 — sur l'écran l'écho de l'obus répondeur et l'écho du missile sont en contact). Selon le constructeur, le système Phalanx est capable de détruire cinq missiles à la fois. Selon d'autres sources, son efficacité semble moins évidente mais, comme il n'y a pas pléthore de moyens en matière de protection des navires contre les missiles, c'est certainement mieux que rien...









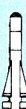
LA PANOPLIE DES MISSILES DE LA GUERRE NAVALE


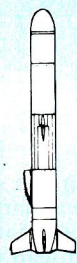





Ce tableau énumère une grande partie des missiles utilisés dans les différentes marines du monde, avec leurs spécifications. Il est évidemment difficile de connaître leurs caractéristiques exactes, aussi s'agit-il ici essentiellement d'estimations. Par ailleurs, la liste des pays utilisateurs étant généralement tenue secrète, celle que nous donnons ici n'est pas exhaustive. Enfin, la vitesse des missiles a été donnée en nombre de Mach : ce nombre mesure le rapport de la vitesse du missile à la vitesse du son dans un fluide (eau, atmosphère...). Par exemple, Mach 1 correspondra à une vitesse de 1055 km/h à 10000 mètres d'altitude et - 60°C, ou à 1235 km/h à basse altitude et + 20°C.

Nom	Constructeur	Vitesse (en nom- bre de Mach)	Portée (en kilomè- tres)	Mode de propulsion	Mode de guidage	Charge explosive (kilos)	Pays utilisateurs (liste non exhaustive)	Commentaires
EXOCET MM 38 AM 39 MM 40 	Aérospatiale	0,93	42 à 70	Fusées à poudre	Navigation inertielle puis guidage par autodirecteur actif	165	France Argentine Belgique Brésil Brunei Chili Équateur R.F.A. Grèce Malaisie Maroc Sultanat d'Oman Pérou Angleterre Afrique du Sud Mexique Nigeria Tunisie Abou Dhabi Qatar Irak Colombie Corée du Sud Indonésie Thaïlande	Vendu à plus de 2000 exemplaires. Attaque au ras de l'eau
OTOMAT 	Matra	0,9	180	Turbo- réacteur	Navigation inertielle puis autodirecteur actif	200	Égypte Italie Libye Niger Pérou Venezuela Arabie saoudite	Modes d'attaque : pliqué ou ras de l'eau. Environ 700 exemplaires vendus selon Matra (200 suivant d'autres sources sans tenir compte des versions similaires du type Teseo).
MASURCA 	Matra	3	50	Fusées à poudre	Autodirecteur actif	100	France	Missile surface-air pour la lutte contre avions à haute altitude
CROTALE NAVAL	Matra	1,2	Supérieure à 16	Fusées à poudre	Radiocommande + fusée infrarouge de proximité	15	France	Missile mer-air ; défense contre avions à basse altitude et éventuellement contre missiles

AS 30 LASER 	Aérospatiale	1	20	Fusées à poudre	Navigation inertielle + autodirecteur actif	240	France	Missile air-surface tiré sur une cible éclairée par le laser de l'avion
AS 15 TT 	Aérospatiale	0,9	15	Fusées à poudre	Télécommande	30	Arabie saoudite	Monté sur hélicoptère
MARTEL AS 37 	British Aerospace Matra	0,9	60	Fusées à poudre	Navigation préprogrammée + autodirecteur passif ou télécommande		France Angleterre	Missile anti-radar
ANS	Aérospatiale Messerschmitt	3	180	Stato-réacteur	Navigation inertielle puis autodirecteur actif couplé à un détecteur infrarouge passif			Missile anti-navire (en projet, futur successeur de l'Exocet)
SAN		Supérieur à 2		Fusées à poudre	Télécommande			Projet français de missile anti-missile. Aérospatiale et Matra sont en compétition pour le réaliser
ASM 1	Mitsubishi	1	50	Fusées à poudre	Navigation inertielle + autodirecteur actif	200	Japon	Projet de missile anti-navire
KORMORAN 	Messerschmitt	0,95	40	Fusées à poudre	Navigation inertielle + autodirecteur passif ou actif	160	R.F.A.	Equivalent allemand de l'Exocet. Autodirecteur moins performant.
GABRIEL MK III 	Israël	0,7	36	Fusées à poudre	Navigation inertielle + autodirecteur actif	150	Israël Afrique du Sud Singapour Taiwan Argentine Malaisie	Version déjà assez ancienne des missiles anti-navires
RB 08 A 	Saab (Suède)	0,8	50	Turbo-réacteur	Navigation préprogrammée + autodirecteur actif		Suède	
RB 15 	Saab	0,8	80	Turbo-réacteur	Navigation inertielle + autodirecteur actif		Suède	Projet en cours : équivalent de la technologie Exocet
PENGUIN MK 2 	Kongsberg (Norvège)	0,8	30	Fusées à poudre	Navigation inertielle + autodirecteur passif	120	Norvège Turquie Suède Grèce	
PENGUIN MK 3			50					
SEA KILLER 	Sistel (Italie)	1	25	Fusées à poudre	Radiocommande	70	Iran	Vieux système

LA PANOPLIE DES MISSILES DE LA GUERRE NAVALE (suite)

SEA CAT 	British Aerospace	0,9	5,5	Fusées à poudre	Alignement radar	Angleterre Argentine Australie Brésil Chili R.F.A. Inde Iran Libye Malaisie Hollande Nouvelle-Zélande Suède Thaïlande Venezuela Mexique Nigeria Tanzanie	Vieux système : missile anti-aérien
SEASLUG 	British Aerospace	1,8	45	Fusées à poudre	Alignement radar	Angleterre	
SEA DART 	British Aerospace	1,2	30	Stato-réacteur	Autodirecteur semi-actif	Angleterre	Anti-aérien
SEA WOLF 	British Aerospace	2		Fusées à poudre	Alignement radar	Royal Navy	Un des rares systèmes ayant des capacités anti-missiles
SEA SKUA 	British Aerospace	0,8	15	Fusées à poudre	Navigation inertielle + autodirecteur actif	Royal Navy	Monté sur hélicoptère, concurrent de l'AS 15 TT
SEA EAGLE 	British Aerospace	0,9	100	Turbo-réacteur	Navigation inertielle + autodirecteur actif	Royal Navy	Dans la lignée de l'Exocet
SEA SPARROW 	Raytheon (Canada)	3,5	10	Fusées à poudre	Autodirecteur semi-actif	US Navy et pays de l'OTAN	Système de défense anti-missile
SHRIKE 	Texas Instruments	2	16	Fusées à poudre	Autodirecteur passif	US Navy	Missile anti-radar
NAVY MAVERICK 	Hughes			Fusées à poudre	Télécommande optique	US Navy	En cours de réalisation : l'opérateur voit sur un écran l'image donnée par une caméra située dans la tête du missile
TALOS	Bendix (U.S.A.)	2,5	120	Stato-réacteur	Alignement radar + autodirecteur semi-actif	US Navy	

	Plus de 2000 exemplaires vendus. Ce missile est le concurrent direct de l'Exocet	Australie Danemark Israël Japon Hollande Arabie saoudite Corée du Sud Espagne Turquie Angleterre R.F.A. Iran Indonésie	150	Navigation inertielle + autodirecteur actif	Turbo-réacteur	110	0,9	Mac Donnell Douglas	
	Version marine du Cruise missile	US Navy		Navigation inertielle + autodirecteur actif	Turbo-réacteur	450	0,7	General Dynamics (U.S.A)	
		US Navy Australie France Iran Italie Japon Hollande Espagne R.F.A.		Navigation inertielle semi-actif	Fusées à poudre		2	General Dynamics	
	A l'origine des programmes de missiles mer-mer dans les marines occidentales	U.R.S.S. Egypte Inde Algérie Bulgarie Cuba Ethiopie Finlande Irak Corée du Nord Libye Pologne Roumanie Somalie Syrie Yémen du Sud Vietnam Yougoslavie Chine	400 450	Radiocommande + autodirecteur radar actif ou passif	Fusées à poudre	40 80	0,9	U.R.S.S.	
	Équivalent du Tomahawk	U.R.S.S.		Navigation inertielle avec désignation de cible par satellite ou avion + autodirecteur actif	Fusées à poudre	500	Supérieur à 2,5	U.R.S.S.	
		U.R.S.S.	90	Autodirecteur semi-actif	Stato-réacteur	60	6	U.R.S.S.	
	Système déjà ancien	U.R.S.S.	1 000	Alignement radar + autodirecteur infrarouge		180	1	U.R.S.S.	

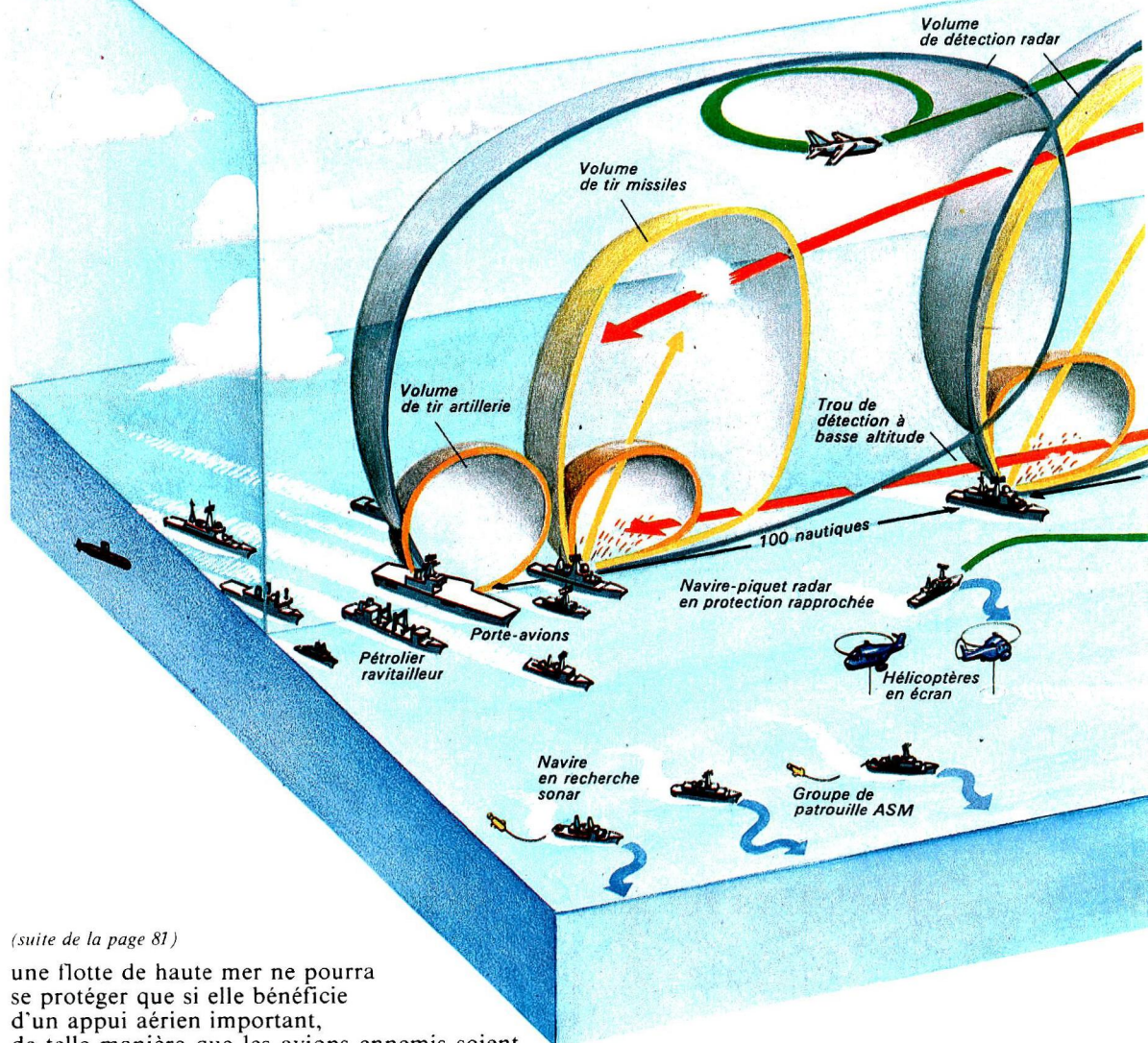
UN EXEMPLE DE FORCE NAVALE EN DISPOSITIF DE LUTTE ANTI-AÉRIENNE

Il n'y a pas une disposition typique d'une force navale moyenne mais, comme aux échecs, toute une gamme d'ouvertures et de défenses. Le dispositif sera avant tout déterminé par la mission de la force navale, les moyens dont elle dispose, la météo, la nature de la menace, etc. Par exemple, si la menace est sous-marine les éléments de la force seront plutôt groupés, alors qu'ils seront plutôt dispersés si la menace est aérienne. Dans ce dernier cas, le dispo-

sitif sera déterminé en fonction de la zone d'attaque ennemie, c'est-à-dire en fonction du rayon d'action des avions et missiles ennemis.

Le dessin ci-dessous représente, succinctement, un dispositif de lutte anti-aérienne. Le cœur de la force navale est représenté sur la gauche avec un porte-avions et des navires de soutien logistique autour desquels sont répartis des navires lance-missiles (BLM) et un groupe de lutte anti-sous-marine (ASM) dans une zone s'étalant sur environ 10 nautiques (1 nautique = 1853 mètres). Une vue en coupe de l'espace aérien montre en gris la zone de détection radar des navires, en jaune la zone de tir missiles et en orange la zone de tir artillerie.

Dans une zone située entre 50 et 150 nautiques, un ou une série de BLM font office de piquets radar rapprochés. Ces navires permettent d'assurer une



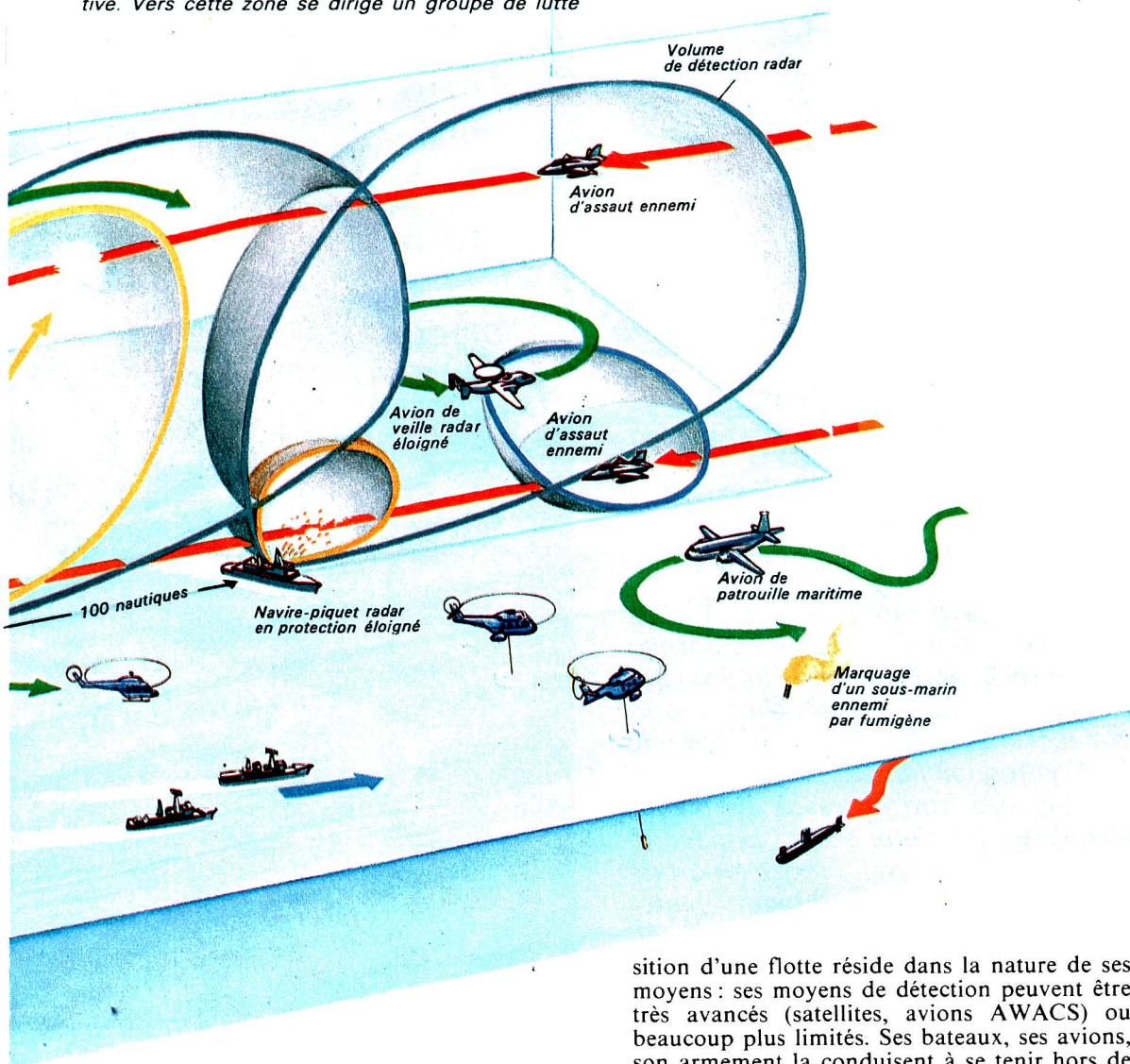
(suite de la page 81)

une flotte de haute mer ne pourra se protéger que si elle bénéficie d'un appui aérien important, de telle manière que les avions ennemis soient interceptés avant d'être en mesure de tirer leurs missiles. Cela implique un volume d'auto-défense beaucoup plus étendue qu'autrefois, articulé autour d'un ou de plusieurs porte-avions. Bien évidemment, la manière de disposer les unités d'une flotte dépendra de divers facteurs.

Tout d'abord, la nature de sa mission : simple démonstration de force au large d'un pays, protection d'une zone sous-marine économiquement importante, défense d'un territoire lointain, etc. Cette disposition dépend ensuite de la

couverture aérienne à basse altitude et servent de point de filtrage pour la chasse embarquée sur le porte-avions. Enfin, dans une zone située à environ 200 nautiques du porte-avions, 1 BLM joue le rôle de piquet radar éloigné. Joint à des avions de veille radar éloignée, ce navire permet une extension suffisante pour que la protection de la flotte soit assurée. Sur la droite du dessin, un avion de patrouille maritime a détecté un sous-marin ennemi et largué un fumigène pour marquer sa position approximative. Vers cette zone se dirige un groupe de lutte

anti-sous-marine (hélicoptères et navires). Toujours sur la droite, dans la vue en coupe de l'espace aérien, un avion d'assaut ennemi se dirige, à haute altitude, vers le centre de la flotte, alors qu'un avion d'interception (sur la gauche) a décollé du porte-avions pour aller à sa rencontre. Un autre avion ennemi attaque à basse altitude, en profitant autant que faire se peut des trous existant dans la couverture aérienne à basse altitude.



nature de la menace et, dans le cas qui nous intéresse, c'est-à-dire quand la menace est aérienne, du rayon d'action des avions et des missiles ennemis. En tenant compte de la distance à laquelle se trouvent les bases ou les porte-avions ennemis et de la possibilité d'un ravitaillement en vol, on peut prévoir un cône d'attaque (ou même un cube si les avions peuvent venir de toutes les directions).

Un autre facteur déterminant pour la compo-

sition d'une flotte réside dans la nature de ses moyens : ses moyens de détection peuvent être très avancés (satellites, avions AWACS) ou beaucoup plus limités. Ses bateaux, ses avions, son armement la conduisent à se tenir hors de portée de l'adversaire en cas d'avantage de distance de frappe, à se rapprocher au contraire en cas d'infériorité de portée. De plus, ses mouvements seront faits à grande vitesse, de préférence après le passage des satellites espions, afin de conserver sa position secrète pendant quelques heures. Enfin, la météo joue un rôle non négligeable, car si la mer est formée et s'il y a un fort vent, les radars verront en général moins bien au vent que sous le vent ; par contre si le temps est beau, les portées radar seront

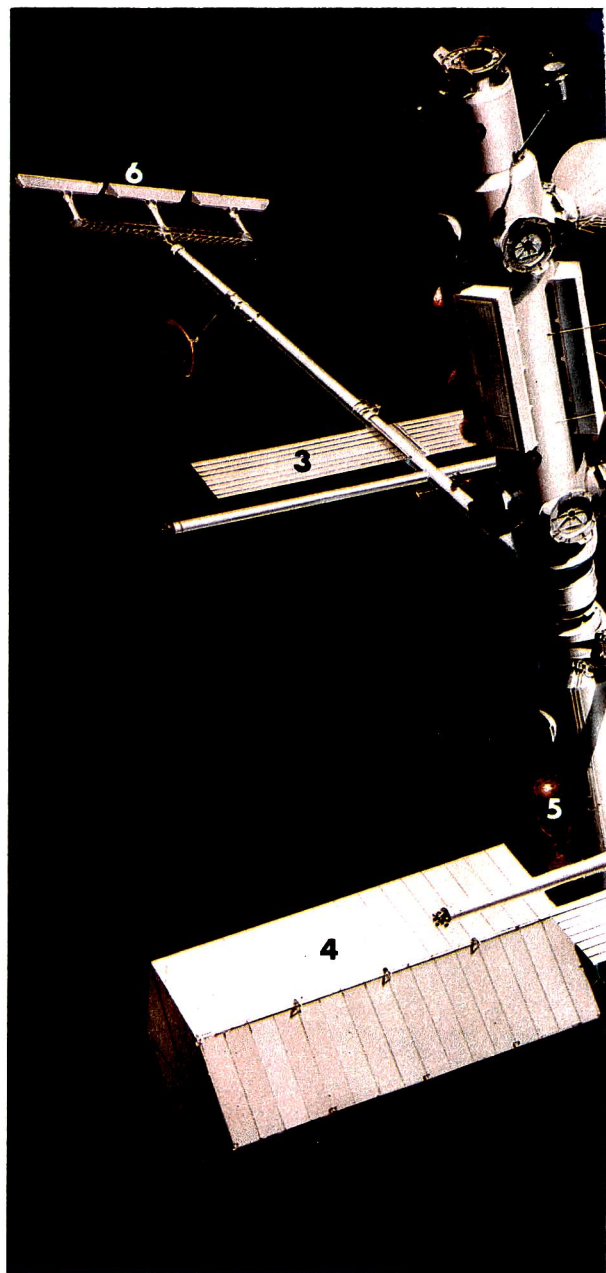
(suite du texte page 118)

Reagan crée dans l'espace le 54^e État américain

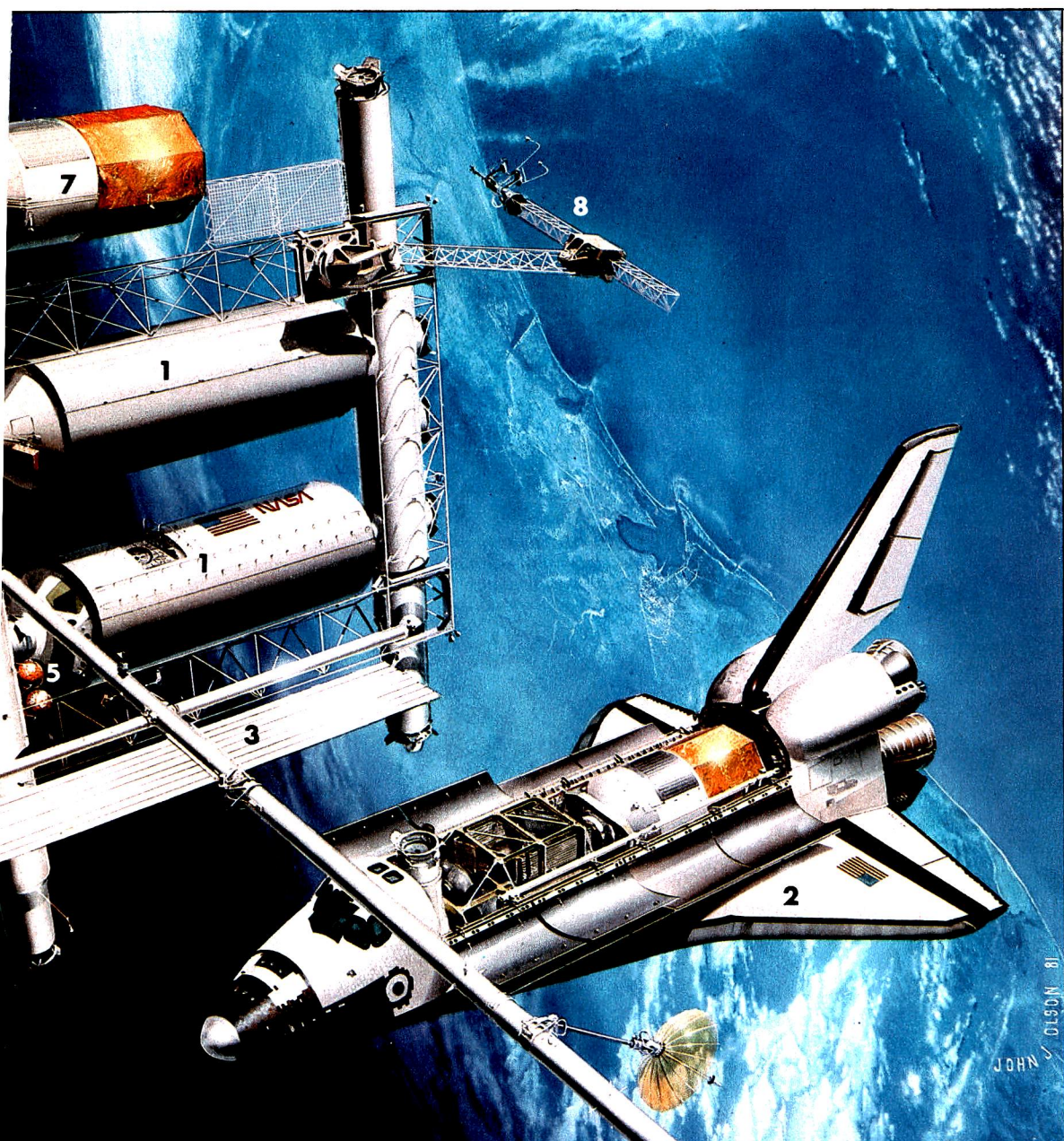
A partir de l'automne, les Russes vont occuper en permanence l'orbite terrestre à bord de leur station Saliout. Dès 1984, ils devraient commencer l'assemblage d'une grande station modulaire. Les Américains ne veulent pas être en reste. Ils disposent d'un précieux atout : la navette spatiale, qui pourrait mettre en orbite les éléments d'une grande plateforme céleste. Le projet est prêt. Reagan n'attend plus que le feu vert du Sénat.

■ Depuis quelques mois, la NASA assiège le Congrès et la Maison Blanche car elle veut le feu vert pour un grand programme de station orbitale. Il y a plusieurs raisons à cela.

D'abord, la navette spatiale va être déclarée opérationnelle dans quelques jours. Dossier clos : il n'y aura alors plus de grande projet spatial en cours aux États-Unis. La station permanente, elle, apparaît comme le complément logique de la navette, celle-ci n'étant jamais, par définition, qu'un véhicule destiné à effectuer des liaisons entre la Terre et une base dans l'es-



La NASA vient d'agréer le projet SOC (Space Operation Center) de station orbitale à usage civil et militaire conçu par Boeing. Si le président des États-Unis donne son accord pour la réalisation d'un tel projet, c'est cette station qui sera réalisée dans les années à venir. Chaque module, de la taille d'une grande caravane de camping, serait lancé par la navette spatiale. Les deux modules d'habitation (1) sont prévus pour huit personnes. Ils comprennent une salle de séjour, une cuisine, un poste de commande, de contrôle et d'observation, une infirmerie et des chambres, ainsi que les compartiments de stockage de l'eau, des vivres, du matériel et de l'hydrazine.

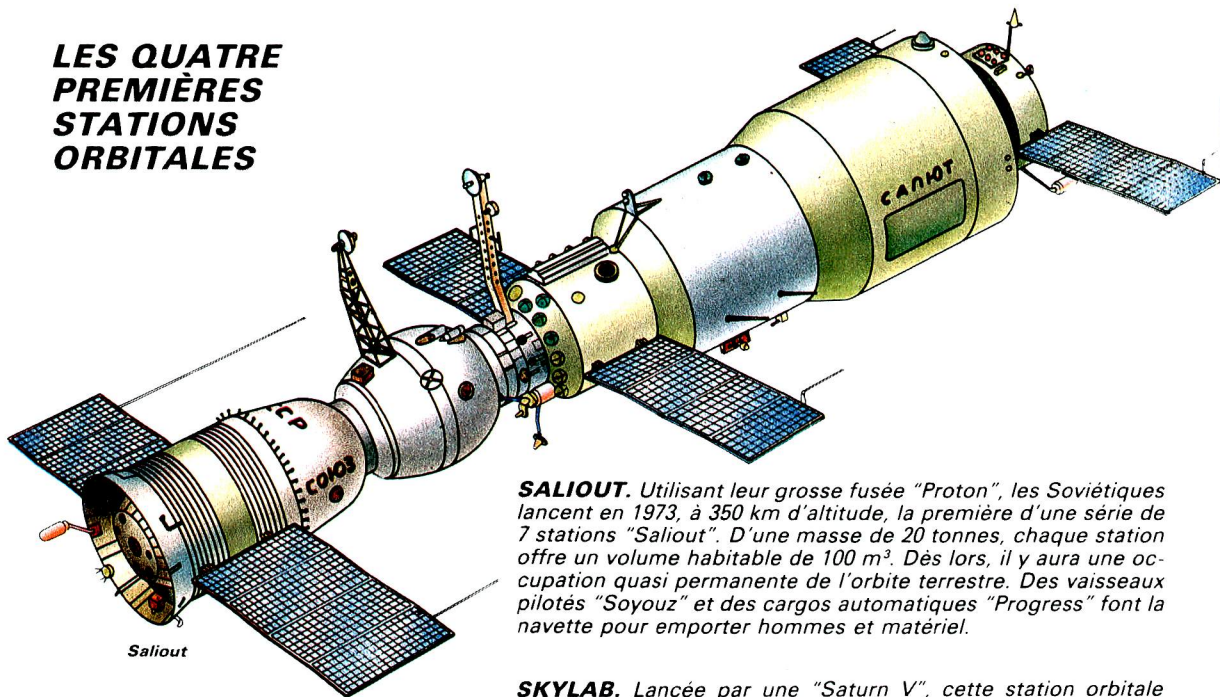


Les autres éléments prévus par Boeing sont les suivants : la navette spatiale pour apporter équipage et matériel (2) ; un radiateur plat pour évacuer la chaleur dégagée par les systèmes de la station (3) ; un hangar hexagonal pour les remorqueurs spatiaux qui mettront les satellites sur orbite (4) ; des cylindres contenant les réserves de carburant, les batteries et les piles à combustible, ainsi que les réservoirs d'oxygène et d'azote nécessaires à la climatisation de la station (5) ; des panneaux solaires disposés au bout d'une longue poutrelle qui fournissent l'énergie nécessaire à la station (6) ; un petit entrepôt partiellement recouvert d'une protection thermique qui sert de réserve pour les produits et

les denrées périssables (hydrazine, eau, nourriture, etc.) nécessaires aux occupants de la station (7) ; une grue pour la manipulation des engins spatiaux (8) ; un module tubulaire utilisé pour l'arrimage des vaisseaux spatiaux, ou celui d'autres modules semblables pour agrandir la station (9).

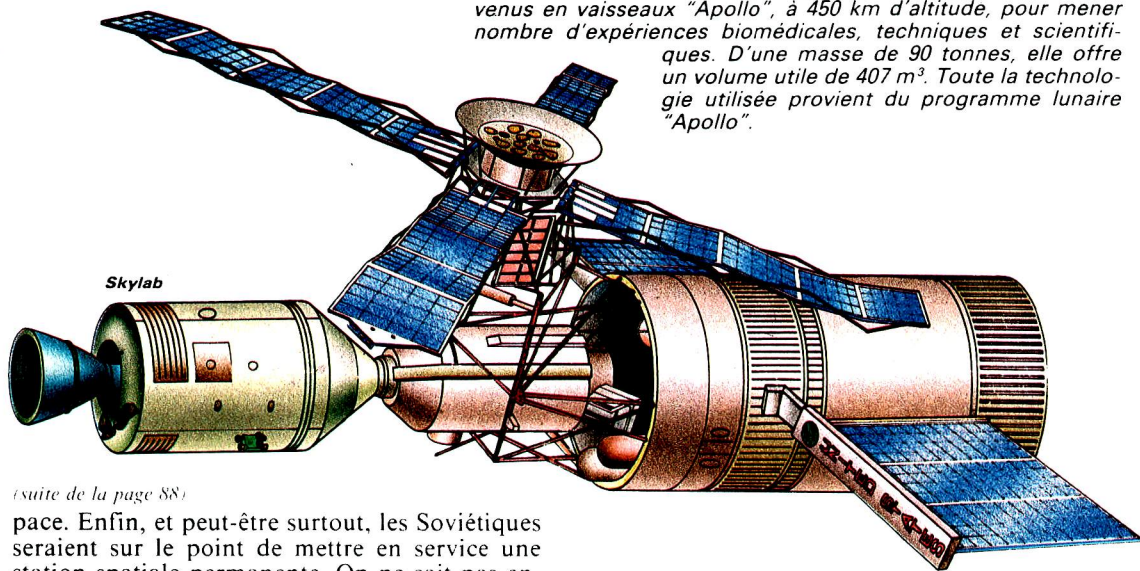
De conception évolutive, cette station pourrait être placée en orbite entre 350 et 400 kilomètres d'altitude et servir de dépôt pour les satellites artificiels apportés par la navette, qui seront ensuite transportés sur leur bonne orbite par les petits vaisseaux de transfert basés en 4. La station serait habitée en permanence par un équipage relevé tous les 90 jours (voir p. 10).

LES QUATRE PREMIÈRES STATIONS ORBITALES



SALIOUT. Utilisant leur grosse fusée "Proton", les Soviétiques lancent en 1973, à 350 km d'altitude, la première d'une série de 7 stations "Saliout". D'une masse de 20 tonnes, chaque station offre un volume habitable de 100 m³. Dès lors, il y aura une occupation quasi permanente de l'orbite terrestre. Des vaisseaux pilotés "Soyouz" et des cargos automatiques "Progress" font la navette pour emporter hommes et matériel.

SKYLAB. Lancée par une "Saturn V", cette station orbitale reçoit la même année et en 1974, trois équipages d'astronautes venus en vaisseaux "Apollo", à 450 km d'altitude, pour mener nombre d'expériences biomédicales, techniques et scientifiques. D'une masse de 90 tonnes, elle offre un volume utile de 407 m³. Toute la technologie utilisée provient du programme lunaire "Apollo".



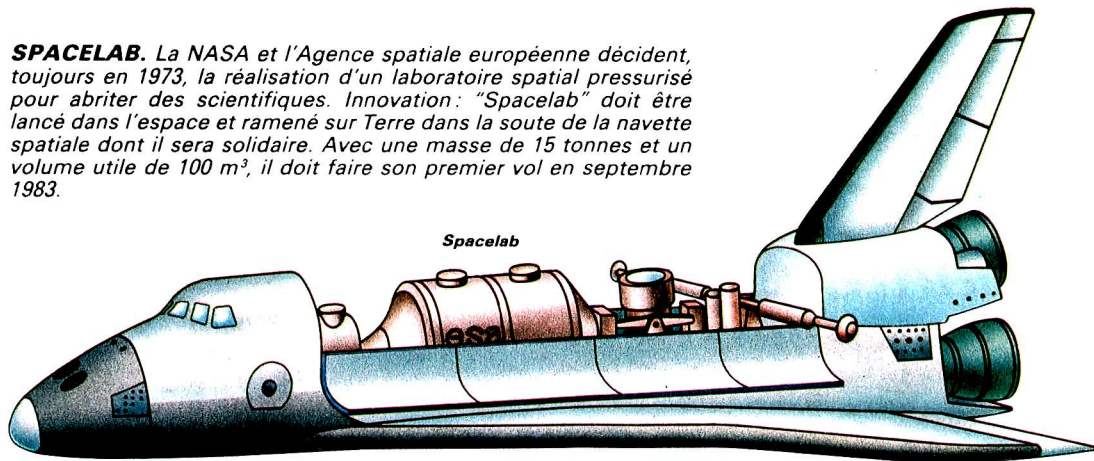
(suite de la page 88)

pace. Enfin, et peut-être surtout, les Soviétiques seraient sur le point de mettre en service une station spatiale permanente. On ne sait pas encore si *Saliout 7*, lancée le 19 avril dernier, en est le maillon principal, ou si elle constitue l'ultime répétition avant l'assemblage d'une plateforme modulaire entièrement nouvelle, mais il est certain que cette réalisation est très proche.

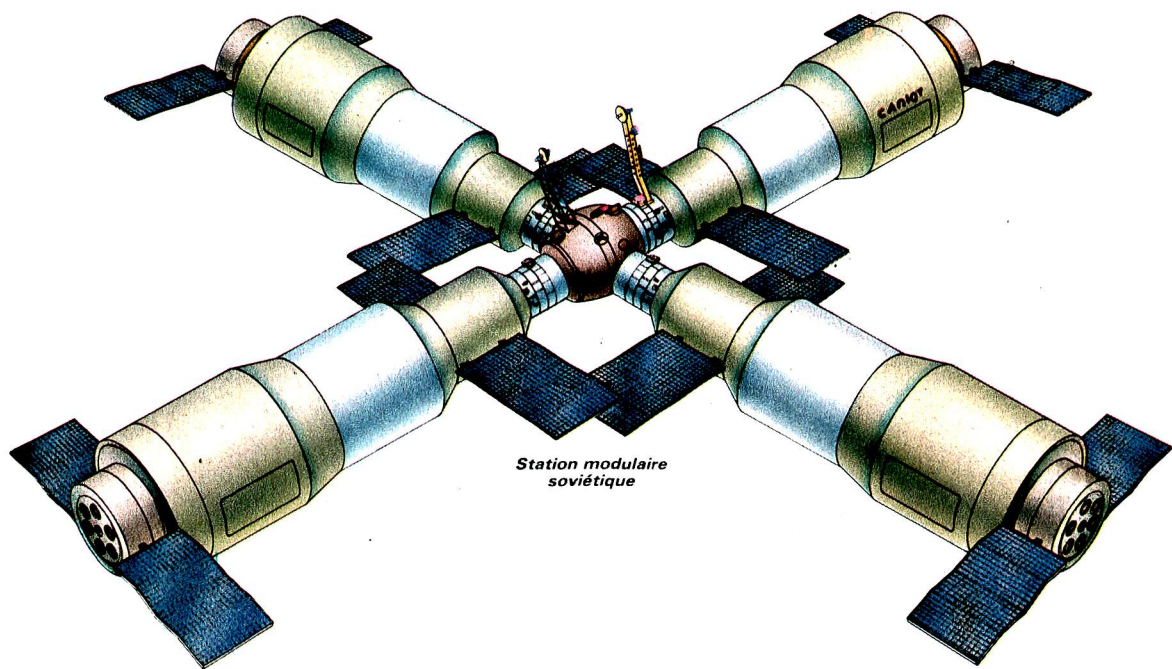
Les déclarations en ce sens, d'ailleurs, ne manquent pas. Voici juste un an, le 17 juin 1981, Léonid Brejnev lui-même, en décorant Savinyk et Kovalenok, les cosmonautes du *Soyouz T-4*, après leur vol de 75 jours, déclarait que l'URSS allait mettre en place des complexes orbitaux scientifiques à fonctionnement permanent, dont les équipages seront renouvelés. Deux jours plus tard, *Cosmos 1267*, en orbite depuis deux mois déjà, s'amarrait à *Saliout*

6, désormais inoccupé, comme pour répéter la procédure de jonction de deux grosses stations. *Cosmos 1267*, en effet, s'avéra être de caractéristiques semblables au *Saliout*, et c'est ainsi un train spatial de quelque 38 tonnes qui fut constitué; il tourne toujours à l'heure actuelle. Puis le 24 juin, dans une interview à l'agence Tass, le cosmonaute Konstantin Feoktistov précisa que la future station soviétique serait modulaire, avec des modules spécialisés chacun dans un domaine particulier, confirmant que le tandem *Saliout 6* - *Cosmos 1267* préfigurait bien une telle réalisation. En septembre, enfin, le général Vladimir Chatalov, chef du corps des cosmonautes et lui-même ancien cosmonaute, déclara

SPACELAB. La NASA et l'Agence spatiale européenne décident, toujours en 1973, la réalisation d'un laboratoire spatial pressurisé pour abriter des scientifiques. Innovation: "Spacelab" doit être lancé dans l'espace et ramené sur Terre dans la soute de la navette spatiale dont il sera solidaire. Avec une masse de 15 tonnes et un volume utile de 100 m³, il doit faire son premier vol en septembre 1983.



LA GRANDE STATION MODULAIRE SOVIÉTIQUE. Le 19 juin 1981, le satellite Cosmos 1297 (20 tonnes) s'amarrait à la station "Saliout 6". Cet événement a été interprété comme la répétition générale de l'assemblage modulaire (dont on voit un exemple de configuration ci-dessous) disposant de modules ayant des fonctions spécialisées, que les Soviétiques pourraient lancer à partir de 1984. Les grosses fusées en préparation devraient permettre de lancer des modules encore plus gros dans l'avenir.



rait dans un article de la revue des forces aériennes qu'il faudrait encore un peu plus d'un an avant d'en arriver à l'exploitation permanente, 24 heures sur 24, d'une station orbitale. Ce qui nous mène à cet automne...

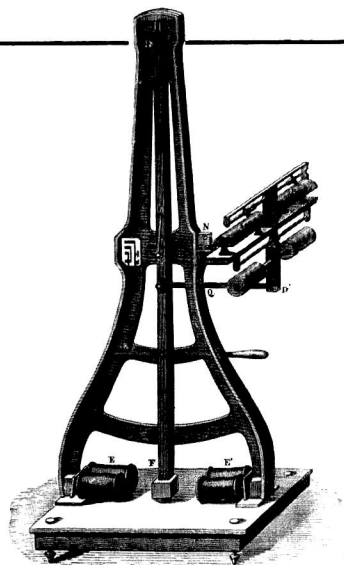
Toutefois, si la fusée D-1 (ou "lance-Proton"), qui est actuellement la plus puissante de l'arsenal spatial soviétique, permet d'assembler en quatre vols seulement un complexe de 80 tonnes, équivalent du *Skylab* américain, il serait encore plus intéressant de satelliser d'emblée des modules beaucoup plus importants que le *Saliout* actuel. Il serait alors possible d'envisager une station de plusieurs centaines de tonnes, tout à fait dans la lignée des prévisions que

Tsiolkovsky, le précurseur de l'astronautique, avait faites au début de ce siècle. Or, il semble bien que la super-fusée correspondante existe en URSS...

Interrogés lors de conférences spatiales internationales, les responsables soviétiques en ont toujours nié l'existence ou, dans le meilleur des cas, admis qu'elle se trouvait juste à l'étude. Quoi qu'il en soit, les spécialistes occidentaux disposent de suffisamment d'éléments pour y croire. On en fit mention pour la première fois en 1968, lorsque les satellites de reconnaissance américains photographièrent dans le secteur nord-ouest de la base de Tyuratam, sur sa plateforme, une fusée de forme et de taille inhabi-

(suite du texte page 155)

Voyage au palais de la préscience : le pantélégraphe de Caselli



A Paris, le Musée national des techniques (MNT) recèle une multitude d'inventions, simples ou complexes, amusantes ou savantes qui, pour certaines, ont été déterminantes dans l'histoire de la science, voire l'Histoire tout court. Quelles sont-elles ? Qui furent ces génies oubliés ? Qu'ont-ils fait ? Comment leur intuition prit forme ? Pierre Courbier se propose de nous le dire dans cette nouvelle rubrique.

■ J'étais seul, l'autre soir, devant le fardier de Cugnot(!)... Enfin, presque seul sous les voûtes élancées et vénérables de la ci-devant église St-Martin-des-Champs... Quelques visiteurs erraient dans la lumière glauque tombant des verrières gothiques. Le pendule de Foucault, suspendu à une croisée d'ogives, poursuivait ses oscillations synchrones. A chacun de ses passages, il rongait un peu plus son anneau de sable démontrant inlassablement que l'abside, le troisième arrondissement, Paris, la France et la Terre tournaient sans relâche. Les chevaux de bois de ce prodigieux manège prenaient la forme d'un troupeau de véhicules préhistoriques dont les cuirs et les cuivres luisaient dans la pénombre.

Alors que je m'apprêtais à quitter cette salle, j'avisai le tricycle de Félix Millet dont la roue avant m'enchantait. Sans prétendre à l'universalité d'un couteau suisse, elle assumait néanmoins trois fonctions : la direction, ce qui est banal, la traction et la suspension, ce qui est plus rare. Tandis que j'admirais les cylindres en étoile, on m'apprit incidemment que cet objet impossible avait inspiré la NASA et servi de modèle à la jeep lunaire ! Les ressorts amortisseurs qui séparaient le moteur de la jante avaient fait merveille sur les rocs et dans la poussière sélènes ! Je tenais mon projet, énonçable, enfin...

Qui... faire renaître les idées avortées, extraire les fossiles enfouis dans les couches géologiques du passé technique. J'en étais persuadé : les œuvres magistrales qui m'entouraient cachaient des gemmes bizarres, égarées par les poètes maudits de l'invention dans les strates du progrès. La roue à ressorts du tricycle de Millet, inutilement compliquée avait vu son destin s'accomplir au bord d'un cirque lunaire. Quel triomphe posthume pour son inventeur. Il voulait améliorer la voiturette à pétrole, son idée fut propulsée dans les étoiles !

Comme Darwin observant ses pinsons sous le chaud soleil des îles Galapagos, l'analogie s'imposait... Le mutant, par qui le progrès arrive, c'était la draisiennette. Cet engin, brusquement apparu en 1816, naquit dans le cerveau inventif du baron Drais, de l'accouplement hypothétique du cerceau et de la roue de charette ! On peut conjecturer que le baron, heureux d'avoir créé un nouveau jouet, estima son œuvre accomplie et ne prit pas la peine de rendre la roue avant directrice. Je le vois s'esclaffant devant les chutes des belles coureuses en crinoline s'étalant dans l'herbe...

Mais Drais avait déclenché sans le vouloir d'obscur forces : La "pression de sélection" était à l'œuvre. Elle se manifesta sous la forme d'une invention capitale : le guidon. Grâce à lui l'obstacle n'était plus inéluctable ; on citait même d'héroïques cyclistes qui avaient parcouru un hectomètre sans toucher le sol de leurs pieds !

(1) Joseph Cugnot (1725-1804), constructeur de la première voiture automobile à vapeur (1770) et d'un second modèle plus important, le "fardier".

Enfin la pédale vint... Il parut évident de la rendre solidaire de la roue avant. La solution était simple et même élégante. Seulement, voilà, elle ne convenait pas à l'anatomie de l'homme. Si l'on voulait persister, — et l'on persista — il fallait agrandir considérablement cette roue avant. L'hypertélie(?) était en route et aboutit à cette impasse technologique plus connue sous le nom de "Grand-Bi". Il est probable que celui qui pensa à rendre la roue arrière motrice et fut, par conséquent, obligé d'inventer le pédalier et la transmission, n'eût pas conscience de se plier aux lois de l'évolution des espèces technologiques. En tous cas, il fixa le genre "vélocipédus".

Mais cela n'est discernable qu'après coup. La bête de course actuelle, rutilante sous ses fins boyaux, si légère, a laissé derrière elle une collection d'essais et d'erreurs... Ces fossiles alignés sous les voûtes.

A quelques pas de là, mais toujours sous vitrine, m'attendait une machine de rêve. Entrée en 1894 au MNT, elle vaut le détour depuis lors. Elle se présente sous la forme d'un crustacé métallique hérissé d'antennes crênelées, de pinces et de spirales grises. Pour tenter de comprendre son fonctionnement, il faut la dépouiller de tous ses appendices et décrypter le marteau, la pince qui le tient et celle qui fixe la lime que la machine doit façonner... Une profusion de ressorts, de leviers calligraphiés, de crémaillères brouille l'esprit. Tout cela, bien que certainement utile, aboutit à un mélange visuel de lignes courbes emmêlées. Heureusement ce griboillis métallique repose sur un épais socle de chêne qui le rend stable et respectable malgré sa fantaisie débridée.

Les bons contrastes faisant les bons conservateurs, la machine échevelée est proche du tour de Louis XVI. Il semble sorti la veille des ateliers de Mercklein qui le sculptèrent en 1780. Ici tout est luxe, calme et majesté. Le volant royal est supporté par quatre colonnes cannelées. Il est mû par une pédale en bois précieux et entraîne des cames en acier satiné. Mais, si l'on sait que ce roi bricoleur participa à la mise au point de la guillotine, une pensée vous vient aussitôt à l'esprit : ce précieux tour n'aurait-il pas usiné quelque astucieuse pièce qui rendait plus doux le déclin de la Veuve ?

Ces considérations sur les rétroactions historiques nous éloignant malgré tout de notre sujet, il vaut mieux y revenir en évoquant cet Edison de l'antiquité que fut Heron d'Alexandrie (1^{er} siècle de notre ère). On attribue à ce savant ingénieur de nombreux dispositifs utilisant l'eau et la vapeur. Il perfectionna la clepsydre, inventa des fontaines merveilleuses, des auto-

mates et découvrit même les lois de la réflexion de la lumière. Rien n'a subsisté de ses créations originales. Seuls des dessins nous ont été transmis par des moines copistes laborieux, certes, mais ignorant la mécanique. Si bien qu'un véritable travail de détective fut nécessaire pour parvenir à reconstituer quelques-unes de ses œuvres.

C'est le cas de l'éolipyle, exposé à l'état de maquette. Il se présente sous la forme d'un chariot à quatre roues supportant une sphère munie de tuyères coudées par lesquelles s'échappait la vapeur. Bien entendu, un feu devait être entretenu sous la chaudière. Dès que la pression était suffisante, la sphère fixée sur axe disposé diamétralement se mettait à tourner et aurait pu entraîner les roues. On ne sait pas si cette automobile alexandrine a fonctionné ; c'est douteux car le rendement du système est faible mais le principe d'Heron contenait en puissance le moteur à réaction et la turbine.

La salle suivante est consacrée aux énergies douces. Elle devrait être remplie d'une foule d'écologistes passionnés. Ce n'est pas le cas. Il est donc facile d'admirer de grandes maquettes qui voudraient bien vous expliquer les avantages et les inconvénients d'un moulin à cabine ou à toiture tournante. Il en est de même pour les roues à aubes "par en dessus" ou "par en dessous". Malheureusement, la merveille mécanique ne s'appréhende pas comme l'œuvre d'art qui, elle, frappe au cœur directement. Pour vraiment apprécier la première, il faut visiter le musée en apportant sa science avec soi.

Je le constatai en avisant de loin un curieux tromblon en cuivre jaune. En m'approchant je le vis entouré d'ustensiles ménagers qui retraçaient l'histoire de leur art si modeste, mais si utile. Une étiquette précisait : "Aspirateur Birum - 1906". Il fonctionne comme un clystère mais en sens inverse... Monsieur Birum en concevant cette pompe à poussière fut-il influencé par les médecins de Molière ? Ma science ne me le dit pas ! En tout cas, ce tromblon est indiscutablement le trilobite de nos aspirateurs modernes. Sa descendance a envahi la planète, tous les matins elle ronronne dans des millions de foyers.

Tous ces déviants du progrès, qu'ils soient des monstres mort-nés, des systèmes dépassés ou des présciencés géniales, attendaient dans des vitrines ou relégués dans des culs de basse-fosse qu'on vint leur rendre la vie, ne fût-ce que l'espace d'un article ! Il me semblait qu'ils se prêteraient à une description subjective et toléreraient un manque de rigueur scientifique. En les exhumant, au moins rendrai-je un modeste hommage à leurs créateurs.

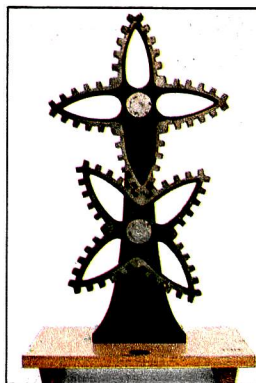
J'en étais là de mes réflexions, lorsqu'un gardien m'interrompt et me fit savoir que la direc-

(2) Hypertélie : résultat nuisible d'une évolution biologique qui dépasse le degré utile. Ex. : les cornes du mégacéros étaient hypertéliques...

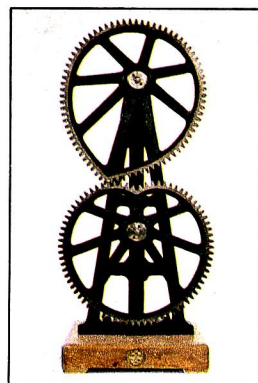
tion du Musée m'accordait un entretien... Je me rendis donc dans le bureau du professeur André Didier à qui incombe la conservation de la caverne et de ses trésors. Je lui exposai mon projet. Son accueil fut compréhensif et chaleureux. Il me proposa une visite impromptue à une machine en cours de mise au point dans une salle interdite au public.

Dès que je vis la "bête jumelle", je compris que l'on m'avait compris et que, de surcroît, l'on approuvait mon initiative... Mais cet engin en deux parties méritait plus que dix lignes hâtives. Je décidai donc d'entamer avec elle, cette série d'articles qui se poursuivra, tantôt dans ce gisement fabuleux, tantôt dans les pages jaunies de grimoires centenaires, tantôt sur un chantier de fouilles à Brive-la-Gaillarde, Pézenas ou Quimper Corentin... Je vous livrerai mes découvertes sans idée directrice car la fantaisie sied parfaitement bien à l'insolite. Et l'insolite est mon sujet...

Dans un angle de l'immense salle vide où m'avait donc conduit le directeur du MNT, deux monstres égrenaient les secondes dans le



Les arcs de spirales logarithmiques dus à Wiesbach : un défi à la pensée grecque qui imposa trop longtemps sa croyance en la divinité du cercle.

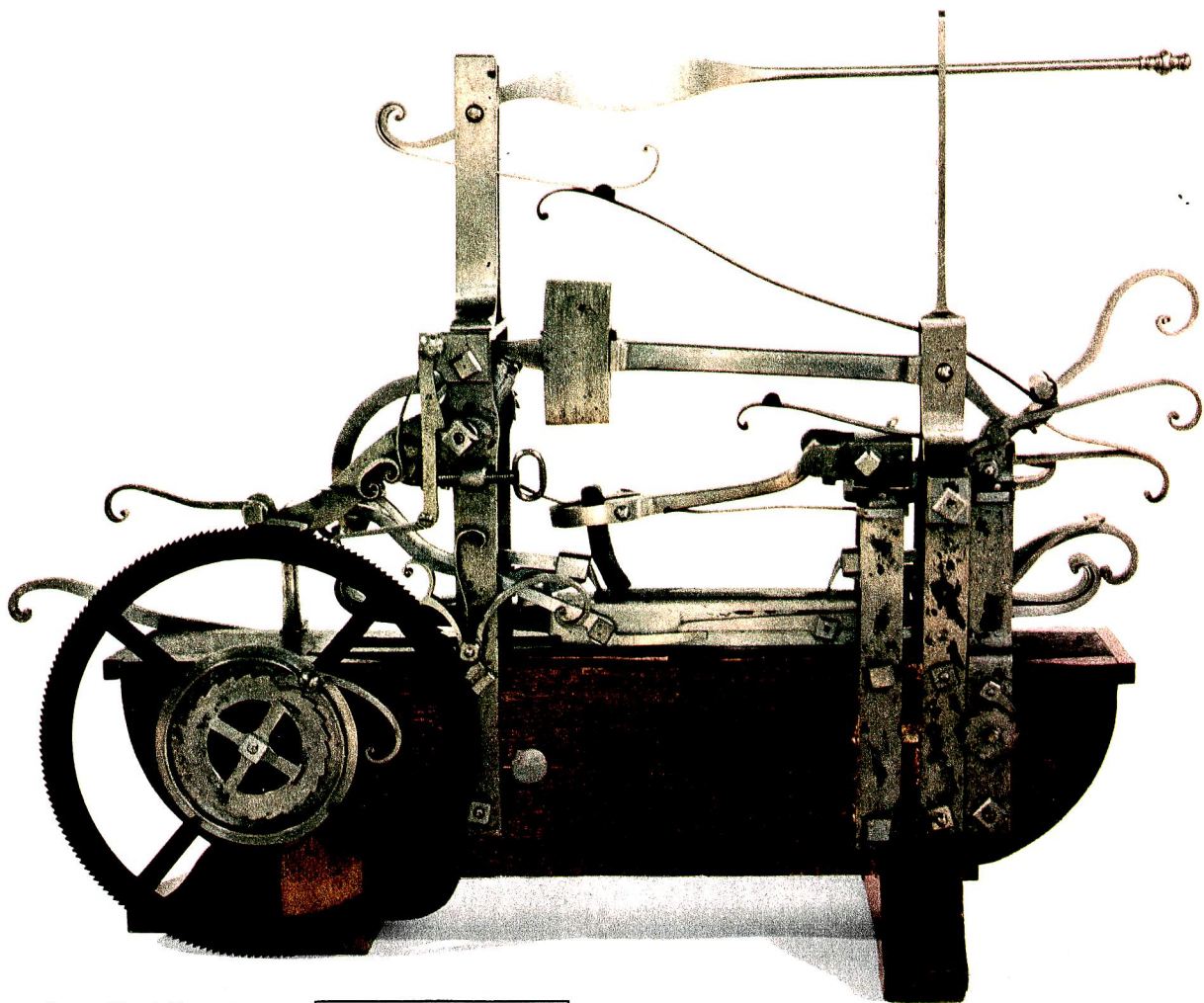


Les engrenages cardioides de J. Schröder, qui calcula comment deux cœurs peuvent s'engrener l'un sur l'autre.



Le tricycle de Millet, qui inspira les chercheurs de la NASA pour concevoir la jeep lunaire.

UN MUSÉE OÙ L'ART ET LA SCIENCE SE CONJUGUENT



*La machine à découper
les limes :
le paradoxe fait machine !
Qui eût pu penser en effet
que cette gracieuse
"calligraphie" métallique
n'avait d'utilité que
de façonner ces petites
lames rigides et sèches
que l'on appelle des limes ?*



*L'aspirateur de Birum,
ou comment
le "détournement"
d'un clystère fut
à l'origine
de la pompe à poussière.*

claquement sec de leurs armatures. L'un de ces dinosaures lisait un dessin, l'autre le reproduisait. Ligne après ligne, une étoile apparaissait au rythme des coups de marteaux de fer doux s'abattant sur les électro-aimants vissés dans le socle de fonte... C'est ainsi que je fus mis en présence des téléphotocopiesuses, modèle 1861, dues au génie certain mais peu connu de M. l'Abbé Caselli.

Tout commence en 1800 avec l'humble superposition de disques de cuivre, de feutre imbibé d'acide et de zinc. La "petite monnaie" empilée par Alessandro, comte Volta, allait ouvrir un champ immense de recherches à une multitude de savants et d'inventeurs. A peine onze ans après, Soemmering proposait le premier télégraphe. Très simple dans sa conception, il souffrait d'une complexité rédhibitoire dans son installation. Jugez plutôt : vingt-six interrupteurs étaient reliés à vingt-six voltmètres par vingt-six

fil, plus un pour le retour du courant...

On disposait ainsi d'un émetteur et d'un récepteur. Il suffisait de fermer le circuit N, par exemple, pour que le voltamètre correspondant se mit à dégager des bulles. Ainsi n'importe quel message pouvait être transmis. Naturellement, il fallait disposer de 27 lignes indépen-

LE CNAM ET LE MNT

C'est le 8 Vendémiaire, an III, que Henri Grégoire présenta à la Convention son projet de création d'un Conservatoire national des arts et métiers (CNAM). C'est entre juillet 1794 et octobre 1795 que cette même Convention lança un train de décrets qui l'instituèrent, en même temps que le Musée des monuments français, l'École polytechnique, l'École normale supérieure, les trois Écoles de médecine, l'École des langues orientales, les Archives nationales. Ce faisant, elle infligeait un démenti cinglant à Coffinhal qui, au Tribunal de salut public, répondit à Lavoisier : « La République n'a pas besoin de savants ! »

Il fallut attendre 1799 pour que le Conservatoire national des arts et métiers⁽¹⁾ s'installât dans l'ancien prieuré de Saint-Martin-des-Champs où il se trouve actuellement. Dès sa naissance, la vocation du CNAM fut parfaitement définie. Le décret de création précisait, entre autres, qu'il serait à la fois le lieu de dépôt des machines, modèles, outils, dessins et livres, mais aussi celui où l'on « expliquerait la construction et l'emploi des susdits outils et machines utiles aux arts et métiers ». Ce vaste et intéressant programme qui alliait la conservation à l'enseignement fut et reste appliqué. Mais il exigea une amélioration et un agrandissement des locaux primitifs, la création d'une bibliothèque, d'un amphithéâtre et d'un laboratoire d'essais.

Aujourd'hui, le CNAM rassemble, autour du Musée national des techniques (MNT), un ensemble cohérent d'enseignements voués entre autres à la formation continue. Il organise notamment des stages de perfectionnement en dehors du temps ouvrable. En 1980, une soixantaine de chaires réunissaient plus de 40 000 élèves dont plus de la moitié dans ses centres régionaux...

Puisque c'est le Musée national des techniques qui constitue le centre de notre sujet (270, rue Saint-Martin, 75003 Paris. Tél. 271.24.14, poste 375), précisons que dans ses quinze salles (sans compter les couloirs et autres déambulatoires), il expose environ 8 000 machines, modèles et outils. Parmi les principaux thèmes, nous trouvons :

- l'horlogerie et les instruments de précision ;
- les automates ;
- les techniques au XVIII^e siècle (collection de Madame de Genlis) ;
- la naissance de la chimie scientifique ;
- les machines agricoles ;
- les industries du textile ;
- les sources d'énergies traditionnelles, la machine à vapeur ;
- les chemins de fer ;
- la reproduction du son et de l'image ;
- les télécommunications et l'électronique ;
- et, bien entendu, l'automobile et l'avion, à quoi est consacrée la nef de l'église Saint-Martin-des-Champs, par où nous commençons notre visite... □

(1) Il est tout à fait indépendant de l'École des arts et métiers qui n'a de commun avec lui que 4 mots.

dantes et, à une époque où l'isolation d'un fil de cuivre était pour le moins un problème technologique délicat, on peut penser qu'un tel câble aurait coûté très cher au kilomètre. Notons cependant qu'un tel système offrait un avantage : plusieurs lettres pouvaient être transmises en même temps.

Il fallait un grain de génie pour avoir l'idée de créer un code (binaire) de traits longs et courts représentant les lettres de l'alphabet et les chiffres. Cette brusque mutation se produisit le 13 octobre 1832 au cours d'une traversée de l'Atlantique sur le paquebot *Sully*. Ce jour-là, Samuel Morse fut mis en présence d'un électroaimant que son compatriote Charles Jackson rapportait en souvenir de Paris. Vous décrire comment ce système conquit peu à peu le monde entier sort de mon propos. Ceux qui veulent en savoir plus liront, avec un grand intérêt, *l'Histoire des techniques* de Pierre Rousseau (éditée par Arthème Fayard).

Il me paraît plus judicieux de revenir à nos pantélégraphes qui, le temps de vous mettre dans ce bain historique, ont déjà analysé et reproduit les trois quarts de l'étoile qui leur avait été confiée. Pour bien comprendre leur fonctionnement, nous allons essayer de nous placer dans l'optique de notre personnage, l'abbé Caselli. Ce qu'il voulait, c'était télégraphier des dessins. Seulement voilà... les moyens technologiques disponibles en ce milieu du XIX^e siècle étaient bien pauvres !

On peut imaginer qu'il commença par s'évertuer à obtenir un trait sur une feuille de papier en utilisant le courant électrique. Il y parvint de la façon suivante : un rectangle de buvard imbibé d'une solution de cyanure de potassium était posé sur plaque métallique. Il relia ensuite d'une part un stylet de fer, d'autre part la plaque aux deux pôles d'une pile électrique : son "crayon" laissait un trait bleu sur la feuille. Avec une pointe de cuivre, le tracé était rouge. En variant les solutions et les métaux, il obtint diverses couleurs.

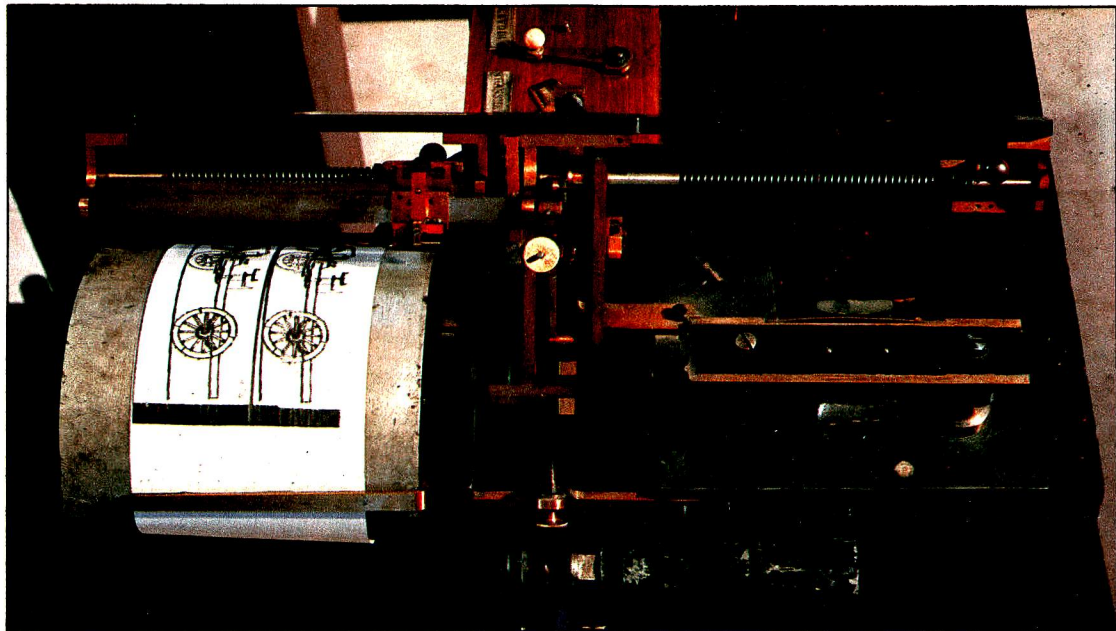
Le "périphérique" fonctionnait. Restait maintenant à concevoir et réaliser l'"unité centrale". Pour cela, l'abbé dut faire œuvre de novateur. On savait, certes, disposer des points et des traits sur une bande de papier, mais, pour qu'un dessin fût reproduit, ils devaient être correctement disposés sur la copie. Là encore, nous sommes dans le domaine des supputations si nous évoquons Galilée dont notre ecclésiastique devait connaître les travaux. Galilée Galilée avait, un jour, mesuré les oscillations d'un lustre dans la cathédrale de Florence. Astucieusement, il constata avec sa "montre de poignet" (je veux dire son pouls) qu'elles étaient isochrones ! Bien que cette observation soit la preuve flagrante d'une certaine indifférence aux cérémonies religieuses, notre abbé l'intégra dans sa recherche.

« Donc, se dit-il peut-être, je peux tracer un

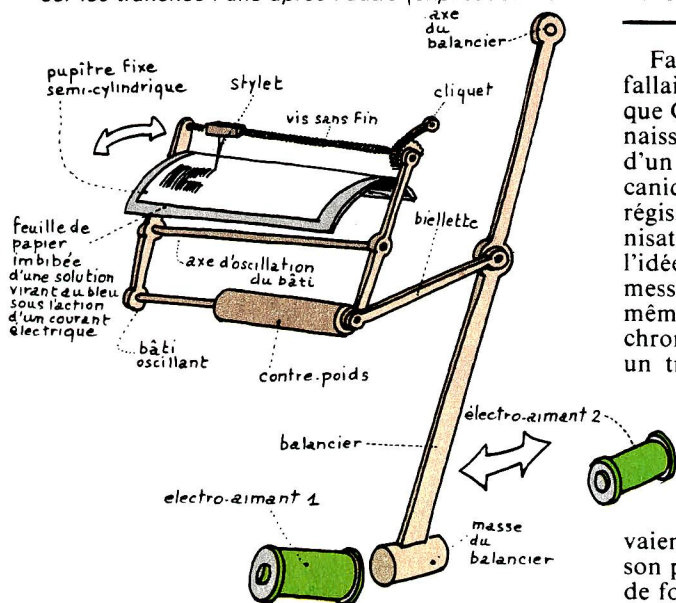
trait à distance en faisant passer un courant dans mon stylet de fer. Ce sera mon récepteur. Pour l'émetteur, j'utiliserai un autre crayon conducteur qui frottera légèrement sur une plaque métallique recouverte de vernis sauf aux endroits où se trouvera le dessin proprement dit. Lorsque la pointe passera sur le trait conducteur, le courant sera établi et mon stylet

récepteur le reproduira. Mais il est nécessaire que les deux pointes métalliques soient parfaitement coordonnées par rapport aux bords de la feuille et parcourent le tracé exactement à la même vitesse. Je vais les synchroniser en les rendant solidaires d'un balancier dont les oscillations seront commandées par des électro-aimants.»

UNE "TÉLÉPHOTOCOPIEUSE" MODÈLE 1861



Son schéma ci-dessous et la photo du pupitre semi-cylindrique ci-dessus résument le principe de fonctionnement de ce que l'on pourrait appeler la première "téléphotocopieuse": le stylet, placé sur un bâti oscillant reproduit le dessin sur la feuille de papier par un double mouvement: un va-et-vient qui trace à chaque fois un trait, une tranche du dessin; une avance sur vis sans fin perpendiculaire à l'oscillation, qui permet de tracer les tranches l'une après l'autre (explication détaillée dans l'article).



Faute de base de temps électronique, il lui fallait bien faire avec ce qu'il avait. C'est ainsi que Galilée participa, par Caselli interposé, à la naissance de la télévision. Car il s'agit bien ici d'un engin qui inaugure, sous forme électromécanique, les deux principes fondamentaux qui régissent nos petits écrans: balayage et synchronisation. Évidemment, on peut penser qu'entre l'idée et la réalisation, un certain nombre de messes furent dites. Un perfectionnement fut même nécessaire pour obtenir le fameux synchronisme: Caselli ajouta aux deux balanciers un troisième dénommé horloge mère qui envoyait le signal qui asservissait les deux autres.

La force des choses, c'est-à-dire l'expérience en vraie grandeur, l'obligea en outre à allonger et à alourdir les balanciers secondaires car ils devaient accomplir un certain travail. C'est la raison pour laquelle ils furent suspendus à un bâti de fonte de deux mètres de haut.

(suite du texte page 154)



**FAITES MOUSSER
LES BONS MOMENTS**

Kronenbourg

Kronenbourg a du caractère; c'est une bière fine, juste assez amère. Elle est brassée depuis 3 siècles en Alsace.

INDUSTRIE

MICRO-INFORMATIQUE

Attention : danger !

■ Acquéreurs potentiels, prenez garde ! Tel est le conseil adressé aux petites entreprises qui envisagent l'achat d'un ordinateur par le département marketing de l'université de Lancaster (Grande-Bretagne).

Objectif de ce rapport : empêcher les cadres des petites sociétés, qui font pour la première fois l'acquisition d'un ordinateur, de renouveler les erreurs passées. Ce rapport, intitulé *Small Computers in Small Companies*, repose sur le témoignage de 100 administrateurs, gérants et cadres de direction de petites entreprises.

Pour la première fois, il concerne des entreprises de 1 à 200 employés dans les secteurs de la fabrication, de la distribution, des services de vente au détail et des professions libérales et équipées récemment de systèmes informatiques pour un prix inférieur à 30 000 livres, soit 330 000 F. Les enquêteurs ont eu du mal à trouver des petites sociétés répondant à ces différents critères, contrairement au mythe selon lequel l'ordinateur aurait maintenant envahi toutes les branches de l'industrie et du commerce.

40 % des personnes interrogées sont satisfaites de leur installation. Une seule société dit : « Cela a été une catastrophe pour nous. » L'une des raisons ayant le plus couramment déterminé l'acquisition d'un ordinateur est la hantise des petites entreprises de rester à la traîne. Certaines ont fait cette acquisition les "yeux fermés", 20 % avouant n'avoir pris conseil auprès de personne d'autre que le vendeur et 60 % n'ayant procédé à aucune étude de faisabilité ; 40 % seulement ont eu droit à une dé-

monstration avant l'achat. Si les caractéristiques du produit semblent avoir eu un rôle important dans le choix du système, des facteurs tels que la réputation du fournisseur, les bonnes relations avec lui et les services offerts relativement au support technique, semblent cependant avoir joué un rôle plus que déterminant.

L'étude révèle également que les sociétés qui ont eu le plus de problèmes sont celles qui ont acheté les systèmes les moins chers. Ces entreprises n'ont pu s'informer qu'auprès de leur fournisseur et dans les expositions et salons spécialisés ; leur personnel a reçu une formation insuffisante et elles ont eu à faire à des problèmes de logiciel.

Le rapport, qui est également destiné aux fournisseurs de petits systèmes, établit que près de 50 % des acquéreurs de micro-ordinateurs ont eu des problèmes de logiciel, empêchant l'exécution des programmes ou provoquant un certain nombre d'erreurs de résultats. En ce qui concerne le matériel, 25 % des entreprises interrogées ont eu des problèmes de matériel ou de site au moment de l'installation et 25 % des machines seulement n'ont jamais eu à souffrir de la moindre panne.

Plus de 40 % des entreprises interrogées ont demandé des logiciels personnalisés, la majorité des applications se limitant aux fonctions habituelles de comptabilité. En général, l'introduction d'un ordinateur dans une entreprise suscite une réticence de la part du personnel, chacun ayant peur que son emploi soit touché. Par contre, seulement 7 % des entreprises interrogées ont continué à se heurter à cette résis-

tance après un certain temps d'utilisation.

L'enquête fait également apparaître que, dans cette catégorie d'entreprises, la décision d'acquiescer un ordinateur se prend au plus haut niveau. Le "patron" se trouve activement impliqué dans cette réorganisation et, avant de se décider, examine dans le détail les moindres questions de collecte des données, ainsi que les autres solutions possibles. Le désir d'améliorer le traitement de l'information est le motif principal de l'acquisition d'une machine. Les micro-ordinateurs sont censés accélérer les opérations et fournir des résultats plus exacts et plus précis. La plupart des systèmes adoptés n'ont pourtant qu'une capacité de mémoire de 32K ou moins.

Les utilisateurs considèrent qu'une fois le système installé les ordinateurs présentent des inconvénients, ce qui n'empêche pas la moitié des entreprises interrogées d'envisager de changer leur matériel actuel contre un matériel plus perfectionné et, pour 60 % d'entre elles, de prévoir l'installation d'autres applications. Les entreprises interrogées conseillent aux acquéreurs potentiels : « Attention à ce que vous achetez. Analysez et maîtrisez vos procédures actuelles avant de prendre la décision d'installer un ordinateur. Renseignez-vous auprès de conseillers objectifs en évitant les services de conseils soi-disant indépendants. »

Small Computers in Small Companies, Marketing Consultancy Research Service, Department of Marketing, University of Lancaster. Prix : 25 livres (soit 275 F environ).

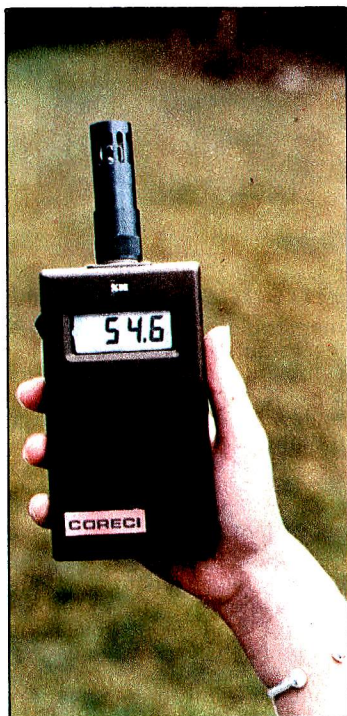
Un hygromètre sensible fidèle et rapide

■ Imaginez un hygromètre si sensible qu'il réagisse instantanément à l'humidité de la respiration d'une fleur ! Cet appareil, l'"Hygrocor", est aujourd'hui disponible : il se présente sous la forme d'un petit boîtier en plastique ABS (14 x 4 x 8 cm), au bout duquel se trouve un capteur protégé par un capot ajouré. Un volt-mètre numérique à cristaux liquides permet l'affichage des valeurs d'humidité relative avec des chiffres de 12,5 mm de hauteur. L'Hygrocor permet de mesurer l'humidité relative de l'air de 5 à 98 % de façon instantanée, avec une réponse de moins d'une seconde et une reproductibilité de 1 %.

Le capteur a été mis au point par le LETI (Laboratoire d'électronique et de technologie de l'informatique du CEA à Grenoble). Il est exploité sous licence par la CORECI (Compagnie de régulation et de contrôle industriel) à Lyon (2, rue Desparmet, BP 8237). Il comporte une électrode en tantale, une électrode en chrome et un diélectrique constitué par un polymère hygroscopique, l'acétate de cellulose. Ce polymère, qui est l'élément de base de l'instrument, a la propriété d'absorber une quantité d'eau en fonction du degré hygrométrique de l'air. La constante diélectrique de l'eau étant élevée, cette propriété du polymère donne lieu à une variation de capacité proportionnelle à la quantité d'eau absorbée. L'hygromètre consiste donc en un condensateur utilisant cette variation de capacité pour déterminer la variation d'humidité relative.

Le procédé adopté possède divers avantages. Tout d'abord, il est pratiquement insensible à la température de 0 à 70 °C. Le capteur étant associé à un oscillateur et à une électronique appropriée permet d'obtenir un signal de sortie linéaire. L'utilisation d'une électrode à couche épaisse de chrome (à la place des habituelles couches fines d'or) constitue un facteur de bonne tenue dans les milieux pollués, notamment soufrés.

L'Hygrocor est alimenté par une pile alcaline de 9 volts qui assure au moins 25 heures de



service en continu. Il est destiné à de multiples applications : mesure d'humidité relative dans les locaux (lieux de stockage, salles climatisées...); agriculture et agro-alimentaire (séchage des tabacs, serres, silos à grains, lait en poudre, maturation des fromages...); fabrication des produits pharmaceutiques ou chimiques; et aussi : poudrerie, séchage des cuirs, mesures d'humidité des feuilles de papier, etc.

L'Hygrocor est disponible dans plusieurs versions destinées à des applications spécifiques. Le premier modèle coûte 1650 F hors taxe. Un modèle donnant en même temps l'hygrométrie et la température sera prochainement disponible.

■ ■ **Le premier navire de forage pour régions glaciaires** vient d'être construit en Finlande pour le compte de l'U.R.S.S., qui a commandé deux autres navires du même type destinés à la prospection pétrolière dans les mers arctiques. Ces navires peuvent être dégagés de leur position de forage en trois minutes afin d'éviter un iceberg.

Machine à récupérer les boîtes d'aluminium

■ Cette machine, conçue en Suède, est destinée à récupérer les boîtes de boissons, et en particulier de bière, en aluminium. Mue par un moteur de 42 V, sa capacité est de 20 boîtes à la minute. Elle comprime les boîtes de 33, 45 et 50 centilitres à un dixième de leur taille originelle, 10000 boîtes n'occupant plus qu'un mètre cube. Elle peut être associée à différents types de sacs ou de conteneurs. Elle rejette les boîtes qui ont des dimensions autres ou sont constituées d'autres matériaux, de même qu'elle refuse les boîtes endommagées ou déjà comprimées.

La nouvelle machine doit s'intégrer à un système national de récupération des emballages de boissons qui sera en principe introduit en Suède en 1983. Une "Compagnie de dépôt" sera créée pour exploiter la récupération. Les autorités suédoises estiment que d'ici à l'année 1985, grâce à ce système, au moins 75 % de toutes les boîtes d'aluminium pourront être récupérées, ce qui représente une moyenne d'environ 500 millions de boîtes chaque année.

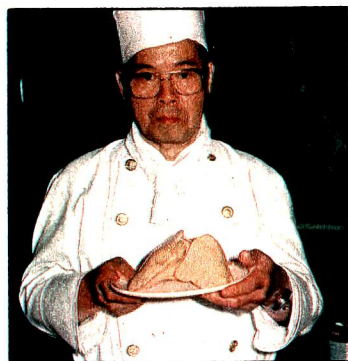
■ ■ **Les céréales sont le premier produit français d'exportation.** En 1981, année des dernières statistiques connues, elles ont rapporté 23,7 milliards de francs en devises (+ 34 % sur l'année précédente). Elles devançaient ainsi de très loin l'automobile (+ 12,5 milliards) et les vins et spiritueux (+ 12,1 milliards). 45 millions de tonnes de blé, de malt, de maïs et de produits dérivés ont été produits en 1981, dont 23 millions de tonnes de blé tendre. Les deux tiers du blé produit en France, qui étaient il y a 25 ans utilisés par les meuniers et boulangers français, sont actuellement exportés. Les producteurs français (500 000 environ) sont les premiers à l'échelon mondial pour les rendements à l'hectare en malt et en farines (52 quintaux en France, 44 pour la CEE, 20 aux États-Unis).

Foie gras "made in Japan"

■ Que peuvent bien manger les Japonais chez eux ? Poisson cru, brochettes de poulet, fritures (tempura), sukiyaki, shabu-shabu peut-être ? Eh bien non. Illusions que tout cela. Chez lui, le Japonais mange d'abord et surtout des hamburgers.

C'est en tout cas ce que révèle une enquête réalisée par une grande entreprise japonaise de condiments. Viennent ensuite les légumes sautés à la chinoise, les viandes et légumes sauce tomate, le riz au curry, le poisson grillé, les spaghetti et le riz pilaf. Les habitudes alimentaires nippones évoluent presque à la vitesse du train super-express *Shinkansen*, et la cuisine française — voire la gastronomie — est désormais à la portée de tous les Japonais. Si pour l'ordinaire, on se réserve les hamburgers, les grandes occasions peuvent être marquées par la consommation, pourquoi pas, de foie gras... "made in Japan".

Finie l'exclusivité française du foie gras ! Cent soixante oies et



M. Takayoshi Kuwabara

six cents canards d'un élevage de Mont-de-Marsan ont apparemment bien supporté le voyage du Béarn jusqu'au bout de l'Asie. Ils se sont reproduits, ont été gavés et, depuis septembre 1980, M. Takayoshi Kuwabara est fier d'être le premier à produire du foie gras hors de France.

Takayoshi Kuwabara, cuisinier de son métier, tient depuis 25 ans un restaurant à Aomori, dans le nord du Japon, où il s'efforce de faire connaître la cuisine française en invitant régulièrement des chefs français.

Lui-même avait l'habitude, jusqu'en 1978, d'aller en France tous les deux ans suivre des cours de cuisine régionale. A défaut d'y avoir appris le français, il y a indiscutablement acquis une certaine maîtrise dans l'art culinaire. Aujourd'hui, avec son élevage de 12 000 oies et 16 000 canards, il produit du foie gras, mais aussi toutes sortes de confits et terrines adoptées des traditions françaises et adaptées à cette région septentrionale du Japon. Sa création 1981 : la "terrinerie Mutsu", du nom de la baie d'Aomori. Nous l'avons goûtée, et avons dû ravalier nos préjugés : gastronomiquement parlant, on peut bel et bien recréer le Périgord dans un cadre de rizières extrêmes-orientales, et sur des hauteurs autrement plus tempérées que le sud-ouest de la France. Les volailles de l'élevage Kuwabara sont nourries avec des aliments industriels américains. Les couveuses artificielles sont de fabrication locale. Mais pour le gavage, les dix machines à moteur initialement importées de France se sont vite multipliées au Japon.

Depuis que sept pionniers Japonais encouragés par le baron Okura sont allés découvrir l'art culinaire français à l'école des hôtels Ritz, George V, etc. en 1938, la cuisine française a fait tache d'huile dans ce pays où pourtant le riz demeure l'aliment de base. A Tokyo, quelque 200 restaurants affichent des spécialités françaises.

Tous les hôtels quatre étoiles se doivent d'avoir un restaurant français, qui avait coutume de s'approvisionner à la source, avec des produits du terroir français. Cette année, Monsieur Kuwabara a reçu certaines commandes de ces hôtels. Son foie gras "made in Japan", qualité française garantie, revient deux fois moins cher que celui qui est importé.

Le foie gras prend aujourd'hui au Japon le chemin qu'ont pris les vins il y a quelques années.

Qui sait si on ne verra pas bientôt sur les boîtes de foie gras japonaises des étiquettes semblables à celles que l'on voit déjà sur certains bouteilles de vin australien : « Méfiez-vous des imitations françaises ».

Une arme discrète : le canot pneumatique sous-marin



■ A la récente exposition internationale d'équipements professionnels de plongée de Brighton (Angleterre), le gros succès revient sans nul doute au canot pneumatique sous-marin *Subskimmer*. Cet engin est un canot gonflable à coque rigide de 5,4 m, pourvu d'un moteur hors bord de 40 ch, lui assurant en surface une autonomie de 5 heures à 20 nœuds et une vitesse maximale de 25 nœuds.

Quand il se prépare à plonger, le logement du moteur à essence est verrouillé et pressurisé. En 30 secondes, l'air des boudins latéraux est aspiré par un compresseur réversible et évacué. L'engin s'enfonce et deux propulseurs à moteur électrique entrent alors en action. Ces propulseurs se trouvent de part et d'autre de la console du pilote. Le compartiment des batteries, lui, est placé sous le siège. En plongée, la vitesse est de 2 à 3 nœuds. Un dispositif de contrôle de la flottabilité règle celle-ci en fonction de la charge et de la salinité.

Le *Subskimmer* est en principe plus particulièrement destiné aux commandos de nageurs de combat pour des missions discrètes. Mais il intéresse également les professionnels civils pour des interventions rapides sur des chantiers, des sites subaquatiques, etc. Sa plus récente version est capable de

relever des charges allant jusqu'à 2 tonnes. Pour ce travail en immersion, la charge est armée sous le canot ; ensuite, de l'air comprimé stocké à bord dans un réservoir est insufflé dans les boudins en des quantités qui varient en fonction du poids à soulever. Le transport peut être effectué d'abord en plongée, puis, après émergence, par la remise en marche du moteur de surface.

Les profondeurs d'intervention sont celles de la plongée humaine avec appareils respiratoires autonomes à l'oxygène, à l'air comprimé, ou aux mélanges comme le DC-55 de nos plongeurs démineurs, qui peuvent opérer jusqu'à 55 m.

ERGONOMIE

Homme-machine : un simulateur des chocs et vibrations

■ Dans le pilotage de n'importe quel engin maritime, aérien ou terrestre, les mouvements de la cabine, engendrés par une perturbation extérieure, entraînent non seulement un déplacement du corps de l'opérateur, solidaire de la cabine, mais aussi un déplacement du support des informations visuelles nécessaires à la conduite de cet engin. Les variations brutales de l'environnement peuvent ainsi entraîner des erreurs d'interprétation, diminuer les performances de l'opérateur et mettre en danger des vies.

D'où l'intérêt de cette plate-forme d'étude du comportement de l'homme mise au point par M. Angue, un chercheur du Laboratoire d'automatique industrielle et humaine de l'université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrasis.

Ce dispositif, qui permet de simuler chocs et vibrations autour de trois axes (lacet, roulis, tangage) ainsi que trois translations horizontales et verticales, restitue ainsi les agressions auxquelles est soumis l'opérateur effectuant un travail de pilotage. Il est associé à un calculateur, ce qui permet de prendre en compte un très grand nombre de paramètres :

mouvements oculaires, accélérations transmises au pilote, temps de réactions manuelles, etc.

A l'aide de cette plate-forme, le chercheur de l'université de Valenciennes a pu mettre en évidence que lorsque le pilote observe son tableau de bord, le roulis est le moins perturbateur et que la dégradation de ses performances est plus importante en tangage qu'en lacet.

Il a également montré l'intérêt qu'il y aurait à concevoir des systèmes réalisant des transferts de vibrations de l'engin vers le pilote, en modifiant par exemple l'inclinaison du siège.

Enfin, il a pu dégager certaines normes en matière de présentation des informations sur les tableaux de bord (dimensions, luminosité, couleur, rapidité d'apparition des caractères, etc.).

L'autorisation de la plate-forme et la méthodologie du traitement des données étant reproductibles, les expériences entreprises pourraient être utilisées pour la sélection des pilotes, le dispositif jouant le rôle d'un simulateur d'entraînement muni d'une bibliothèque d'"incidents".

Soja : de la graine au lait...

■ Les protéines végétales sont à l'honneur depuis déjà plusieurs années pour résoudre le problème de la faim dans le monde, et le soja est l'une des plantes les plus riches en protéines : sa graine en contient environ 40%. On retrouve actuellement ses protéines filées, isolées ou texturées incorporées dans bon nombre d'aliments : viandes, soupes, pâtes, plats préparés...

Le "lait" de soja est aussi largement répandu en Afrique et en Asie, mais cette boisson, nutritive et rafraîchissante, est indigeste et a une odeur désagréable due à l'action d'une enzyme, la lipoxydase. Mais, belle performance pour l'année de son 75^e anniversaire, la société Alfa-Laval, au premier plan pour la technologie laitière, a inventé un nouveau mode de fabrication du lait de soja, qui utilise la totalité des facteurs nutritifs tout en éliminant les inconvénients cités.

La farine de soja finement broyée (Alfa-Laval commercia-

lise aussi le moulin à soja) est diluée dans de l'eau potable. Le lait brut est stérilisé lors d'un traitement thermique qui élimine les facteurs malodorants et indigestes, puis homogénéisé ; son pH et son parfum sont contrôlés. Rendement de l'opération : 100%.

Alfa-Laval a réalisé une palette, entièrement fabriquée en France, capable de fournir 200 l/heure de lait. Le débit d'eau nécessaire est de 350 l/h. Le poids de la machine est de 3,35 tonnes et son volume de 24 m³. L'institut scientifique d'hygiène alimentaire a reconnu l'intérêt nutritionnel de ce lait «... du fait de sa teneur en acides aminés essentiels, en vitamines du groupe B et en sels minéraux».

Cette nouvelle usine miniaturisée, implantable en plein champ, met à la portée des zones rurales le nécessaire apport protéique qui doit valoriser tout régime à base de céréales, fréquent dans les pays défavorisés.

■ ■ La première conférence internationale sur l'architecture solaire, parrainée conjointement par le Département américain de l'énergie et la Commission des Communautés européennes, se tiendra à Cannes du 13 au 15 décembre prochains. Organisateur : Commissariat à l'énergie solaire, 208, rue Raymond-Losserand, 75014 Paris (tél. 545.67.60).

■ ■ Un pari contre la nature a été engagé à Djibouti par un ingénieur agronome belge. Il s'agissait de prouver que l'on peut produire céréales et produits maraîchers malgré un sol pauvre et des températures oscillant de 25°C l'hiver à 45°C l'été. Premier résultat : 3 tonnes de blé récoltées sur 10 hectares. Cette production a été rendue possible grâce à une utilisation rationnelle d'engrais et à une analyse très fine du sol, qui a révélé la présence d'une nappe d'eau alimentée à chaque pluie par un oued voisin. Prochaine étape : étendre à 200 ha la surface cultivée et produire des aliments pour le bétail. Objectif ultime : l'autosuffisance de la République, qui compte 400 000 personnes.



Le tabac du plus fort est toujours le meilleur.

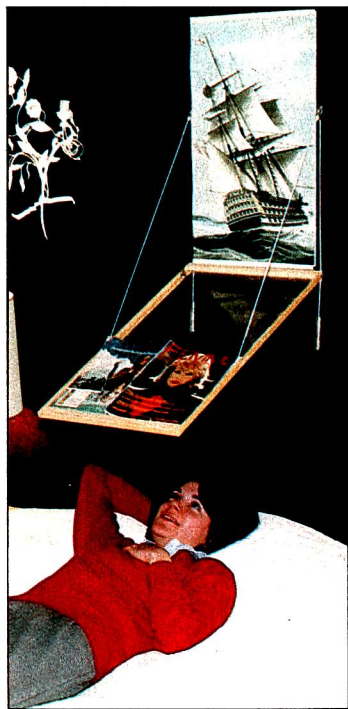
DES MARCHÉS À SAISIR

Les innovations et les techniques et procédés nouveaux présentés dans cette rubrique ne sont pas encore exploités sur le marché français. Il s'agit d'opportunités d'affaires, qui semblent « bonnes à saisir » pour les entreprises industrielles et commerciales françaises. Comme l'ensemble des articles de Science & Vie, les informations que nous sélectionnons ici sont évidemment libres de toute publicité. Les sociétés intéressées sont priées d'écrire à « Des marchés à saisir » c/o Science & Vie, 5, rue de la Baume, 75008 Paris, qui transmettra aux firmes, organismes ou inventeurs concernés. Aucun appel téléphonique ne pourra être pris en considération.

APPUI-LIVRE ESCAMOTABLE

Quoi

Un appui-livre qui permet la lecture à une personne couchée sur le dos et qui peut en-



suite être relevé contre le mur pour devenir un encadrement de tableau.

Comment

Il s'agit d'un cadre s'articulant contre le mur grâce à deux charnières et qui est retenu dans son inclinaison par deux haubans reliés soit à un enrouleur à ressort, soit à un enrouleur électrique, soit à des contrepoids. Quel que soit ce dispositif de relevage, l'appui-livre est toujours manipulé par le lecteur en position allongée.

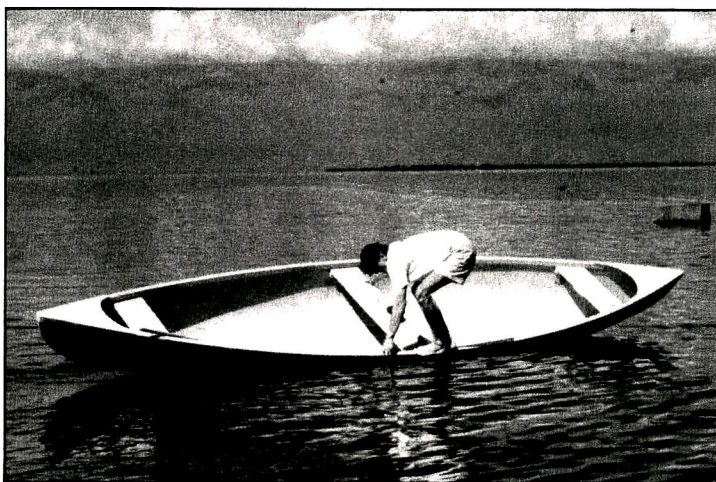
Principaux avantages: facilité et rapidité de fabrication et d'utilisation liées à une fonction décorative.

DES BATEAUX ÉCONOMIQUES

Quoi

Une nouvelle méthode de construction de bateaux qui peut redonner un "coup de

pide et peut être effectuée par un personnel non spécialisé. Le même moule autorise une diversité illimitée de formes, de



fouet" au nautisme, en baisse constante en raison du coût élevé des matières actuellement utilisées, ainsi que du coût de la main-d'œuvre et de la lenteur de fabrication... sans parler de la baisse du pouvoir d'achat de l'amateur.

Comment

Le procédé utilise du bois lamellé-collé, ce qui autorise la fabrication de panneaux en séries, sous vide, à l'aide d'un moule simple, permettant de n'utiliser qu'un seul type de planchette, à forme déterminée d'avance. La fabrication est ra-

longueurs et de largeurs de coques, par détermination du périmètre extérieur du panneau construit.

Cette méthode permet de fabriquer aussi bien multicoques, trimarans ou panneaux autoportants servant de couverture de bâtiments. Un trimaran de 16 m, construit et équipé en navire transocéanique, revient au tiers du prix des constructions similaires traditionnelles. La méthode est déjà utilisée en Afrique pour la construction de pirogues. Elle ne l'est pas encore pour les chantiers européens.

Comment passer dans cette rubrique ? 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 attestant de son bon fonctionnement. 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.

Terres : un bilan informatique

■ L'amélioration de la fertilisation est responsable de 50% du progrès enregistré dans les rendements agricoles depuis vingt ans. Pour obtenir le meilleur rendement d'une culture, l'agriculteur doit donc connaître parfaitement sa terre. Les besoins en azote, acide phosphorique et potasse sont les plus surveillés, mais la production peut souffrir aussi d'une carence en oligo-éléments : zinc, soufre, magnésium, bore...

A l'origine société de production de semences, le groupe Claeys-Luck, aujourd'hui second sur le marché de la sélection française, ne cesse d'accroître son implantation. A travers sa nouvelle filiale, Agrosystèmes, il propose un service original aux agriculteurs : "le bilan santé de leur terre". Il s'agit d'une analyse de sol effectuée par ordinateur, dont les résultats sont fournis sur 3 colonnes correspondant à

3 choix selon l'option prise par l'agriculteur : 3 objectifs de rendement pour une culture ou 1 objectif de rendement pour trois cultures différentes.

La première partie du document remis à l'agriculteur présente graphiquement les résultats pour la première option. Une seconde partie affiche les résultats bruts de l'analyse de l'échantillon de terre. Une troisième partie donne pour chacune des options les quantités d'éléments fertilisants nécessaires pour atteindre les objectifs fixés. Une quatrième partie indique la capacité d'échange de cations (CEC) du sol : plus la CEC est élevée, plus les plantes ont des chances d'être bien et rapidement nourries. Enfin une cinquième partie donne des conseils complémentaires et personnalisés sur les apports en engrais et amendement. Avec l'échantillon de terre à analyser, l'agriculteur fournit des données concernant, pour

chaque option, la culture, la variété et la densité de semis prévues par hectare, la récolte espérée et la culture précédente. Des renseignements qui, outre leur utilité pour l'analyse du sol, ont l'avantage certain de donner à Claeys-Luck une vue sur le choix des variétés de ses clients et, par suite, sur l'implantation de ses concurrents chez eux. Ces renseignements orienteront-ils le "suivi conseil" proposé par Agrosystèmes en plus de ses analyses très complètes, rapides et fiables ?

■ ■ **DAF vient de construire un camion spécial pour le transport de 180 porcs. Deux sols réglables hydrauliquement en hauteur permettent de nettoyer aisément l'intérieur. Et à l'arrière, sur toute la largeur du camion, se trouve un ascenseur hydraulique qui assure un chargement-déchargement rapide.** ■



Le vrai tabac à rouler hollandais.

SAMSON
Le vrai tabac à rouler hollandais

EDIP

LA TÉLÉ EN RELIEF

CHERCHE

SA 3^e DIMENSION

Des images qui vous donnent vraiment l'impression que les personnages et les objets sont dans le poste, et non des ombres qui défilent sur l'écran comme c'est le cas pour la télévision ordinaire à deux dimensions. Voilà, très simplement formulé, l'objectif ultime des recherches en matière de télévision en relief. En attendant, divers procédés existent déjà, avec des résultats plus ou moins satisfaisants. Quels sont-ils, et que peut en attendre le téléspectateur ?

► Depuis deux ans environ plusieurs chaînes de télévision dans le monde ont commencé à proposer des émissions en relief. Est-ce à dire que nous sommes à la veille d'une révolution de la télévision, ou bien, comme la photo et le cinéma, poursuit-elle un vieux rêve inaccessible ?

Depuis plus d'un siècle, en effet, les chercheurs tentent en vain de réaliser un procédé de photo et de cinéma en relief susceptible d'être exploité commercialement. Mais, pratiquement, tous les systèmes proposés n'ont débouché que sur des curiosités techniques, des spectacles de foire ou sur des procédés destinés à des applications scientifiques ou industrielles (par exemple, les utilisations de la photo aérienne et spatiale en trois dimensions en cartographie).

Pour le grand public, il n'existe dans le monde qu'une seule salle de cinéma en relief : elle se trouve à Moscou, et présente régulièrement des films tournés en couleurs dans des studios spécialisés. Construite voilà plus de 20 ans avec un écran à réseau (voir plus loin) permettant la perception du relief stéréoscopique sans lunettes, elle n'est en définitive qu'une attraction exceptionnelle.

A la même époque, les salles de cinéma américaines et européennes présentaient aussi des films en trois dimensions. Mais le matériel de projection restait classique et le relief ne pouvait être perçu qu'avec des lunettes spéciales distribuées aux spectateurs. En ces années 50 les producteurs ne cherchaient d'ailleurs pas à promouvoir le cinéma en relief : il s'agissait simplement, surtout aux États-Unis, d'attirer au cinéma alors en crise un public qui l'abandonnait au profit de la télévision, toute nouvelle. Or voilà qu'aujourd'hui, un peu partout dans le

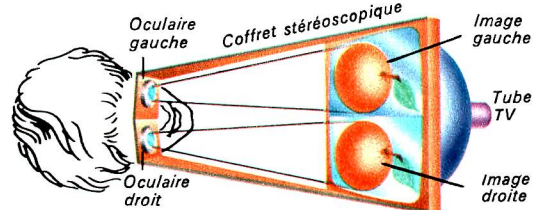
monde, ce sont les chaînes de télévision qui, à leur tour, proposent des émissions en trois dimensions. La plus récente date du 4 mai dernier, jour où la télévision anglaise a diffusé un programme scientifique en stéréoscopie. Le 6 avril précédent, elle avait d'ailleurs déjà réalisé une émission en relief dans le Hampshire.

Deux mois auparavant, le 28 février, c'était la télévision allemande, à Hambourg, qui avait réalisé sa première émission en trois dimensions. Depuis, d'autres programmes ont été diffusés. Britanniques et Allemands n'ont fait que poursuivre une expérience déjà réalisée par les télévisions d'Australie, d'Autriche et de Hollande qui, toutes, ont proposé à leurs téléspectateurs des émissions en trois dimensions. Le Japon et les États-Unis réalisent périodiquement de telles émissions depuis deux ans. En France, une brève émission sur l'histoire de la photographie, diffusée en décembre 1980 et en janvier 1981, comportait une séquence sur le relief diffusée en stéréoscopie.

Dans l'industrie, la télévision en trois dimensions est couramment utilisée lorsqu'elle se révèle plus utile et plus efficace que l'image plane. Ainsi, on y fait appel pour diriger le travail de robots dans des chambres radioactives ou dans des chambres en atmosphère toxique : les opérateurs suivent et guident les mouvements de la machine dans une image en relief. En Grande-Bretagne, la société Marconi Avionics utilise des caméras vidéo doubles pour suivre en trois dimensions des travaux effectués en mer par 600 mètres de fond. A Londres, le Moorfields Eye Hospital, a également recours à la télévision en relief pour les examens de l'intérieur de l'œil atteint de glaucome.

Ce qui est possible quotidiennement dans de telles applications particulières, en circuit fermé avec un appareillage adapté, ne l'est plus, hélas, à l'échelle des grands réseaux de télévision, les studios ayant leurs équipements à amortir et les téléspectateurs n'ayant guère envie de changer leurs récepteurs. Dans ces conditions, les chaînes de télévision qui souhaitent diffuser des programmes en trois dimensions, ne peuvent guère qu'utiliser les procédés de photo stéréoscopiques compatibles mais qui ne sont pas sans inconvénients comme nous allons le voir.

La stéréoscopie. Procédé le plus ancien de reconstitution du relief, elle fut préconisée par C. Wheatstone dès 1838 et utilisée par D. Brewster en 1844. Il consiste à réaliser d'un même sujet



deux images correspondant respectivement à la vision qu'en a chaque œil. Ces images sont ensuite disposées côte à côte, par exemple dans un appareil spécial, le stéréoscope, de telle manière que chaque œil de l'observateur ne puisse voir que celle qui lui est destinée. Ainsi, la vision binoculaire est-elle reconstituée, ce qui permet aux yeux et au cerveau de reconstituer le relief. La couleur est parfaitement reproduite par ce procédé. Aussi est-il utilisé en télévision industrielle et médicale. Les deux images sont diffusées côte à côte ; à la réception, chacune occupe la moitié de l'écran du téléviseur et un dispositif de prismes, en avant de cet écran, permet à chaque œil de ne recevoir que l'image qui lui appartient. La reconstitution du relief est très bonne, mais l'image perd la moitié de sa définition verticale. Le système n'est pas utilisé en télévision grand public car un seul téléspectateur à la fois peut voir une émission à cause de la présence du couple d'oculaires stéréoscopique.

L'anaglyphe. Ce procédé fut imaginé en 1891 par Louis Ducos du Hauron, inventeur de la

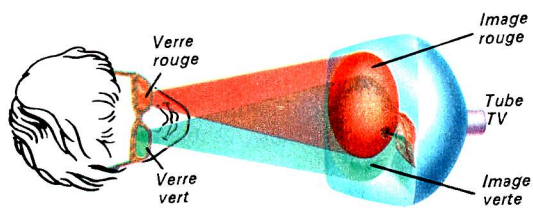


photo en couleur avec Charles Gros. L'anaglyphe est constitué par la superposition sur un même support, avec un très léger décalage (exa-

géré sur notre dessin), des deux images d'un couple stéréoscopique, colorées en deux couleurs complémentaires (par exemple rouge et vert). Ces images, indéchiffrables à l'œil nu, doivent être regardées avec des lunettes aux verres de mêmes couleurs, rouge et vert. Ces verres jouent le rôle de filtres, chacun ne laissant passer que la lumière de sa couleur et arrêtant la lumière de couleur complémentaire. Ainsi, chaque œil ne peut-il voir que l'image qui lui est destinée : l'œil ayant le verre rouge ne voit que l'image teintée de rouge ; l'œil ayant le verre vert ne voit que celle teintée de vert.

Le relief par anaglyphes est excellent, mais le procédé ne permet pas la reproduction des couleurs du fait des colorations verte et rouge. De plus, le port des lunettes teintées fatigue beaucoup la vue de certaines personnes.

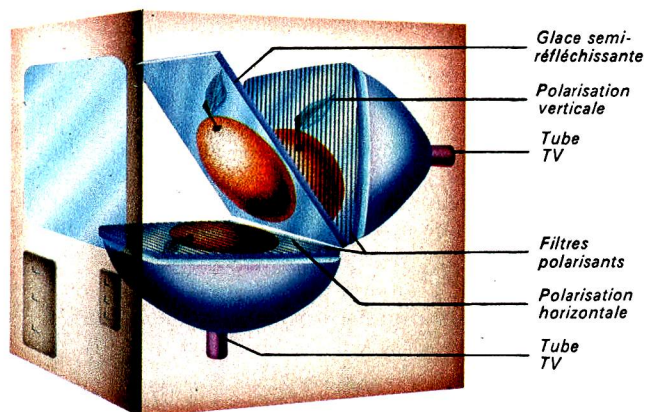
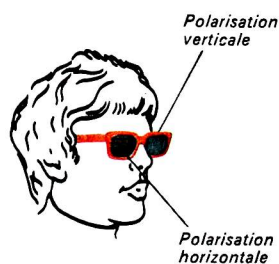
Le cinéma a fait appel à ce procédé au début des années 50. Les films, tournés avec deux caméras synchronisées dont les objectifs étaient séparés de 65 mm, étaient tirés sur une seule copie en anaglyphes. Les projections étaient regardées au moyen de lunettes distribuées à l'entrée de la salle. En télévision, on utilise la même technique, pratiquement sans modification : un film tiré en anaglyphes est diffusé sur l'antenne et le téléspectateur le regarde sur son récepteur avec les lunettes aux verres teintés. Un téléviseur couleur est nécessaire pour recevoir le rouge et le vert des anaglyphes, mais, nous l'avons vu, le programme n'est pas en couleurs.

Le procédé est entièrement compatible avec les équipements actuels de télévision mais le résultat est moins bon qu'en cinéma. La diffusion des deux images constituant l'anaglyphe, en effet, n'est pas toujours très bien assurée car les signaux du rouge et du vert sont mélangés pour la transmission ; à la réception, ils sont imparfaitement décodés par les téléviseurs domestiques. Ainsi, les lunettes du téléspectateur ne permettent plus une séparation totale des deux vues et l'image en relief présente un flou résiduel qui fatigue. Malgré ce défaut et l'absence de couleurs, l'émission du 28 février en Allemagne a connu un vif succès. Quelque 6 millions de paires de lunettes avaient été vendues quelques jours auparavant aux téléspectateurs au prix d'environ 1 F pièce. Mais, en Hollande, une émission similaire n'a pas été pleinement appréciée. Un sondage réalisé après a montré que 38% des téléspectateurs ne l'avaient pas aimée et que 42% avaient trouvé les images très médiocres ou n'avaient pas perçu le relief.

Aux États-Unis, la télévision par anaglyphes est utilisée pour des programmes expérimentaux et par une chaîne de télévision par câble qui émet des films en trois dimensions enregistrés sur vidéocassettes (essentiellement de vieux films stéréoscopiques des années 50, des films de science fiction et d'épouvante, et des films pornographiques).

Les lunettes polarisées. Pour obtenir la reproduction stéréoscopique en couleurs, la photo et le cinéma ont remplacé les anaglyphes par des

ne convient pas à la télévision domestique dès lors qu'elle exige des récepteurs spéciaux. Philips a créé de tels téléviseurs pour des applica-



images observées en lumière polarisée. Le procédé est né après 1936, époque de la réalisation par le Dr Edwin H. Land des filtres de polarisation et de la création de la société Polaroid (dont l'activité initiale était l'exploitation des verres polarisés). Le filtre de polarisation, rappelons-le brièvement, se comporte un peu, vis à vis de la lumière, comme le ferait un peigne, en ne laissant passer que les rayons vibrant dans un seul plan (le plan passant entre 2 dents du peigne). En faisant tourner ce filtre de 90° , ce sont les rayons situés dans un plan orienté à 90° par rapport au précédent qui sont transmis.

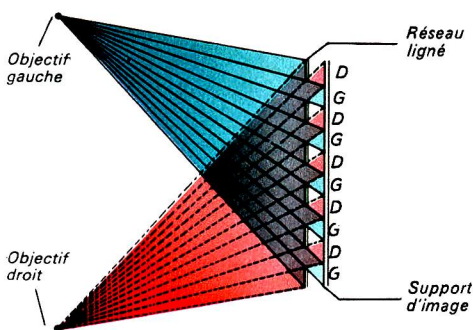
En photo ou en cinéma, on utilise deux filtres dont les plans de polarisation sont orientés de la sorte, à 90° l'un par rapport à l'autre. On projette avec ce système, sur un même écran, les deux images d'un couple stéréoscopique : le spectateur les regarde avec des lunettes à filtres polarisants orientés pour que le plan de polarisation de l'un soit perpendiculaire à celui de l'autre. Ainsi, chaque œil ne perçoit-il que l'image qui lui est destinée, ce qui permet la restitution du relief binoculaire.

La télévision ne peut pas utiliser directement le phénomène de polarisation : il faut en effet émettre directement les deux images et modifier le récepteur pour assurer leurs projections en lumière polarisée. C'est ainsi que l'on utilise un téléviseur spécial comportant deux tubes cathodiques dont les plans de polarisation sont orientés à 90° l'un par rapport à l'autre. Un miroir semi-transparent disposé à 45° entre les deux écrans des tubes permet de superposer les images comme on le fait en projection photo. Le téléspectateur, équipé de lunettes polarisées, peut alors regarder cette double image et en percevoir le relief.

Le procédé permet à plusieurs personnes de voir un film en couleurs et en trois dimensions. Mais l'image est peu lumineuse et, surtout, elle

tions industrielles où la couleur joue un rôle important.

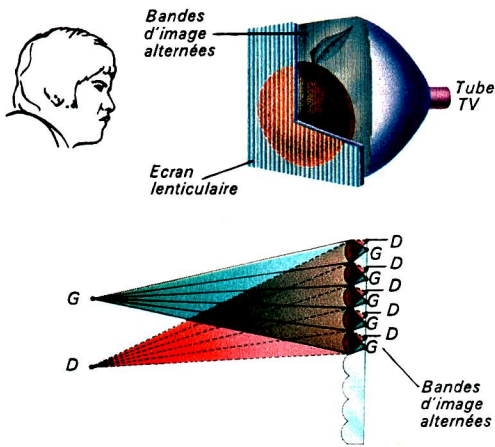
Les réseaux. Le procédé le plus ancien fut imaginé par l'ingénieur A. Berthier qui le décrit en 1896 dans la revue *Le Cosmos*. Il fait appel à un réseau ligné constitué de fils parallèles. Si l'on dispose une telle grille en avant d'une image, les fils en masquent des bandes. Selon le point de vue de l'observateur, les tranches d'images visibles ne sont pas les mêmes. Ainsi, l'œil gauche voit des bandes d'image différentes de celles que perçoit l'œil droit.



Plaçons maintenant cette grille devant une émulsion sensible et remplaçons les yeux par les deux objectifs d'un appareil photo stéréoscopique. Chacun des objectifs va projeter sur le film une image différente, caractéristique de la vision binoculaire. Mais les masques que constituent les fils du réseau permettent seulement l'enregistrement par l'émulsion de tranches de ces images. L'écartement de 65 mm qui sépare les objectifs fait que les bandes non masquées ne coïncident pas sur la surface sensible. Ainsi obtient-on sur le film alternativement une bande d'image (G) produite par l'objectif gauche, et une bande (D) produite par le droit (schéma ci-dessus). Après tirage d'une image positive, il suffit de regarder celle-ci avec le même

réseau ligné pour que chaque œil ne perçoive que les tranches d'image qui lui sont destinées. Ainsi est reconstitué le relief stéréoscopique.

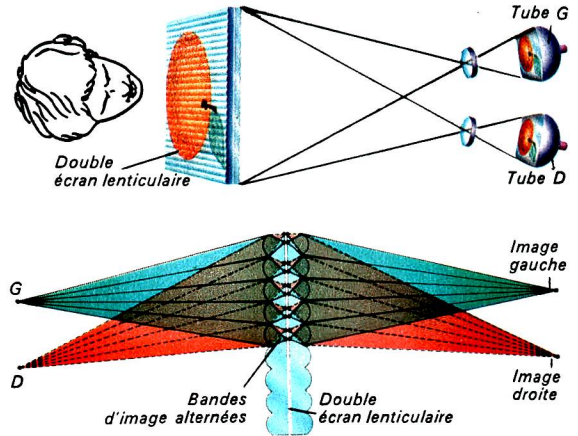
Dans les procédés récents, le réseau ligné est remplacé par un réseau lenticulaire constitué d'une plage de lentilles semi-cylindriques juxtaposées parallèlement. La courbure de chaque lentille permet à chaque objectif de prise de vue de former une image sur des bandes différentes du film, comme avec un réseau ligné. Le plus récent procédé photographique utilisant un réseau lenticulaire, le Nimslo, est actuellement en cours de commercialisation aux États-Unis (voir *S & V* n° 754). Avec le Nimslo, les épreuves sur papier comportent chacune un réseau de lentilles microscopiques en matière plastique, collé sur l'image. Ce réseau permet la perception en trois dimensions.



Le procédé est facilement transposé en télévision. Il suffit de diffuser sur l'antenne l'image constituée de bandes alternées et de disposer un réseau lenticulaire sur l'écran du récepteur. Ce réseau (schéma ci-dessus) permet au téléspectateur de percevoir le relief puisque chaque œil (G ou D) ne reçoit alors que les bandes de l'image qui lui sont destinées. Le système comporte cependant des défauts. D'une part, on ne peut bouger la tête de plus de 4 cm vers la droite ou la gauche, sous peine de perdre momentanément une partie de l'image. De plus l'image est peu lumineuse et le réseau réduit de moitié sa définition verticale.

Pour limiter ces défauts, divers laboratoires ont conçu un téléviseur spécial à deux tubes cathodiques munis de deux lentilles, séparés pour permettre la reproduction binoculaire (schéma ci-dessus, à droite). Ces tubes et ces lentilles projettent deux images en superposition sur un écran constitué d'un double réseau lenticulaire (en fait, deux réseaux disposés, si l'on peut dire, dos à dos). Les deux images stéréoscopiques sont intégralement diffusées sur l'antenne de l'émetteur et chaque tube du récepteur en projette une sur le premier écran lenticulaire. Plus précisément, et pour éviter l'encombrement de l'espace hertzien, les techniciens exploitent les possibilités du balayage en 625 lignes : les si-

gnaux des deux images sont émis alternativement (une ligne pour l'image de l'œil droit, une ligne pour celle de l'œil gauche). Le réseau lenti-



culaire opère alors la même sélection qu'en photo : ce sont des bandes alternées d'images droite et gauche qui apparaissent en arrière. Le second écran lenticulaire permet au téléspectateur de percevoir séparément les bandes destinées à chaque œil. Ce matériel donne un bon relief, une netteté satisfaisante, et une luminosité normale. Mais le spectateur est toujours obligé de ne pas trop déplacer sa tête.

Le relief intégral. Certains chercheurs considèrent que la combinaison du système lenticulaire et de l'émission alternée des signaux devrait permettre de prendre en considération plus de deux points de vue, jusqu'à une dizaine. Dans ce cas le téléspectateur déplaçant la tête de part et d'autre de l'axe central de l'écran ne perdrait plus l'image mais verrait le sujet sous un angle différent, comme cela se passe avec l'image holographique. Sony a déjà créé un téléviseur comportant 4 tubes cathodiques permettant ainsi d'approcher un relief plus complet que celui de la stéréoscopie.

L'idée d'un relief intégral non holographique — car l'holographie reste pour l'instant inutilisable en télévision — a été retenue par une firme californienne, Genisco Computers, qui a réalisé un procédé, le Spacegraph, donnant une image en relief dans un espace de $20 \times 25 \times 30$ cm. L'image n'est plus regardée sur un écran, mais dans un miroir parabolique placé dans l'axe de l'émission d'un tube cathodique.

Ce miroir est constitué de matière souple et vibre — à la fréquence de 32 kHz — un peu comme la membrane d'un haut-parleur, ce qui donne un foyer constamment variable. Ainsi l'image diffusée par le tube cathodique peut-elle être distribuée dans l'espace à fréquence élevée, selon un programme élaboré dès la prise de vue. Un ordinateur réalise l'assujettissement du miroir, dont les vibrations sont ainsi pilotées pour éviter les distorsions. La répartition dans l'espace des divers points d'image reconstitue un volume semblable à celui d'un hologramme. Le

(suite du texte page 152)



bélier 2000

Mützig

La qualité fait plaisir à boire.

LES CONTRÔLES RADAR : UN FILET À GROSSES MAILLES

Malgré un nombre impressionnant de procès-verbaux dressés pour excès de vitesse en France, il semble que les systèmes de contrôle radar soient encore aléatoires. En effet, que ce soit le fait d'une loi suffisamment "floue" pour être détournée, d'une défaillance technique ou de la vigilance des automobilistes qui connaissent les "trucs" pour éviter ce "troisième œil" de la police, il n'en résulte pas moins que les automobilistes s'en tirent encore à bon compte.

► C'est en 1967, au nom de la sécurité routière, qu'ont été tentées les premières expériences de limitation de vitesse sur le réseau français. Contestées, amendées, parfois rapportées, les limitations actuelles sont entrées en vigueur à titre provisoire en 1973, justifiées par le souci d'économiser l'énergie. En décembre 1981, le nouveau gouvernement a confirmé ces mesures alors que certains attendaient, à défaut d'une liberté sur autoroute, au moins une modulation dans le temps et dans l'espace, au gré des circonstances. L'exemple allemand où la vitesse est simplement conseillée sur autoroute à 130 km/h n'a donc pas été suivi.

Ainsi, tout véhicule circulant au sein de l'hexagone est astreint à ne pas dépasser certaines limites de vitesse, à savoir 130 km/h sur autoroute, 110 sur les autoroutes de dégagement à l'approche des grandes agglomérations et sur les routes comprenant deux fois deux voies séparées par un terre-plein central, 90 sur toutes les autres routes et, enfin, 60 en agglomération. Ces prescriptions d'ordre général sont parfois assorties de règles locales : il en est ainsi des rocadés et boulevards périphériques où 80 km/h est la vitesse maximale autorisée.

Mais, naturellement, ces règles sont d'autant mieux respectées par les automobilistes que les méthodes de vérification sont fréquentes et sans contestation possible. Or, il y a une vingtaine d'années, le contrôle de la vitesse s'effectuait encore d'une manière archaïque. Deux câbles étaient tendus en travers de la chaussée à 50 m de distance l'un de l'autre. Le franchissement de chaque câble déclenchait un signal et la police ou la gendarmerie, armée d'un chronomètre, mesurait alors le temps entre deux signaux. Il

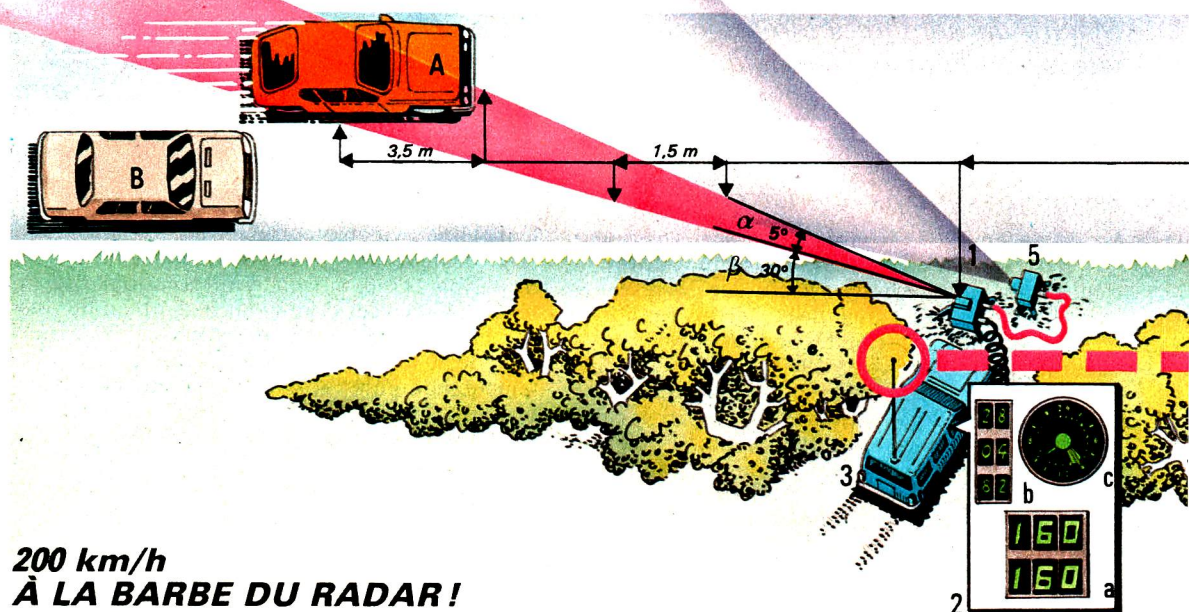
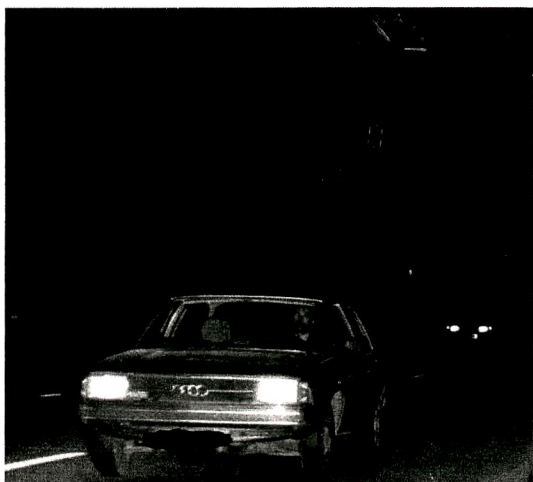
leur fallait évidemment une topographie de terrain idéale pour opérer ainsi qu'un bon champ de vision et un moyen d'interception. Les infractions relevées donnaient lieu à bien des discussions : l'espacement des deux câbles était-il bien de 50 m, le chronomètre avait-il été correctement manipulé ? Aujourd'hui, cette méthode a disparu, les seuls câbles sur lesquels roulent les automobilistes sont destinés à des opérations de comptage.

Plus récemment, le contrôle s'effectuait avec une voiture suiveuse ; en roulant à la même allure que le véhicule suivi, les forces de l'ordre, au moyen d'un compteur de vitesse étalonné, pouvaient facilement vérifier les excès. Pour éviter toute contestation — la voiture suiveuse ne roulait-elle pas plus vite que l'automobile suivie en la rattrapant ? — un gros compteur était fixé sur l'aile, deux clichés consécutifs étaient pris à vingt secondes d'intervalle sur lesquels apparaissaient à la fois le véhicule en infraction et ce même compteur. Ils attestaient ainsi, la distance entre les deux voitures étant la même, que l'automobiliste pris en chasse roulait bien, en permanence, à la vitesse relevée. Ce moyen de contrôle avait deux inconvénients majeurs : il était long et, n'ayant pas le mérite de la discrétion, il permettait à nombre d'automobilistes de passer au travers du crible.

Avec le radar, apparu au début des années 70, les méthodes de vérification connaissaient une nette amélioration, au grand dam de bien des conducteurs ! Son principe est simple : une antenne émettrice, au bord de la chaussée, envoie un faisceau d'ondes en travers de la route à une fréquence définie ; quand un objet mobile traverse le faisceau, il réfléchit les ondes vers le

récepteur lié à l'émetteur. Selon l'effet Doppler-Fizeau, le récepteur se comporte comme un observateur fixe percevant une vibration dont la fréquence est modifiée par le déplacement du mobile (plus élevée en amont, plus basse en aval). Le radar détermine alors la vitesse de l'objet qui a traversé son faisceau en décodant la variation de la fréquence réfléchiée par rapport à la constance de la fréquence émise.

En France, la gendarmerie, la police urbaine et les CRS disposent de 500 radars. Il s'agit d'un modèle construit par la Société française des instruments de mesure (SFIM), le Mesta 206, se présentant sous la forme d'un parallélépipède de 45 cm de large, 30 cm de profondeur et de 10 cm de hauteur surmonté d'un viseur. Disposés à bord d'un véhicule ou sur un trépied au bord de la chaussée, ils émettent, à une fré-



200 km/h À LA BARBE DU RADAR !

Le radar (1), disposé sur le bas-côté de la route, émet son faisceau sous un angle α de 5° avec une incidence β de 30° par rapport à la trajectoire des voitures qui, en réfléchissant cette onde, révéleront leur vitesse. La vitesse (a), la date (b) et l'heure (c) seront affichées sur un écran (2) lu par un observateur posté dans la voiture (3). Toute infraction sera transmise au poste (4) chargé de l'interception et du procès-verbal. On peut se dispenser des observateurs (3) et intercepteurs (4) en leur substituant un appareil photographique (5) qui, convenablement disposé en aval du radar et déclenché par lui,

quence tenue secrète, un faisceau de 5° d'angle, avec une incidence de 30° par rapport à la trajectoire des véhicules dont on veut mesurer la vitesse. Sur un tableau de commande, un curseur permet de déterminer la vitesse limite accordée par les contrôleurs. Chaque fois qu'un mobile traverse le champ d'action du radar, sa vitesse s'affiche et un compteur l'enregistre. Lorsque l'allure est supérieure au plafond autorisé, un signal est actionné; dès lors, deux moyens d'intervention peuvent être mis en œuvre.

Dans la première méthode, un observateur, posté devant le tableau et l'écran de commande relié au radar par un fil, constate l'infraction :

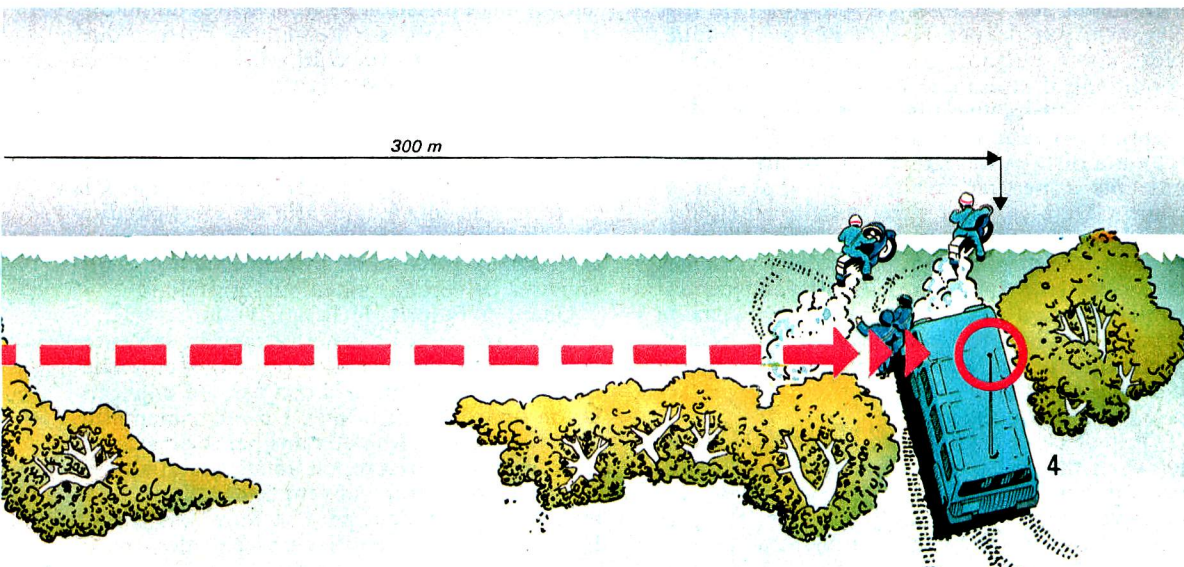
l'identification de la voiture mise en cause, est suivie de l'alerte par radio d'un poste disposé quelques dizaines de mètres plus loin, en aval, qui arrêtera l'automobiliste et dressera procès-verbal. Cette méthode a plusieurs inconvénients : elle est souvent voyante, remarquée par les automobilistes venant en sens inverse qui, au nom d'une certaine forme de solidarité, préviennent alors par des appels de phare. On peut noter que, même dans ce cas, la contribution du radar à la sécurité reste efficace, puisque la dissuasion qui en résulte compense l'absence de répression.

Une autre difficulté réside dans l'identification parfois délicate des véhicules (couleur im-

précise, marque peu connue, analogie des formes d'un modèle à l'autre) exigeant une attention très soutenue et un regard d'aigle de la part de l'agent qui constate l'infraction. Certains ont pu craindre, au début de cette pratique, que les forces de l'ordre se trouvent à la limite de l'interprétation de la loi dans la mesure où l'agent qui constatait l'infraction n'était pas le même que celui qui verbalisait. Ce litige a été levé en faisant signer le procès-verbal par les deux agents. Enfin, cette méthode est quasiment inapplicable de nuit en rase campagne.

Le deuxième moyen d'intervention lève l'essentiel de ces difficultés. Un appareil photographique, couplé au radar et situé légèrement en aval, prend un cliché du véhicule roulant à une vitesse excessive. Un prisme permet de reproduire sur la photo obtenue, outre le véhicule et son numéro d'immatriculation, les données ins-

qu'en matière d'excès de vitesse, c'était le conducteur, et non le propriétaire du véhicule, qui était responsable. En cas de photo prise de l'arrière, il était toujours loisible au possesseur de l'automobile de déclarer que, ce jour-là, il l'avait prêtée à un tiers dont il n'était pas tenu de dévoiler l'identité. Les photos prises de face permettent de mieux identifier le conducteur, d'autant que certains parquets à présent ne s'embarrassent plus de litige : ils tiennent le détenteur de la carte grise pour responsable, exactement comme pour les infractions relatives au stationnement, poussant ainsi à la délation. Ceci a pour conséquence que des poursuites peuvent s'exercer même dans le cas de "flottes" de véhicules, de société ou d'organisme de location. Devant le flou de la législation actuelle, certaines compagnies de CRS refusent de se servir du système radar Traffipax.



donnera un cliché semblable à celui figurant au-dessus du dessin. A noter que, pour éviter toute contestation, le radar n'enregistrera rien si le véhicule A ne suit pas la trajectoire présumée à l'intérieur du faisceau (s'il change de file par exemple) ni s'il accélère ou décélère à l'intérieur du faisceau. Mais un tel comportement du véhicule est pratiquement impossible, compte tenu de la faible distance (3,5 m au plus). De même, la vitesse ne sera pas relevée si un autre véhicule coupe le faisceau en même temps. Dans le cas présent, même si A et B font du 200 à l'heure, cet excès de vitesse ne sera vraisemblablement pas relevé, puisque B entrera dans le faisceau alors que A n'en sera pas tout à fait sorti.

crites à l'écran du radar : date, heure et vitesse. L'appareil photo, de marque allemande Traffipax, est chargé de films usuels comportant 36 vues. Un opérateur posté à proximité, compte les coups de flash et le recharge au 36^e signal ! Les films collectés sont ensuite développés et les voitures identifiées à partir de leur numéro minéralogique. Au départ, la photo à charge était directement envoyée à l'auteur de l'infraction, mais l'indélicatesse du procédé, le risque sérieux d'immixtion dans la vie privée fut très rapidement dénoncé et, désormais, la photo "compromettante" est tenue à la disposition, à la fois de l'usager et du tribunal.

D'autre part, il a longtemps été convenu

En outre, la photo peut parfois devenir un document accablant : ainsi tel automobiliste surpris à 165 km/h le visage tourné vers les passagers arrière(!), tel chauffeur de car roulant à 115 km/h en tenant son volant du bout des doigts de la main gauche et son accélérateur du bout du pied gauche, debout, cherchant visiblement à récupérer un objet qui avait glissé sur la partie droite de son tableau de bord ! Les seuls usagers de la route qui puissent se permettre quelques libertés avec les limitations de vitesse sont les motocyclistes. En effet, sur la photo de face le numéro minéralogique n'apparaît pas, ce qui rend impossible l'identification du contrevenant. A l'inverse nul automobiliste

n'est à l'abri d'un éventuel contrôle.

En 1981 les gendarmes ainsi ont dressé 437 541 procès-verbaux, les CRS 169 754, et les polices urbaines 181 604. Au total 788 604 usagers ont été sanctionnés ! Nombre d'entre eux sont tombés dans ce qu'ils considèrent, à tort ou à raison, comme de véritables pièges : il est très facile de dissimuler un radar ou un véhicule d'observation dans une cour de ferme, par exemple, pour surprendre tous les automobilistes dépassant 60 km/h à la sortie d'un village désert. Certains manquent cruellement de discernement et arrivent à plus des 130 km/h prescrits sur autoroute, à l'approche d'un péage, où ils devraient pourtant se douter que tout est en place pour les "accueillir". Beaucoup, ignorant les possibilités du Traffipax, croient pouvoir s'octroyer une entière liberté la nuit.

Il n'est pas dans notre intention de juger du bien-fondé des contrôles de vitesse ou de leur élégance, pas davantage d'inciter à la fraude. Néanmoins, quelques précisions concernant les conditions d'utilisation du radar permettront aux conducteurs attentifs d'éviter les mauvaises surprises. Il faut donc savoir qu'un radar est toujours disposé dans une ligne droite : il n'est pas apte à mesurer la vitesse en virage ou en courbe. De plus, pour parer à toute ambiguïté, les Mesta 206 actuellement en service ne donnent aucune information quand deux véhicules traversent en même temps le faisceau, pas davantage lorsqu'un véhicule ne coupe pas le champ d'ondes sous l'incidence prévue (changement de file par exemple) ou quand la vitesse n'est pas constante à l'intérieur du faisceau (accélération ou décélération).

On pourrait ainsi, théoriquement, faire le trajet Paris-Marseille sans se soucier des limitations de vitesse, mettant en défaut tous les radars de rencontre, à condition de freiner et d'accélérer constamment, de rouler à deux voitures de front (!) ou, moins risqué, en s'astreignant à maintenir un faible écart entre les pare-chocs, ou à zigzaguer en permanence. On le voit, la méthode est pour le moins dangereuse. Mieux vaut scruter l'horizon : le radar est en général dissimulé près d'une pile de pont, sur un talus, parmi les fourrés, et cela en bordure des voies de droite ou de gauche. Mais il faut l'apercevoir avant de passer à sa hauteur !

Prenons le cas d'un radar situé à 1,50 m de la voie de droite d'une autoroute : la vitesse d'une automobile circulant sur cette même voie sera mesurée à 6 m en amont du radar et sur une distance de 1,50 m seulement ; ainsi, un usager roulant sur la voie de gauche traversera le faisceau à une douzaine de mètres du radar et son allure sera contrôlée sur un peu moins de 3 m. En cas de circulation dense, on peut sans risque rouler à la vitesse du flot général, même si elle est supérieure à la limite autorisée : les moyens de contrôle sont impuissants à sanctionner un très grand nombre d'infractions à la fois. Nous avons passé un moment avec la CRS 5 sur l'autoroute A6, à l'approche de Paris. A cet en-

droit, la vitesse prescrite est de 110 km/h, et le radar était calé à 145 km/h. En 90 minutes, 3 820 voitures sont passées, dont 27 au-delà de 145 (qui ont été interceptées), avec un "record" de 171 km/h. La vitesse moyenne du flot oscillait entre 120 et 130 km/h. Au même endroit, la nuit, le seuil est porté à 165 km/h pour ne pas avoir à changer le film du Traffipax à trois reprises en vingt minutes !

Dans le même secteur, les infractions relevées en 81 sur une voie limitée à 110 s'établissaient à une moyenne de 145 km/h ; sur une route où la vitesse est limitée à 90, la moyenne était de 123 et, dans la cuvette de l'Essonne, les poids lourds en faute (dépassant 60 km/h) roulaient en moyenne à 96 avec un record de 128 km/h !

On n'ose imaginer ce que seraient les vitesses sans les contrôles pourtant fréquents ! L'administration astreint, en effet, les services contrôleurs à une utilisation de trois heures minimum, et ce chaque jour sur l'ensemble du territoire. En 1981, ce sont près d'un million d'heures de contrôle qui ont été effectuées auxquelles se sont ajoutées des opérations spéciales, laissées à la discrétion des préfets : deux fois par mois, cinq heures de contrôle exceptionnel sont créées et les dossiers doivent être transmis à la préfecture le soir même, afin de court-circuiter toute tentative de détournement de certains procès-verbaux grâce à l'influence des relations privilégiées de certains auteurs d'infractions.

Quant à l'esprit de la loi, la jurisprudence n'établit pas de règle générale précise, la variété des délits et l'appréciation personnelle de chaque tribunal ajoutant à la confusion d'une législation pour le moins floue. Un radar bien utilisé, et vérifié tous les deux ans par le service des instruments de mesure, est un appareil fiable en soi. Mais, il est trop souvent utilisé d'une façon approximative ! Cela peut se faire soit par un homme qui doit identifier un véhicule à partir d'un numéro d'immatriculation qu'il n'a pas toujours le temps de lire entièrement, soit au moyen d'une photo servant de preuve, mais pouvant donner prise à bien des suspensions.

Le radar, malgré les progrès apportés, n'est pas toutefois encore un moyen dont l'efficacité est absolue. D'autres techniques sont en développement : on essaie ainsi des "pistolets" qui offrent la possibilité de relever la vitesse des conducteurs à partir d'un véhicule en mouvement (le procédé est en usage aux USA). Les autorités s'intéressent aussi au radar suisse Multinova qui délivre instantanément une carte sur laquelle sont portés tous les éléments de l'infraction (mais l'appareil coûte 200 000 F !). On envisage enfin à terme l'installation de boucles noyées dans le revêtement reliées à un système entièrement automatique. Mais, comme le progrès n'est pas à sens unique, beaucoup s'inquiètent de la prolifération des systèmes anti-radar (prévenant de la présence de ce moyen de contrôle ou en brouillant la mesure) dont, bien entendu, l'usage est interdit par la loi.

Luc AUGIER ■

LIVRES

LE MALENTENDU ENTRE SAVANTS ET PROFANES

Un sondage effectué à deux reprises par la Commission des Communautés européennes auprès de 9 000 Européens a révélé que 66% d'entre eux croient à la possibilité d'effets non militaires très dangereux de la science. 19% seulement n'y croient pas. C'est un exemple de plus du malentendu qui existe entre savants et profanes.

Deux ouvrages récents permettent, si on les associe, de juger de ce que malentendu est encore plus impardonnable que tout autre. Dans *le Monde en danger*(¹), Édouard Bonnefous dresse un inventaire complet de tout ce qui ne va pas dans le monde et qui menace plus ou moins gravement l'avenir de l'humanité : course aux armements (les savants n'y sont pour rien), menace d'apocalypse nucléaire (les savants n'ont aucun pouvoir sur elle), violence terroriste (les savants n'y sont non plus pour rien), déséquilibre entre pays riches et pays pauvres (les savants s'efforcent, au contraire, d'y remédier), menaces sur la nature (les savants ont été les premiers à les dénoncer), urbanisation et déshumanisation outrancière du cadre de vie (les savants n'y sont pour rien). Tous les dangers que voilà, et dont M. Bonnefous fait une description détaillée et compétente, sans oublier d'y ajouter ce que l'on pourrait leur apporter comme remèdes, n'ont strictement rien à voir avec la science, pour dire le moins. En fait, la communauté scientifique internationale, du moins celle du monde libre, et même souvent du monde qui n'est pas si libre ou qui ne l'est pas du tout, n'arrête pas de déplorer, d'analyser, de conseiller et remédier, dans la mesure du possible. Sans doute le public n'en est-il pas informé.

L'autre livre qu'il faut lire, de préférence après celui de M. Bonnefous, pour reprendre un peu confiance quand même, est celui de Mac Farlane Burnet, l'un des

fondateurs de l'immunologie et prix Nobel 1960 : *le Programme et l'erreur*(²). C'est un des ouvrages que toute personne plus ou moins intéressée aux bénéfices de la biologie devrait lire. Il n'est pas réservé aux spécialistes, Burnet écrivant simplement et clairement. Il explique longuement la peine que les biologistes ont prise pour comprendre les mécanismes fondamentaux de la vie, et plus particulièrement ceux de l'hérédité et du vieillissement. La vieillesse l'intéresse particulièrement, du fait qu'elle pourrait expliquer bien des mutations qui laissent les généticiens sur leur faim ; elle serait due à des erreurs dans la duplication et la réparation de l'ADN et aussi à une prédisposition naturelle à l'erreur de certains gènes et, plus précisément, du complexe enzymatique appelé ADN polymérase. De là procèdent sans doute bien des mécanismes de l'évolution ; de là procèdent aussi les cancers et la mort. Burnet en est convaincu et son analyse des erreurs patentes de réplication qui aboutissent à certaines maladies rares, comme la xérodermie pigmentaire, est assez convaincante pour qu'on le suive sans difficulté quand il extrapole au cancer et à la mort.

Nous ne ferons que deux réserves.

La première sur la défense de la peine de mort que Burnet a cru nécessaire d'insérer dans son livre.

Le célèbre savant trouve préférable de tuer les gens plutôt que de les laisser en vie en prison. La seconde réserve porte sur le rejet catégorique de l'origine virale du cancer, qui semble plus qu'infirmé

par les travaux récents. Certes, les cancers ne sont pas causés seulement par des virus, et les erreurs de réplication de l'ADN représentent sans doute la caractéristique fondamentale de ces cellules paradoxalement "jeunes" que sont les cellules cancéreuses, mais le rôle des virus, qui semble bien être de fausser aussi la réplication, ne peut plus être rejeté avec autant de force.

Cela mis à part, l'ouvrage de Burnet montre bien que ce qui anime les savants n'est certes pas l'indifférence à l'égard du monde où nous vivons, et encore moins le désir de saccager l'Univers. Si les savants gouvernaient, la vie serait plus que probablement plus raisonnable et plus agréable.

Gerald MESSADIÉ

JEAN JUDET

CHIRURGIEN DE PÈRE EN FILS

Arthaud, 203 p., 48 F, 60 F franco.

L'auteur applique au langage la concision qui est de rigueur dans son métier. Après quelques souvenirs, qui situent le climat moral où il a été formé, il prend position : « Il ne faut pas laisser s'établir la notion du médecin interchangeable » ; on devine qu'un tel axiome ne sera pas du goût de tous. Il rappelle la responsabilité morale du médecin : « Il serait très utile qu'à la faculté de médecine soit dispensé un enseignement des qualités morales et psychologiques que doit posséder le médecin. » Un médecin n'est pas un plombier, ni un électricien, voilà qui va aussi indisposer certains.

(1) Éditions du Moniteur, 17, rue d'Uzès, 75002 Paris, 267 p., 64 F, 75 F franco.

(2) Albin Michel, 362 p., 75 F, 87 F franco.

Il défend la médecine privée, qui souvent coûte moins cher à l'État que l'hôpital. Il s'en prend à certains philosophes de l'euthanasie, dont il cite un texte devenu trop fameux. Il remet l'inepte Illitch à sa place : « On peut toujours, lorsqu'on a une diphtérie ou un tétanos, laisser agir la "bonne nature" selon Illitch et Bocquet. Le résultat est bien connu, puisqu'au seuil de notre époque il en était ainsi et que cela se soldait par une effroyable mortalité. » Bref, on peut compter sur le Pr Judet pour débrider les plaies.

G.M.

JACQUES DUMAS

FORTUNE DE MER À L'ÎLE MAURICE

Diffusion Glénat, album couleur,
112 p., 120 F, 132 F franco.

JEAN FOUCHER-CRÉTEAU

MAGIE DES PROFONDEURS

Presses de la Cité, album couleur,
120 p., 70 F, 85 F franco.

ROLAND MORRIS

HMS COLOSSUS

Éd. France-Empire, 258 p., 58 F,
70 F franco.

Alors que la plongée sportive risquait d'être réduite à une pratique routinière, elle trouva son second souffle grâce aux travaux d'historiens maritimes passionnés, et à la ténacité des coureurs de fonds marins. Certes, les amphores de Méditerranée avaient longtemps excité la convoitise des plongeurs et retenu l'attention des scientifiques, mais elles faisaient souvent oublier le bateau qui les transportait, les raisons pour lesquelles ce bateau avait sombré, la culture dont il était porteur.

Plusieurs fabuleuses trouvailles de galions espagnols, jonques chinoises et navires contemporains ont provoqué le bond en avant de l'exploration sous-marine et donné son départ à la grande course aux épaves dans toutes les mers. Trois livres récents montrent comment les découvertes sous-marines conduisent à la connaissance d'une "Histoire" cachée dont la lecture et l'interprétation s'étendent à mesure que sont explorés et étudiés les fonds marins : variations du niveau des mers, ports submergés, épaves, produits des fouilles...

Avec *Fortune de mer*, Jacques Dumas démontre magistralement l'ef-

ficacité des moyens et méthodes modernes des chercheurs sous-marins. Un document manuscrit de 1670 livre quelques indices dont l'exploitation décide l'auteur à organiser une expédition. D'autres renseignements recueillis dans les archives maritimes au prix d'un travail de bénédictin permettront la localisation de l'épave sur le terrain. Il s'agit du *Banda*, navire amiral d'une flotte hollandaise qui faisait route d'Insulinde vers l'Europe en 1615 et qu'un cyclone frappa à l'île Maurice. Après plus d'un an de plongées laborieuses, l'expédition récupère monnaies, instruments nautiques et surtout une merveilleuse collection de porcelaines chinoises de l'époque Ming.

C'est un exemple : chaque épave livre un moment de l'histoire, une tranche de vie homogène avec armes et bagages, ustensiles, objets d'art, monnaies ; elle restitue en bloc des informations incomparables sur une époque donnée. C'est toujours vrai, qu'il s'agisse d'un gaoul phénicien, d'une trirème romaine, d'une nef des Croisés, d'un monitor de la guerre de Sécession. L'expédition de *Fortune de mer* opérait en mers tropicales.

Avec *HMS Colossus*, de Roland Morris, nous nous enfonçons sous les eaux des Sorlingues, au sud-est des Cornouailles assaillies par les fureurs de l'Atlantique. C'est là qu'à bord du *Colossus*, le *Big C*, grand vaisseau de guerre des escadres de Nelson, durement touché au cours des batailles contre Français et Espagnols, le commandant George Murray pouvait croire qu'il avait conduit son navire à bon port, en décembre 1798. Espoir balayé par le vent du sud ! Les lames impitoyables d'une formidable tempête jetteront le navire à la côte et l'épave de ce *Colossus*, qui porte bien son nom (1700 tonnes, 74 canons), disparaîtra pendant près de deux siècles, avalée par l'océan. Par une douzaine de mètres de fond !

Ce mystère, Roland Morris, vétéran "pied lourd" qui fouille les Sorlingues depuis 40 ans, le dissipera en une phrase : « Dans l'archipel, il peut se former un banc de sable de sept mètres d'épaisseur au cours d'une seule tempête du sud-ouest ! » Avec ses trois coéquipiers, il retrouvera le vaisseau enseveli dans un "tombeau" de vase granitique, couvert de rochers et d'une forêt d'algues hautes comme des arbres. Pourquoi cet acharnement ? Le *Colossus* transportait un inestimable trésor de vases et poteries, chefs-d'œuvre de l'art grec antique...

Nous entrons alors dans une captivante histoire vraie, celle de la belle Emma Hamilton, de son époux lord Hamilton et de l'amiral Nelson. Nous rencontrons même Goethe au détour d'une page. Mais laissons au lecteur le plaisir de plonger sur l'épave et dans les péripéties de l'aventure, d'autant que la traduction française du livre est d'une qualité remarquable. Roland Morris écrit : « Je voulais reprendre à la mer ce qu'elle avait volé à l'homme depuis des siècles. »

Il est curieux et significatif de trouver à peu près la même phrase dans *Magie des profondeurs* de Jean Foucher-Créteau. Il fait le point sur un demi-siècle d'exploration des épaves et de chasses au trésor. Avec des dizaines d'exemples surprenants, de récits et de témoignages, il prouve que les chercheurs sous-marins font œuvre de "sauveteurs" et que la plupart des acquisitions historiques faites par l'archéologie sous-marine ne sauraient leur être contestées.

Jean-Albert FOËX

LIONEL BELLENGER

LES MÉTHODES DE LECTURE

PUF Coll. « Que sais-je ? », 18,50 F,
24,50 F franco.

Ceux qui n'aiment pas lire ont eu de mauvais professeurs, et c'est dommage, car la lecture, élément essentiel de la communication, commande l'acquisition des connaissances et la mise en valeur des capacités ; c'est donc un facteur de promotion professionnelle et sociale. Les Américains, qui l'ont compris, ont mis au point des techniques de lecture rapide, qui sont bien utiles aux présidents d'États ou de sociétés, mais pas à tout le monde. Car passe de dépiauter de l'œil un rapport ou un manuel technique, mais dépiauter ainsi Balzac, c'est en ôter tout l'intérêt et se priver de cette « faculté de ruminer » chère à Nietzsche et qui est la part la plus féconde de la lecture.

Ce petit livre ne donnera sans doute pas le goût de lire à ceux qui ne lisent pas, puisqu'ils ne le liront pas plus que le reste. Mais il peut aider certains à retrouver du plaisir au texte imprimé ; il peut surtout aider des professeurs à mieux enseigner la lecture, à la condition qu'ils la présentent comme une manière de former le jugement, donc comme une technique de maturation, et non comme un penum.

Christian RABIER

QUESTIONS À UN VOLCANOLOGUE : MAURICE KRAFFT RÉPOND

*Inf-Hachette, 325 p., 45 F, 57 F
franco.*

Lorsqu'il n'est pas sur un volcan pour l'ausculter, Maurice Krafft parcourt la France, donnant des conférences sur la volcanologie pour le journal *Connaissance du monde*. A cette occasion, le public lui pose de multiples questions sur les éruptions, le métier de volcanologue, les risques de tremblements de terre dans nos régions, la surveillance des volcans dans le Massif Central... C'est en groupant une centaine de ces questions et les réponses qu'il leur apporte, que Maurice Krafft a écrit son livre. Ainsi, d'emblée, il instaure avec ses lecteurs un dialogue direct qui lui permet d'aborder sans transition les sujets les plus divers et de donner une grande densité d'informations et d'opinions en un peu plus de deux cents pages.

Viennent tout d'abord les questions élémentaires : qu'est-ce qu'un volcan ? D'où vient le magma ? Combien de volcans dans le monde ? Y a-t-il des volcans sur la Lune ? Les réponses, souvent inattendues, font volontiers appel à l'anecdote : chemin faisant, nous apprenons les exploits du sculpteur suisse André Bucher travaillant des structures de lave directement dans la matière en fusion au bord des coulées de l'Etna, ou bien nous découvrons comment réveiller un geyser endormi en laissant tomber un morceau de savon, en abaissant la tension superficielle du liquide et en produisant un grand nombre de bulles, ce qui réduit la pression hydrostatique et permet à l'eau profonde surchauffée de se transformer en vapeur et de provoquer l'éruption.

Dans la seconde partie de l'ouvrage, les grands thèmes sont abordés. Peut-on prévoir les éruptions ? Cela permet de parler des événements récents comme l'affaire de la Soufrière en 1976 ou l'éruption du Mont St-Helens en 1980. La géothermie a-t-elle un avenir en France ? La Provence ou l'Alsace peuvent-elles être en partie détruites par un séisme ? Autant de sujets brûlants qui, périodiquement, déclenchent d'âpres débats. Toutefois Maurice Krafft se veut neutre et souhaite éviter la polémique et les luttes de clans qui souvent divisent les volcanologues.

Mais la neutralité n'est qu'une fiction (quand elle n'est pas une hy-

pocrisie) et Maurice Krafft n'en prend pas moins position, affirme ses points de vue, souvent opposés à ceux d'autres volcanologues. Les initiés ne s'y tromperont pas et seul le public ne pourra situer les conflits, car aucun nom n'est donné. Décision sage car, dans ce livre, le jeu des questions et des réponses ne constitue qu'un survol des grands dossiers récents de la volcanologie.

Pour Maurice Krafft, en effet, il s'agissait essentiellement d'initier le lecteur aux multiples aspects du phénomène volcanique et aux problèmes qu'il pose. L'ouvrage se veut de large vulgarisation. Il est d'une lecture facile, sans jamais ennuyer, et tient ainsi fort bien sa promesse.

Roger BELLONE

GÉRARD HOLTON

L'IMAGINATION SCIENTIFIQUE

*Gallimard, 487 p., 165 F, 182 F
franco.*

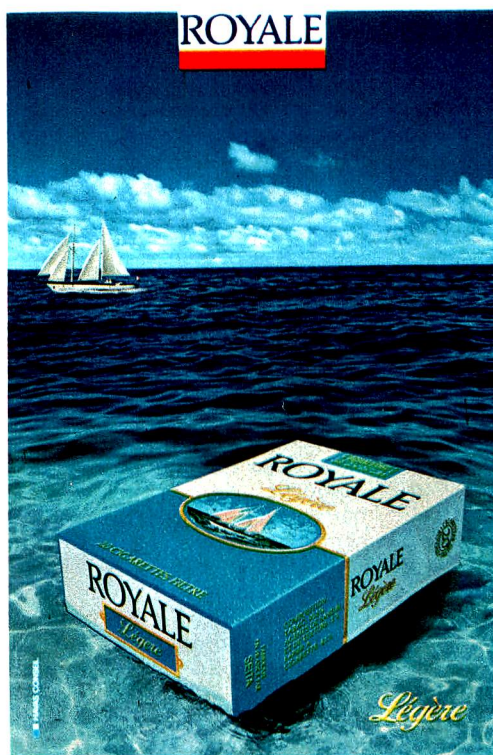
L'imagination est par principe vagabonde. Mais imprévisible ? Pas tant qu'on le croirait : chez le savant comme chez l'artiste, elle reste soumise aux mêmes influences culturelles ou politiques de l'époque. L'objet du livre de Gérard Holton, titulaire d'une chaire de physique et d'une chaire

d'histoire de la physique à Harvard, est d'étudier les multiples naissances des découvertes scientifiques. Quelle force pousse donc un savant à rompre avec des traditions ? D'où provient l'intuition qui l'entraîne vers de nouvelles théories ?

L'auteur, pour y répondre, fait appel d'une part à une analyse logique, sociologique, psychobiographique, etc. et, d'autre part, à une analyse thématique. A cet égard, il recherche, comme un musicologue, les motifs récurrents des œuvres scientifiques. Dans les sources des controverses, dans les voies qu'un savant défendra contre toute logique, l'auteur retrouve ces couples opposés, tels que continuité-discontinuité, qui entraînent dans chaque camp des adhésions parfois irrationnelles.

Comment Johannes Kepler fut-il conduit à transformer un cosmos immuable en un ensemble dynamique ? Pourquoi plaça-t-il le Soleil au centre d'un système, comme on placerait un Dieu ? La théorie de l'atome de Niels Bohr, déchirée par ses contradictions, comment et d'où vit-elle le jour ? Quelles sont les origines des théories d'Einstein ? Gérard Holton termine son ouvrage sur les rapports entre hommes de science et problèmes sociaux. Pour amateurs avertis.

Sven ORTOLI



meilleures. De plus, les mouvements d'une flotte dans un combat classique se feront avec un arrière-plan de dissuasion nucléaire, et donc seront bridés par des considérations qui ne s'accorderont pas forcément avec la meilleure stratégie.

Ces données étant prises en compte, une flotte répartira ses forces autour d'un cœur constitué d'un porte-avions et de bâtiments de soutien logistique (pétroliers ravitailleurs, navires-ateliers, etc.). Même s'il fait un peu figure de monstre antédiluvien en raison de taille, de sa lourdeur et surtout de sa vulnérabilité face à des attaques sous-marines ou par missiles, le porte-avions est le seul moyen de s'assurer, loin du pays, la maîtrise des airs. Sa puissance étant avant tout celle de ses avions, il y a évidemment des différences notables entre les diverses marines. Des unités de l'US Navy groupées autour d'un porte-avions susceptible de mettre en œuvre près de 100 avions et hélicoptères, dont des avions d'assaut, de reconnaissance et surtout des avions d'interception extrêmement sophistiqués comme les *F 14 Tomcat*, qui sont capables d'attaquer 6 appareils ennemis à la fois, ne se comporteront pas comme des unités regroupées autour d'un porte-avions plus modeste.

On a pu constater à quel point la flotte anglaise a été pénalisée dans la guerre des Malouines par le fait qu'elle ne possédait plus, depuis la mise en retraite du porte-avions *Ark Royal*, que des porte-aéronefs utilisant essentiellement des hélicoptères et des avions d'assaut *Sea Harrier*. Ces avions, qui ont l'avantage d'être à décollage court ou vertical (ADAC/ADAV), ont le désavantage d'avoir un faible rayon d'action et, surtout, d'être conçus plus pour l'assaut que pour l'interception d'avions ennemis. Il est vraisemblable que les pertes anglaises auraient été moins lourdes s'ils avaient pu s'assurer une plus grande maîtrise des airs, c'est-à-dire s'ils avaient eu de véritables porte-avions, comportant à la fois des avions d'assaut et des avions d'interception (cas du *Ark Royal*). On peut maintenant supposer que, à la suite de cette guerre, les crédits qui devaient être utilisés pour la dissuasion nucléaire, seront en partie réorientés vers la marine traditionnelle. On peut aussi supposer qu'en France la décision de construire 2 porte-avions nucléaires (destinés à remplacer le *Foch* et le *Clemenceau* au début des années 1990) sera activée pour la même raison.

Le porte-avions et les bâtiments de soutien logistique et de débarquement seront escortés par diverses frégates et des bâtiments lance-missiles destinés à assurer une protection immédiate anti-sous-marin et antiaérienne. Ensuite, un certain nombre de barrages successifs seront établis autour de ce cœur afin de lui assurer un volume de sécurité suffisant (voir dessin p. 86). On disposera également une série de navires lance-missiles à environ 100 milles nautiques du

porte-avions. Ces bâtiments serviront de piquet rapproché, c'est-à-dire étendront la zone contrôlée par les radars du porte-avions. Ensuite, une deuxième série de navires lance-missiles sera établie en piquet radar éloigné, soit à 200 nautiques environ du porte-avions. Ces bateaux, associés aux avions de veille éloignée, assureront une extension suffisante de la zone de détection pour que la flotte ne soit exposée aux attaques ennemies. Par contre, ces éclaireurs seront eux-mêmes particulièrement vulnérables.

En théorie, une escadrille ennemie désireuse d'aller couler la cible privilégiée que représente le porte-avions, devra d'abord passer le premier piquet radar, s'exposant par là même à être attaquée par les missiles mer-air des navires ; elle devra ensuite franchir le second piquet radar et elle risquera alors d'être attaquée par la chasse embarquée sur le porte-avions. Ce n'est qu'après cette double épreuve qu'elle pourra larguer ses missiles (par exemple à une distance qui correspond à la portée d'un *Exocet AM 39*, soit environ 70 km). A ce moment-là, il ne restera plus aux navires qu'à lancer leur arsenal de contre-mesures électroniques, nuages de *chaffet* et autres brouillages et, en dernier recours, si le missile n'a pas été détourné, à utiliser leurs éventuels missiles antimissiles, canons Phalanx ou, pourquoi pas, à tirer simplement de gros obus en direction du missile, en espérant qu'une gerbe d'eau le dévia au passage.

L'avènement des missiles antinavires n'a pas fait que souligner l'importance des porte-avions ; ces missiles à petite charge étant d'ailleurs conçus pour blesser et rendre inutilisable un navire que pour le couler, le blindage qui avait été plus ou moins abandonné, pourrait redevenir d'actualité. Il conviendrait également de repenser la structure interne d'un navire, que ce soit en protégeant mieux le centre d'opérations, autrement dit le système nerveux électronique du bâtiment, ou en prévoyant des corridors d'accès aux machineries moins larges, afin de pouvoir contrer plus aisément les incendies, ou encore en utilisant l'acier plutôt que l'aluminium.

Sur ce dernier point, l'incendie de la frégate *Antelope* est un exemple à méditer : l'aluminium dont le point de fusion est assez bas (660°) brûle facilement à l'air libre et rend donc la lutte contre les incendies extrêmement difficile. Évidemment, ce genre d'améliorations se fait au détriment du navire, tout du moins au détriment du confort des marins.

L'avènement des missiles n'a donc pas primé les marines de surface, mais il a contribué à diminuer le fossé existant entre les grandes et les petites marines. Un petit pays qui aurait beaucoup de côtes à défendre et peu de territoire à protéger pourra s'équiper à moindre frais de vedettes lance-missiles capables d'attaquer les plus puissants croiseurs.

**Jean-Robert DAUMAS
et Sven ORTOLI ■**

Nous ne suivons pas la mode du pessimisme.



Aujourd'hui, la mode est au pessimisme.
Nous ne suivons pas cette mode.

Nous vivons avec notre temps, au rythme du monde et à l'heure de l'information.

Chaque jour, nous analysons toutes les données économiques, politiques et technologiques, nationales et internationales, afin de les adapter à notre instrument de travail: les marchés financiers.

Notre métier, c'est le capital. Nous savons que seuls des professionnels confirmés sont à même d'apporter des conseils

et de gérer un patrimoine.

C'est ce que nous faisons chaque jour pour les particuliers et les entreprises qui sont nos clients.

Nous avons choisi de suivre régulièrement une sélection de sociétés françaises et étrangères dans des secteurs d'avenir.

C'est en les évaluant attentivement et en analysant leurs perspectives que nous parvenons à saisir les moments favorables pour investir.

Nous accordons beaucoup d'intérêt à l'évolution du marché

des obligations.

Ce dernier ouvre maintenant des perspectives et des possibilités nouvelles.

Nous sommes des experts de l'observation.

Pour nous, chaque détail, chaque signe a son importance, et en bourse, c'est cela qui fait la différence.

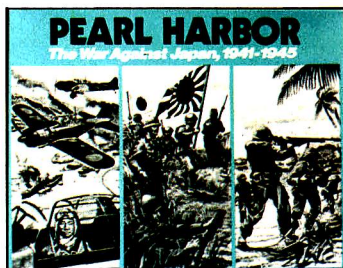
Des observateurs économiques, des analystes politiques, nous sommes tout cela à la fois, pour mieux exercer notre seul et véritable métier: agent de change.

X. Dupont F. Denant, agents de change.

42, rue Notre-Dame-des-Victoires, 75002 Paris.
Tél. 233.44.63.

JEUX STRATÉGIQUES

"PEARL HARBOR" : UNE DÉBAUCHE DE COMBATS



► En guise de prologue à la présentation de leur jeu, les éditeurs de "Pearl Harbor" nous rappellent les grandes causes du déclenchement de l'offensive-éclair japonaise dans le Pacifique, en décembre 1941. Ils évoquent ainsi l'embargo pétrolier appliqué dès le début de l'année 41 par les États-Unis, la Grande-Bretagne et les Pays-Bas à l'encontre du Japon. Le but de l'opération était clairement défini : il s'agissait de contraindre l'Empire du Soleil levant à évacuer les territoires chinois occupés par les forces nippones depuis plusieurs années. Malheureusement, le Japon n'accepta pas l'ultimatum et, comme son ravitaillement en pétrole dépendait entièrement de ses adversaires, il résolut de se servir lui-même en chassant du Sud-Est asiatique ceux qui prétendaient lui dicter sa conduite. Ce fut Pearl Harbor...

Nous avons vraiment affaire à un jeu stratégique, et c'est le moins qu'on puisse dire, puisque le champ d'action qu'on nous propose s'étend de Bombay et de l'océan Indien jusqu'aux îles Hawaï, en passant par les Aléoutiennes, l'Australie, la Sibérie soviétique et, bien entendu, tout ce que le Sud-Est asiatique comporte d'îles et d'archipels, dont les immenses Indes néerlandaises. Contrairement à la plupart des jeux offerts sur le marché, "Pearl Harbor" n'est pas spécialisé dans l'une des trois armes : aussi bien les forces terrestres que les diverses aviations et que les marines de toutes les nations intéressées de près ou de loin aux opérations du Pacifique sont présentes. Bien entendu, ceux qui tenaient les premiers rôles tiennent la plus grande place, au point que les forces américaines et japonaises se trouvent elles-mêmes séparées en deux entités distinctes : l'armée et la marine, avec chacune leur avia-

tion fonctionnant suivant des règles spécifiques. Mais les "seconds" rôles sont également tenus comme il convient... Voici les Britanniques, les Australiens, les Chinois — aussi bien ceux du Kuomintang que les hommes de Mao —, les Soviétiques, les Français d'Indochine et même les Allemands, au terme d'une éventuelle intervention par l'Ouest après la victoire de Rommel en Égypte... En revanche, les malheureux Hollandais ont été oubliés !

Le jeu. Au nom de cette pluralité, le code des couleurs pour les divers pions du jeu n'est pas une petite chose : pas moins de 14 combinaisons différentes, ce qui garantit a priori une carte des plus colorées. Cela étant, et mise à part la gaité du bariolage, "Pearl Harbor" peut difficilement être rangé parmi les jeux simples, et le seul énoncé de la séquence de jeu prouve déjà que les créateurs du jeu aiment fouiller dans le détail. Le premier segment est celui de la décision stratégique. Le joueur "japonais" — c'est lui qui ouvre le feu — inventorie les objectifs qu'il contrôle, l'étendue de sa zone d'influence déterminant l'importance des points de ressources qu'il reçoit de manière à pouvoir ensuite activer ses renforts et monter des opérations de grande envergure.

Le second segment est celui du mouvement. Les unités terrestres navales et aériennes sont déplacées à volonté et, en particulier, les unités navales reçoivent chacune une mission précise : attaque, soutien, débarquement, patrouille ou transport. En troisième lieu, le joueur attaqué peut, dans la limite d'un rayon d'action qui varie suivant les unités, intercepter et combattre les forces assaillantes. Le quatrième segment est celui du combat, chaque arme d'une nationalité quelconque ayant le droit de lancer six attaques par tour. Là, le découpage du segment est précis. Les combats strictement aériens ouvrent le feu, suivis successivement par les bombardements aériens des objectifs terrestres (précédés eux-mêmes par le feu de la DCA), par les bombardements aériens des objectifs navals (encore avec DCA...), les vagues successives d'attaque des aviations embarquées, les combats navals, les bombardements côtiers par les unités navales, les opérations am-

phibies puis, pour terminer, les combats terrestres !

Après cette débauche d'activités guerrières, un segment de réorganisation ne paraît pas superflu. Il permet aux diverses unités aériennes et navales de retourner à leurs bases, la destruction de ces dernières au cours des combats précédents entraînant l'élimination des unités privées de leur soutien logistique. Enfin, en dernier

qui augmente sa vulnérabilité au cours des attaques terrestres qui suivront. En revanche, les combats purement aériens ou navals connaissent deux genres de résultats : les unités endommagées sont renvoyées à un pool d'où elles pourront ensuite ressortir moyennant la dépense d'un certain nombre de points de ressources, tandis que les unités détruites sont purement et simplement retirées du jeu.



lieu, le chapitre des activités économiques est ouvert. Grâce à son stock de points de ressources, le joueur japonais active ses renforts, réorganise ses unités fatiguées ou endommagées par les combats, construit ou reconstruit les bases sur lesquelles ses troupes s'appuieront au cours de leurs actions futures, redistribue le cas échéant ses effectifs entre les divers points d'opérations et décide à l'avance de ses réactions face aux futures opérations adverses. Et, tout ce travail accompli, c'est au tour du joueur allié de répéter le même processus, ce qui prend, on le devine, un certain temps...

Les combats et leur résolution ne demandent pas moins de six tableaux spécialisés, les résultats variant en fonction des caractéristiques des belligérants. Les bombardements aériens ou navals n'entraînent pas la destruction de l'adversaire mais sa désorganisation,

Quant aux combats terrestres, ils se soldent par la destruction ou la retraite de l'un ou l'autre des adversaires (parfois les deux), compte tenu de divers correctifs apportés en fonction du terrain ou des conditions atmosphériques. Coloriée dans des tons "violents", la carte en papier fort est divisée en deux parties qui se juxtaposent pour le jeu. L'ensemble est relativement encombrant mais il est possible à la rigueur de résoudre le problème, en usant d'un cutter ou d'une vulgaire paire de ciseaux pour séparer de la carte elle-même l'ensemble des tableaux destinés à répartir les unités disponibles au sein des différents pools, ainsi que les unités navales regroupées en escadres. Ce système n'est d'ailleurs pas critiquable en soi car il dégage la carte de tout un encombrement d'unités diverses, seuls les pions spécifiques à chaque escadre étant présents.

"Pearl Harbor" se joue suivant trois scénarios. Le premier, intitulé "Opération Z", débute fin 1941 et dure cinq tours, jusqu'à la fin 1942. Le second scénario se nomme "Vent divin". Il se déroule sur onze tours, de l'hiver 1943 à l'été 1945. Enfin, le "Jeu de campagne" englobe la totalité du conflit, de la fin 41 à l'été 45 avec, en prime, un choix de règles "avancées" ou optionnelles, du blocus des Philippines au début de la guerre jusqu'à la bombe atomique, en passant par les bombardements stratégiques américains, les Kamikazes, la route de Birmanie, l'intervention soviétique en Extrême-Orient, les guérillas chinoises, et même un raid japonais sur le canal de Suez !

La victoire de l'un ou l'autre des protagonistes est déterminée par addition de la valeur de chacun des objectifs en possession des joueurs à la fin de la partie. A noter que la richesse du jeu permet, à plus de deux joueurs, d'organiser chacun sa petite guerre personnelle. En fait, on peut compter jusqu'à sept ou huit joueurs, deux "japonais" contre cinq ou six "alliés".

Bilan. "Pearl Harbor" est un jeu compliqué en ce sens que les règles diffèrent suivant qu'on s'intéresse aux forces terrestres, navales ou aériennes, alors que l'action de ces divers éléments doit quand même être étroitement synchronisée. Les problèmes de ravitaillement sont également ardues à résoudre : l'implantation des bases doit être soigneusement étudiée, tandis que le maintien des lignes de communication demeure un souci constant (surtout pour le joueur américain, et plus encore en début de partie) en raison des vastes étendues de l'océan Pacifique et des énormes distances séparant les combattants de leur base-mère : Tokyo pour les Japonais, Pearl Harbor pour les Américains, Bombay pour les Britanniques, Sidney pour les Australiens, Tchoun-King pour les Chinois, etc. Cela étant, "Pearl Harbor", édité par la firme américaine Game Designers' Workshop, me paraît un excellent jeu de club, malgré un livret de règles fort de 24 pages, un choix de tableaux un peu fastidieux à manipuler et quelques obscurités dans les règles... rédigées uniquement en anglais.

André COSTA □

JEU STRATÉGIQUE

► Il n'y a pas si longtemps, qualifier les échecs de jeu stratégique eût semblé un pléonasme caractérisé. La difficulté consistait plutôt à faire admettre qu'ils n'étaient pas les seuls à mériter ce label. Ce que je me suis personnellement toujours efforcé de faire. Je me sens donc tout à fait autorisé aujourd'hui à protester contre cette perversion du langage qui veut à présent que "jeux stratégiques" soit tout simplement synonyme de "wargames". Loin de moi l'idée de sous-estimer ces nouveaux jeux de simulation que j'ai par ailleurs contribué à faire connaître en France. Mais de là à leur accorder le monopole de la stratégie ! Ne voyons-nous pas, dans ces colonnes mêmes, une rubrique "Jeux stratégiques", au demeurant fort intéressante, côtoyer celles d'échecs et de go ? Joueurs d'échecs, ne soyez pas saisis par le doute : vous pratiquez bien un jeu stratégique ! Je vous en propose maintenant une belle illustration.

SHAW-KEENE AUSTRALIE 1979 Défense sicilienne

- | | |
|------------------------|----------------------|
| 1. e4 c5 | 23. Df1 e x f |
| 2. Cc3 Cc6 | 24. C x f4 Ta2 |
| 3. g3 g6 | 25. Tc1 Ce5 (j) |
| 4. Fg2 Fg7 | 26. Rh2 Tfa8 |
| 5. d3 d6 | 27. Tg2 Fc6 |
| 6. f4 Cf6 | 28. Cd5 F x d5 |
| 7. Cf3 0-0 | 29. e x d5 h5 |
| 8. 0-0 Tb8 (a) | 30. Tg3 (k) h x g |
| 9. h3 (b) b5 | 31. F x g4 Rg7 |
| 10. g4 (c) b4 | 32. Dg2 Ta1 |
| 11. Ce2 Fa6 (d) | 33. Tg1 (l) T x g1 |
| 12. Fd3 Cd7) | 34. D x g1 Ta2 |
| 13. Rh1 Fb5 | 35. Dbl Ta3 |
| 14. Tg1 (e) a5 | 36. Dd1 Df6 |
| 15. Tbl a4 | 37. Rg2 Df4 |
| 16. b3 a x b | 38. Df1 Dd4 |
| 17. a x b Ta8 (f) | 39. Df2 (m) D x d5 + |
| 18. Fb2 Cd3 | 40. Ff3 Dd4 |
| 19. Cf3 (g) C x f3 (h) | 41. Fe4 Ta2 |
| 20. F x f3 F x b2 | 42. Dd2 Dc3 |
| 21. T x b2 e5 | les blancs |
| 22. Tbl (i) Dh4 | abandonnent (n) |

a) Décision stratégique ! Les noirs ont défini leur plan pour le milieu de partie : la pression sur l'aile-Dame. En fait, on peut même considérer qu'ils l'avaient déjà décidé au premier coup, en choisissant la défense sicilienne.

b) En dehors de tout un calcul précis d'enchaînement des coups (tactique), les blancs à leur tour révèlent leur plan (stratégie) : ils vont attaquer sur l'aile-Roi.

c) Ils vont même ici suivre un peu trop aveuglément leur plan. Keene considère ce coup agressif comme douteux et suggère à la place 10. a3 pour freiner l'avance des noirs, ou 10. Fe3.

d) 11. ...c4 immédiatement, et seulement après ... Fa6, était sans doute encore meilleur.

e) Toujours la même idée : ce coup serait excellent si les blancs pouvaient ouvrir la colonne g. Mais y parviendront-ils ?

f) Les noirs ont déjà atteint une partie de leurs objectifs : ils s'emparent de la colonne a. Leur position est déjà plus enviable que celle des blancs, qui n'ont toujours rien obtenu de précis sur l'aile-Roi.

g) L'art du calcul fait maintenant apparition dans cette bataille d'idées. Si les blancs veulent gagner un pion par 19. F x d4, c x d4, 20. e5, les noirs obtiennent une forte attaque par 20. ...d x e5 ! ; 21. F x a8 +, par exemple 21. Rh2, e x f4 et le pion f4 ne peut être repris à cause du clouage Fe5.

h) A présent, les noirs vont établir une solide chaîne de pions sur

cases noires et, après avoir échangé les Fous de cette couleur, laisser les blancs avec un mauvais Fou.

i) 22. f5 laissant les blancs dans la situation décrite à la note précédente était un moindre mal. A présent, les noirs vont gagner la splendide case e5 pour leur Cavalier, qui "dominera tout l'échiquier".

j) Et voilà ! L'égalité matérielle est trompeuse. Les noirs ont remporté la victoire stratégique : leur position est idéale et, insensiblement, la récompense matérielle se dessine. Par exemple, la menace est ici 26. ...F x d3 ! et si 27. c x d3, Tf2 ! ou 27. C x d3, C x d3 ; 28. c x d3, Tf2 (et non 28. D x d3 ??, D x h3 mat) et les noirs gagnent.

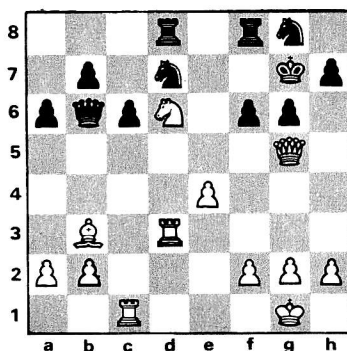
k) Et non 30. g x h5, Df4+ ; 31. Tg3, C x f3 ; 32. D x f3, D x g1.

l) Les blancs sont intégralement ligotés. Il est évident que le gain va revenir aux noirs. Pourtant le matériel est toujours théoriquement équivalent.

m) 40. Ff3, Ta1 ; 41. Df2, C x f3 ; 42. T x f3 (D x f3 ?? ; 43. Dg1 mat), D x d5.

n) Un deuxième pion tombe et la situation est insoutenable.

Exercice n° 101



Une combinaison, tactique donc, mais concrétisant simplement la nette domination stratégique des blancs. Les blancs jouent et gagnent.

Solution de l'exercice n° 100

Sur 29. D x d6 ! Pomar répondit 29. ...Ce5 semblant gagner la Fame mais après 30. T x e5 il abandonna car après 30. ... T x d6, 31. T x e8+, Rg7 ; 32. T x c8, F x c8 les noirs ont perdu une pièce et un pion.

Alain LEDOUX □

TÉLÉCOMMUNICATIONS LUMINEUSES (I) : LE PHOTOPHONE

► Malgré les apparences, il n'est pas toujours aussi facile de se faire entendre du voisin qu'il n'y paraît, et dans la réalité il faut qu'un nombre étonnamment grand de conditions soient remplies. Il faut d'abord parler la même langue, et ensuite que le voisin ait envie d'écouter, condition première qui rend les discussions politiques si ardues. Il est ensuite nécessaire que le voisin ne soit pas sourd, qu'il ne soit pas trop loin et enfin qu'il n'y ait pas trop de bruit autour.

Autant dire que la communication vocale suppose le reprochement dans une ambiance calme et, pendant bien longtemps, seul a pu porter loin le message écrit. Même avec une voix de stentor, le message vocal ne peut dépasser les limites d'un amphithéâtre ou d'une cathédrale ; en terrain ouvert, il s'épuise à franchir la moindre plaine. Il fallut la découverte de l'électricité pour pouvoir transmettre n'importe quoi à toutes distances.

Dans nos deux numéros précédents, nous avons vu, à propos du téléphone de Bell et du microphone de Huges, que la transmission d'un message nécessite la modification d'un état et donc un apport d'énergie. Cette modification peut être proportionnelle au contenu du message, comme c'est le cas pour le téléphone, ou n'être qu'une transposition codée de ce message. Jusqu'à la mise en œuvre des moyens électriques, cette dernière formule fut la seule à permettre l'envoi d'une information à des distances excédant ce qu'on appelait justement la portée de voix.

On peut citer ainsi les feux à éclipses (Grecs et Romains), les fumées (Indiens), le tam-tam (Africains), les panneaux mobiles (chemin de fer), le mouchoir à la fenêtre (amoureux) ou, plus proche, le sémaphore (morse).

Avec le courant électrique ou les rayonnements électromagnétiques, on peut aussi bien transmettre l'information de manière proportionnelle et continue (radio, téléphone) que par des codes discontinus, qui vont du réseau ligné de la télévision aux tops binaires des liaisons entre ordinateurs.

Revenons maintenant aux liaisons téléphoniques : il faut deux fils

pour transmettre le courant modulé par le microphone et, en principe, on ne peut envoyer un autre courant modulé de même type sur les fils sans qu'il y ait mélange des deux : les messages ne seraient plus compréhensibles. Or, étant donné la densité des postes téléphoniques, on imagine le paquet de câbles qu'il faudrait pour un seul gros immeuble si chaque usager avait besoin de deux fils.

En pratique, le courant variable débité par le microphone sert à moduler l'amplitude d'un courant alternatif de fréquence bien définie. Comme on peut, sur un même câble à deux conducteurs, faire passer toute une gamme de fréquences sans qu'il y ait de mélange entre elles, on peut aussi faire circuler toute une gamme de messages. Avec deux fils, il est donc possible de relier une grande quantité de postes téléphoniques.

Par exemple, on peut étaler 12 voix sur 48 000 Hz par tranches de 4 000 Hz, avec des fréquences porteuses de 60 000 à 108 000 Hz.

Avec un étalement de 300 000 Hz on fait passer 60 voix, et le standard actuel fait circuler sur un même fil 10 000 voix étalées sur 60 MHz. Sans cette astuce, où l'amplitude de la fréquence porteuse dessine la courbe de variation fournie par le micro, la largeur des rues suffirait à peine à loger les câblages.

Et pourtant, l'extension des télécommunications est déjà à l'étroit dans ce système, et l'étape suivante est celle de la transmission des messages par voie optique : au lieu de moduler une onde électrique de haute fréquence, on découpe la courbe donnée par le microphone et on mesure l'amplitude de cette courbe 8 000 fois par seconde. Cela revient donc à remplacer la courbe par un pointillé serré, dans lequel chaque point est mesuré par une échelle à 256 graduations.

Celles-ci sont transcrites en numération binaire, puis transformées en signaux optiques. Cette transformation est très simple, le 1 du codage binaire pouvant être l'émission d'un point de lumière et le 0 l'absence de lumière. Il ne reste plus qu'à envoyer cette succession très rapide d'ombres et de lumières dans des fibres optiques,

puis de faire à l'arrivée le décodage pour retrouver le message original.

A cause de son caractère fractionné, la transmission optique ne pourrait suivre toutes les nuances musicales d'un orgue, mais elle serait tout à fait suffisante pour que la voix reste parfaitement compréhensible et identifiable. Pour les liaisons téléphoniques, les fibres optiques présentent de gros avantages ; tout d'abord, elles peuvent couvrir directement 6 à 10 km sans répétiteur au lieu de 2 km pour les câbles classiques. On entend par répétiteur une installation de détection et amplification, nécessaire pour redonner au signal une puissance suffisante pour parcourir la distance suivante.

En second lieu, le remplacement des câbles de cuivre par des fils de verre permet un gain de place considérable ; pour un mince tuyau de plastique déjà installé, la lumière sur fibre permet de faire passer 50 fois plus de communications que l'électricité sur fil. Enfin, on peut transmettre beaucoup plus d'informations, ce qui permettra un jour d'assurer non seulement la transmission de la parole, mais aussi celle de l'image.

En matière de télécommunications, la lumière est donc la voie de l'avenir, et c'est pourquoi nous allons considérer maintenant une expérience de téléphonie optique dont le principe est dû à Graham Bell. En fait, le physicien américain utilisait plutôt le rayonnement infrarouge, dont la chaleur véhiculée par un rayon de soleil convenablement réfléchi : si son photomicrophone était très semblable à celui que nous allons décrire, son récepteur était un simple cornet acoustique empli de noir de fumée. On peut heureusement faire mieux maintenant.

Le principe de l'expérience est relativement aisé à suivre : un rayon lumineux est envoyé sur une membrane réfléchissante, en fait un plastique mince métallisé ; le faisceau réfléchi est dirigé sur un détecteur photoélectrique couplé à un amplificateur. C'est tout.

Quand on parle derrière la membrane, les vibrations de l'air en modifient suffisamment la courbure pour entraîner une modification proportionnelle de l'intensité

PHYSIQUE AMUSANTE

(suite)

du faisceau réfléchi. Ces variations d'éclat sont enregistrées et amplifiées par l'ensemble de détection, et le courant qui en sort est donc modulé en proportion ; il suffit de brancher un écouteur pour retrouver un son homologue à celui émis devant la membrane : la lumière a porté la parole.

Dans ce premier article, nous allons décrire le microphone à lumière, ou photomicrophone, et donner brièvement les indications nécessaires pour réussir une première expérience. Le mois prochain sera proposé le récepteur complet, avec un miroir concentrant le faisceau lumineux reçu, ce qui augmente beaucoup la portée du système. Nous décrirons également la construction d'un amplificateur basse fréquence à circuit intégré ne comportant que 5 composants et fait pour être monté sans aucune soudure.

L'idée de cette expérience et sa mise au point sont dues à Pierre Courbier, qui est également l'auteur de la méthode hobbystyrène que nous utiliserons pour réaliser les montages. Dans le cas présent, le matériel à réunir est le suivant :

- Polystyrène choc en feuilles de 0,5 et 2 mm d'épaisseur.

- Prestaline (mylar adhésif métallisé pour la confection de la membrane vibrante). A noter que ceux qui veulent réaliser le réflecteur qui sera décrit le mois prochain peuvent également commander de la lumaline destinée au miroir : le format utile est de 21 x 7 cm.

Ce matériel est disponible, directement ou par correspondance, chez Berty, 49, rue Claude Bernard, 75005 Paris.

- Une vis avec écrou ou borne moletée d'environ 3 mm de diamètre pour 3 cm de longueur.

- Un morceau de photopile (cellule photo-électrique) de 1 à 2 cm² ; un fragment de pile solaire suffit donc, et convient aussi bien qu'une cellule entière. On trouve ces cellules chez certains revendeurs de composants électroniques, mais c'est un produit relativement cher. Dans le prochain article, nous décrirons un récepteur qui n'utilise pas de photopiles.

Donc, seuls ceux qui voudraient

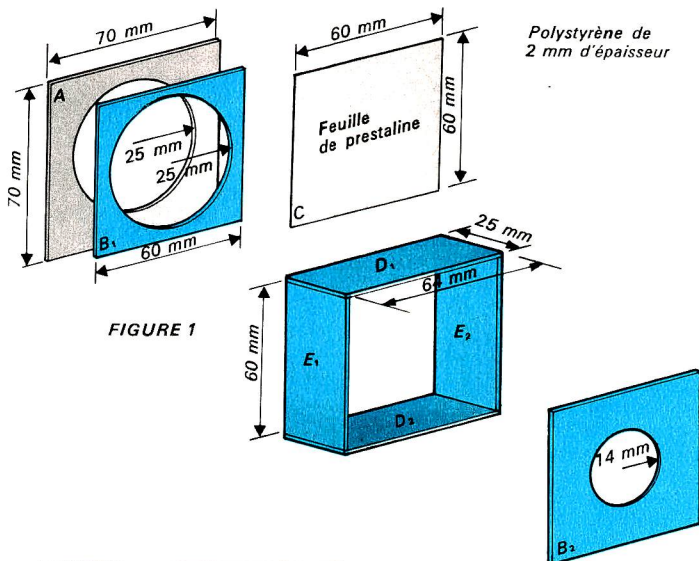


FIGURE 1

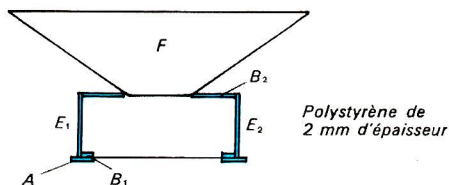


FIGURE 2

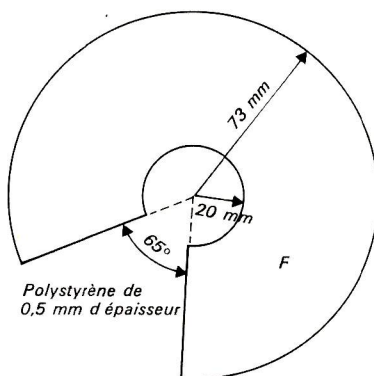


FIGURE 3

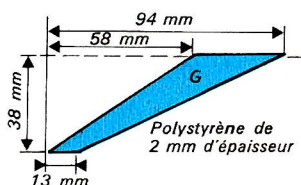


FIGURE 5

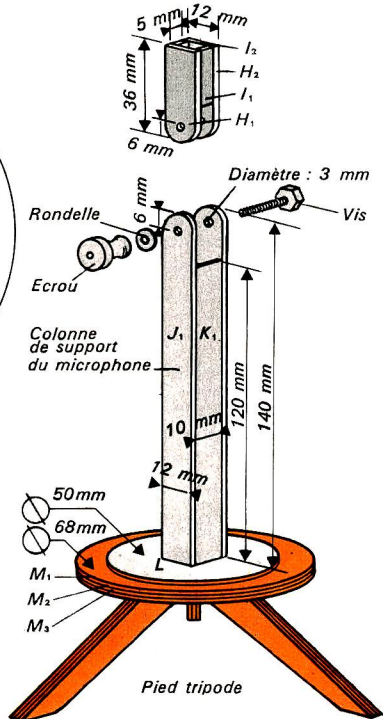


FIGURE 4



Le microphone ci-dessus correspond à l'émetteur de l'ensemble que nous désignons par photophone. En parlant devant comme dans un mégaphone, vous livrez ainsi à la lumière les "sons" que le récepteur (que nous verrons le mois prochain) décryptera.

expérimenter le photomicrophone sans attendre devront se procurer ce composant.

Une fois réunis les éléments, on peut entamer la construction. Le microphone proprement dit est très simple : c'est une caisse de résonance qui comporte une membrane réfléchissante en prestaline, et dont l'ouverture arrière débouche sur un cône très évasé qui recueille et concentre les vibrations sonores.

La construction commence avec la découpe des pièces A, B1, B2 sur lesquelles on pratiquera des ouvertures circulaires aux cotes indiquées **figure 1** ; l'outil nécessaire est le compas de découpe, maintes fois décrit dans cette rubrique.

Une feuille de prestaline (C) sera appliquée sur B1 et soigneusement tendue, ce qui n'est pas très commode à réussir avec un plastique adhésif mince qui colle dès le moindre contact ; il est toutefois nécessaire qu'il n'y ait aucun faux-pli.

En se reportant toujours à la **figure 1**, on découpera et collera les quatre pièces D1, D2, E1, E2, et on assemblera B1 dans son cadre.

Il restera à coller A en laissant un débord régulier. Il faudra ensuite découper la pièce F, **figure 3**, laquelle est destinée à former un tronc de cône qui sera collé sur B2.

Cette dernière pièce sera ensuite assemblée par collage afin de fermer la caisse de résonance — on se reportera à la photo et à la **figure 2**.

On passe ensuite à la construction du pied tripode dont la vue générale est donnée par la **figure 4**. On commence par découper 9 pièces G conformément à la **figure 5**.

Chaque pied est constitué de trois pièces G collées l'une sur l'autre et soigneusement ponçées ensuite. Puis on découpe 3 disques M1, M2, M3 (diamètre : 68 mm) qui seront également collés superposés ; en dessous de ceux-ci, on assemble à 120° les trois pieds composites, après quoi on colle L (diamètre : 50 mm).

La colonne supportant le microphone est constituée de deux ensembles. Le premier, qui forme la partie supérieure, nécessite les pièces H1, H2, I1, I2 qui seront découpées et collées aux cotes précisées **figure 4**. On soignera le tracé et le pointage des trous.

Le deuxième ensemble, qui forme la partie inférieure, est fait des pièces J1, J2, K1, K2. Il sera exécuté avec le même soin. Il ne restera plus qu'à mettre une vis, une rondelle et un écrou (ou mieux une borne moletée), puis à coller le microphone en place.

Une remarque à faire tout de suite : le réflecteur parabolique qui sera décrit le mois prochain comporte un pied tripode identique dans son principe, quoique la colonne soit plus haute. En conséquence, seules seront données les cotes des pièces différentes.

L'utilisation du microphone à lumière demande quelque soin ; ainsi que nous l'avons précisé au début de cet article, on peut utiliser le montage tel quel à condition de disposer d'un petit morceau de cellule photoélectrique. Il suffit de relier cette cellule par deux fils aux bornes d'entrée d'un poste à transistors (entrée amplification).

Mais cette solution, qui permet une démonstration, n'est pas très commode car il faut, d'une part disposer d'une cellule (ou d'un

morceau), et d'autre part souder une fiche et un fil de liaison. En principe, tous les postes radio autres que les modèles de poche ont une prise d'entrée pour brancher un micro, un magnétophone ou autre appareil nécessitant une amplification du signal fourni.

Mais cette prise peut être aux normes DIN (fiches à 5 broches) et il ne faut pas se tromper dans le branchement.

Pour établir la ligne, si l'on peut dire, il faut disposer... d'un rayon de soleil qui, réfléchi par le photophone, portera le message. Avec une simple lampe de poche, les pertes sont trop importantes dès que la distance atteint ou dépasse quelques mètres — tout dépend de la puissance de la lampe. A priori, d'ailleurs, on pourrait être tenté d'utiliser une ampoule de 100 W (ou plus) alimentée par le secteur 220 V. Mais, en fait, la cellule va surtout détecter la variation périodique d'éclat du filament due à une alimentation en courant alternatif. Autrement dit, un fort ronflement apparaîtra d'emblée dans l'écouteur.

Précisons néanmoins que le montage fonctionne parfaitement sous réserve que les conditions prévues soient remplies : soleil réfléchi par le photophone et renvoyé sur une cellule branchée à l'entrée amplification d'un récepteur radio. A moins de construire tout un ensemble de détection comportant plusieurs cellules, la portée reste faible et le montage a surtout un but démonstratif.

Le mois prochain, nous verrons comment construire un ensemble détecteur beaucoup plus sensible permettant d'atteindre une portée qui se compte en dizaines de mètres. Ajoutons que ce procédé de télécommunication par un rayon lumineux présente, outre son intérêt scientifique, un gros avantage : il ne nécessite aucune ligne de liaison, et reste parfaitement inviolable — toute interception du faisceau lumineux serait immédiatement repérée. Il n'y a donc aucune écoute indiscrete possible, ce qui garantit le secret absolu des conversations ainsi transportées par la lumière.

Notons aussi, et le fait a son importance, que ce sont les seules vraies communications, avec les

(suite)

liaisons radio, qui franchissent la distance entre émetteur et récepteur à la vitesse de la lumière, soit 300 000 km/s. Beaucoup de gens imaginent, en effet, que les conversations téléphoniques se font à la vitesse de la lumière. Or ceci est inexact.

Toute la téléphonie habituelle est basée sur la conversion d'une modulation sonore en modulation d'un courant électrique, lequel sera ensuite envoyé sur des fils. Or, si la vitesse d'une onde électromagnétique le long d'un conducteur est bien égale à 300 000 km/s, il n'en va pas de même d'un courant électrique.

La vitesse des ondes électromagnétiques dans la matière est régie par des phénomènes complexes qui ont été explicités et mis en équations par Maxwell. On montre en particulier que cette vitesse est fonction de la perméabilité magnétique du milieu de propagation, ainsi que sa permittivité électrique. Ainsi la célérité d'un courant dans un circuit dépend de sa self-inductance, de sa capacité, de sa résistance et de sa conductance. L'ensemble est régi par des équations aux dérivées partielles du second ordre, dont la plus connue est l'équation des télégraphistes. On montre ainsi que la vitesse d'un signal électrique dans un fil est inférieure à la vitesse de la lumière, la différence étant de l'ordre de 20 000 km/s. De même, la vitesse de la lumière dans un milieu transparent (fibres optiques, par exemple) est notablement inférieure à 300 000 km/s. En fait, elle est inversement proportionnelle à l'indice de réfraction du milieu ($v \cdot n = c$). Ainsi, dans l'eau, la vitesse d'un rayon lumineux n'est que de 225 000 km/s. Dans le verre, indice de réfraction 1,5 ; la vitesse tombe à 200 km/s.

Qui plus est, l'indice de réfraction variant avec la couleur, il en résulte que les différentes couleurs ne se propagent pas à la même vitesse dans la matière, le rouge se propageant plus vite que le bleu. Il n'y a que dans le vide, et en première approximation dans l'air, que la lumière se propage vraiment à la vitesse $C = 300\,000$ km/s. Notre montage faisant appel à la transmission d'un rayon à travers l'atmosphère claire est donc avec la radio, le moyen le plus rapide pour communiquer d'un point à un autre.

Renaud de La TAILLE □

UNE CASCADE D'ERREURS

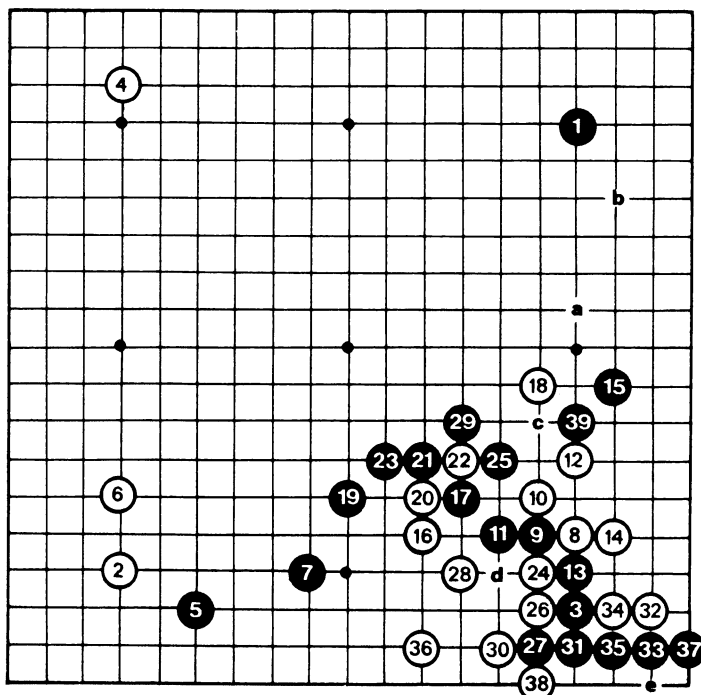


FIGURE 1

Partie : Championnat du monde amateurs (demi-finale)

Date : 1981

Blancs : Murakami (Japon)

Noirs : Ma (Chine)

Handicap : 5 points 1/2

Coups : 1 à 39 (noir gagne après abandon au 263^e coup)

► Dans ce début de partie — à peine 39 coups — de la demi-finale du 3^e championnat du monde amateurs qui s'est disputée à Tokyo au printemps 81, et qui oppose Ma (Chine) à Murakami (Japon), les "bourdes" pullulent (figure 1). Mais, ce constat fait, je ne sais pas si nous devons nous rassurer ou au contraire nous inquiéter de ce que des joueurs de ce niveau puissent accumuler tant d'erreurs au centimètre carré.

Murakami est une des figures marquantes des joueurs de Go amateurs au Japon. "Amateur", dans son cas, signifie qu'il n'a pas suivi le cursus normal du joueur professionnel ; sa force, réelle, est cepen-

dant celle d'un "pro" de niveau intermédiaire (3-6 Dan). Ma, lui, est amateur, comme tous les Chinois ; n'ayant pourtant que 18 ans, il est capable de donner du fil à retordre aux professionnels japonais, y compris 9 Dan.

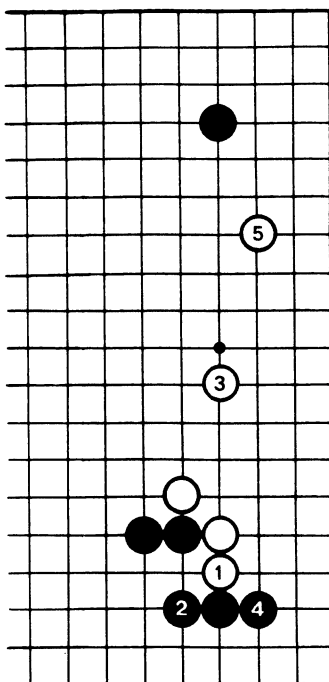
Il y a toutefois des débuts d'explication à cette accumulation d'erreurs : le temps limité et le fait que le combat se déclenche au tout début de partie. Les joueurs, assez généralement, essaient plutôt de préserver le maximum de leur temps pour les combats de milieu de partie ; or là, ils se sont sans doute réciproquement "cueillis" à froid. C'est une partie assez démonstrative de ce que le Go de haut niveau peut donner lieu à des combats violents dès le début de partie ; or dans les combats, tout un chacun est capable de se tromper.

Un coup lourd. Jusqu'à 12, la partie suit un cours normal, bien qu'un peu inhabituel. La formation 5-7 est très solide, bien dans le style chinois, et on voit avec 11 que le noir cherche tout de suite à créer quelque chose de sérieux sur le bord Sud. 12, selon les commentateurs, est lourd : la séquence de

la figure 2 est un exemple de développement rapide et souple que le blanc aurait dû adopter. 15 est déjà sévère.

Le combat évitable. Le coup 16 du blanc se présente comme un coup d'"érosion", mais le noir va augmenter la mise : avec 17-19, il invite le blanc à sortir. Le blanc accepte le défi, mais il a tort : au lieu de 20, il devrait jouer "a" pour limiter l'action de la pierre 15 puis, si le noir joue 20, le blanc devrait jouer "b", qui ressemble à la figure 2.

Aussitôt après, c'est le noir qui baffouille. Bloquer en 21 est un coup naturel, mais la coupe en 22 est inespérée pour le blanc : elle donne aux pierres noires 9, 11 et 17 une mauvaise forme, ce qui rend l'autre coupe (en 24) prometteuse. Au lieu de 21, noir doit monter calmement en 22, et si blanc persiste en 21, noir continue en 29. Le blanc est alors loin d'être sorti d'affaire, un coup noir en "c" devenant plus que préoccupant.



ÉLECTRONIQUE AMUSANTE

SOYEZ VOTRE PROPRE CARDIOLOGUE...

► Ce mois-ci nous réaliserons donc un stéthoscope électronique expérimental. Celui-ci, en dehors de la plaquette électronique elle-même, nécessitera l'utilisation d'un petit micro pour capter les pulsations cardiaques et d'un casque pour l'écoute. Notre stéthoscope présentera toutefois une particularité, et non des moindres : en effet, les amplitudes électriques (qui correspondront aux pulsations cardiaques) que nous allons recueillir aux bornes de notre microphone seront de l'ordre de 0,1 à 0,3 microvolt (soit de 1 à $3,10^{-7}$ volt) ! D'autre part, pour obtenir une écoute satisfaisante dans notre casque, il nous faut lui injecter des signaux électriques de l'ordre du volt. C'est-à-dire qu'il va nous falloir réaliser une amplification de plusieurs millions ! Et ceci avec, bien sûr, le minimum de composants afin de diminuer le prix de revient du montage d'une part, et la difficulté de réalisation d'autre part...

De plus, ceux d'entre vous qui sont un petit peu plus familiarisés avec "l'amplification électronique" — si tant est que nous puissions nous exprimer ainsi — savent tous les risques d'oscillations

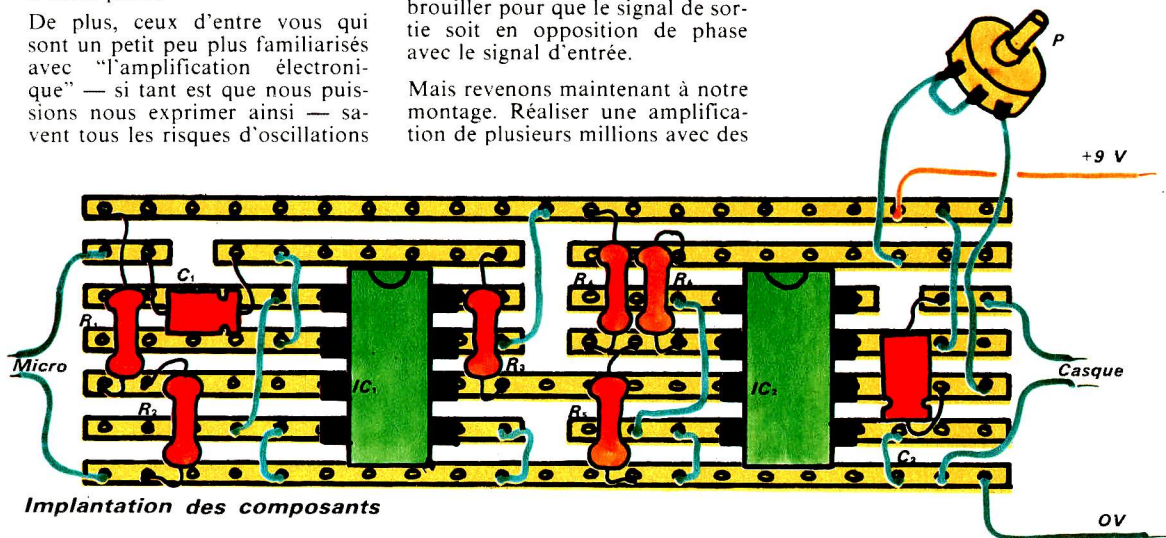
que présentent des montages à forts gains. Ces oscillations sont générées de la façon suivante : si tout ou partie du signal après amplification se trouve réintroduit à l'entrée du montage (donc avant amplification) avec la même phase, la sortie du montage est alors capable de délivrer un signal, même dans le cas où rien n'est "injecté". Il est donc certain que nous n'allons pas réintroduire volontairement tout ou partie du signal de sortie vers l'entrée...

Mais malheureusement, dans beaucoup de cas, ce phénomène se produit tout seul ! Entendez par là de façon indésirable. Le bouclage électrique, le bouclage magnétique, et même dans certains cas le bouclage thermique, en sont à l'origine. Il serait trop long, et sûrement fastidieux, de rentrer ici dans trop de détails. Aussi nous signalerons simplement qu'à notre niveau il suffira d'une précaution élémentaire qui consiste à se débrouiller pour que le signal de sortie soit en opposition de phase avec le signal d'entrée.

Mais revenons maintenant à notre montage. Réaliser une amplification de plusieurs millions avec des

transistors comporterait trop de risques de bouclages électriques (ce risque est proportionnel aux nombres de connexions électriques sur le montage dans une première approximation). La meilleure solution pour nous consiste donc à nous reporter sur des amplificateurs opérationnels qui, tout en nous permettant de réaliser un fort gain, nous laissent un nombre de connexions réduites.

Le microphone employé sera du type dynamique, de faible impédance. Quelques dizaines d'ohms d'impédance conviendront parfaitement. La capacité de 22 microfarads sert à éviter le passage d'un quelconque courant continu dans le microphone, qui aurait pour effet d'empêcher son fonctionnement correct. En sortie de cette capacité, nous rentrons directement dans le premier amplificateur opérationnel de notre montage. Il



Implantation des composants

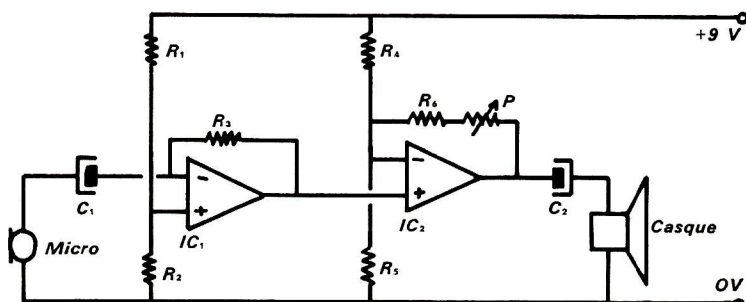
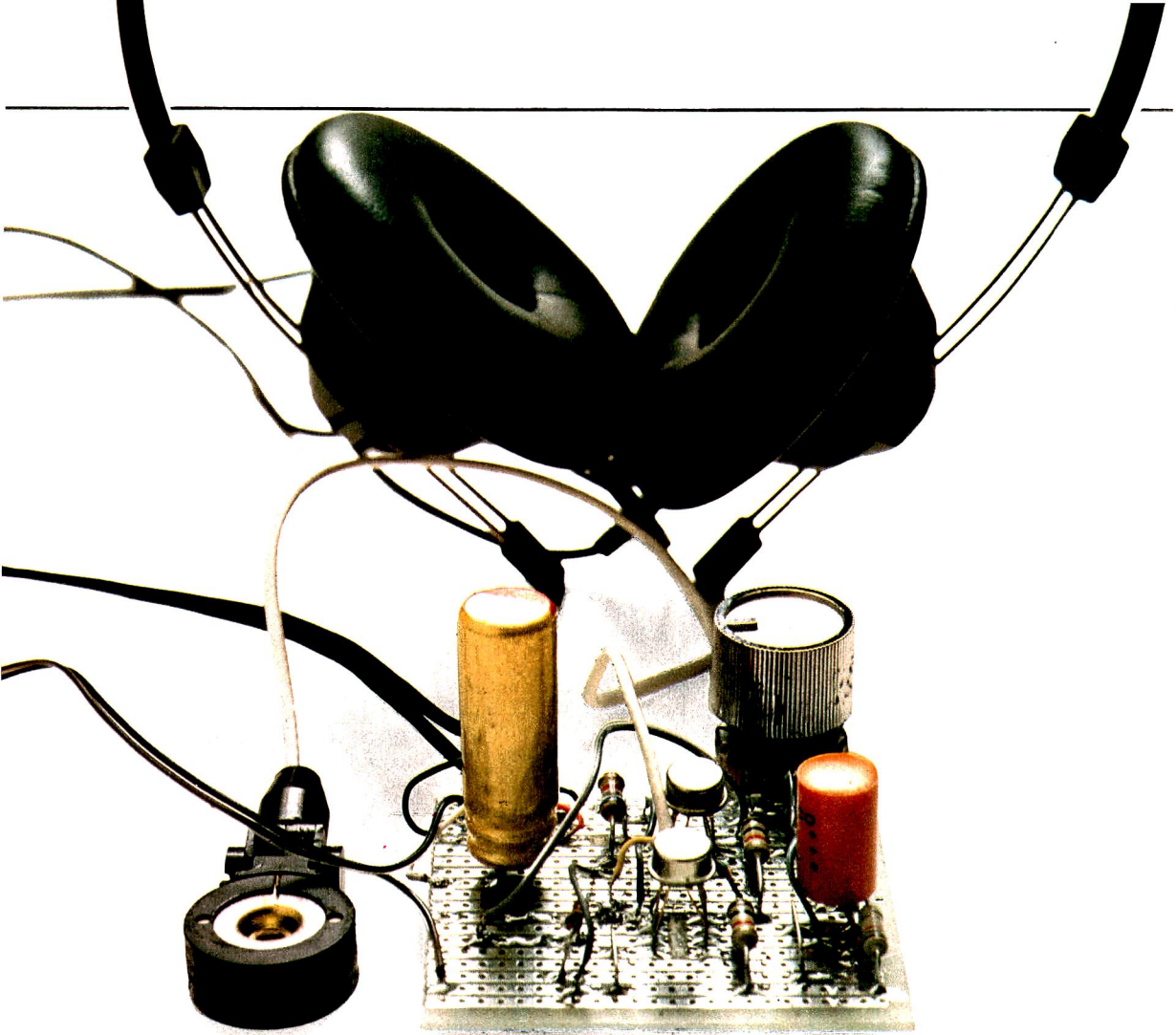


Schéma électrique

s'agit d'un modèle très classique, du type 741, que nous avons d'ailleurs déjà utilisé pour d'autres réalisations. Les deux résistances de 1,5 kilohms servent à sa polarisation. Étant donné que nous avons fait l'injection du signal sur l'entrée inverseuse de cet amplificateur, le signal de sortie est en opposition de phase avec le signal d'entrée. Puis nous considérons ensuite notre deuxième amplificateur, mais cette fois-ci sur l'entrée suiveuse.



Au total, le signal de sortie sera donc bien en opposition de phase avec le signal d'entrée, ce qui est, rappelons-le, une des conditions pour ne pas être gêné par des oscillations. En contre-réaction, nous trouvons une résistance de 6,8 kilohms en série, avec un po-

tentiomètre de 1 mégohm. Ce potentiomètre nous servira à régler la sensibilité de notre stéthoscope. Pour terminer, avant d'envoyer notre signal dans le casque, il nous faut également une dernière capacité de 220 microfarads afin d'éviter aussi tout passage de courant

continu dans le casque. Comme vous pouvez le constater, nous avons essayé de réduire à son strict minimum le nombre de composants utilisés, malgré le très grand gain nécessaire au départ. L'ensemble fonctionnera sur une seule pile de 9 volts et consommera fort peu de courant.

Une fois le montage câblé selon l'implantation que nous vous proposons, il ne vous reste plus qu'à mettre le casque sur vos oreilles, le microphone sur votre cage thoracique et à écouter le rythme de vos oreillettes et de vos ventricules. Le potentiomètre de sensibilité vous servira alors à obtenir la meilleure écoute possible en fonction de l'emplacement de votre microphone. A votre bon cœur...

Nomenclature

IC₁ = SN 72741 ou équivalent
 IC₂ = SN 72741 ou équivalent
 C₁ = 22 microfarads - 10 V
 C₂ = 220 microfarads - 10 V
 R₁ = 1,5 K Ω (marron - vert - rouge - argent ou or)
 R₂ = 1,5 K Ω (marron - vert - rouge - argent ou or)
 R₃ = 470 K Ω (jaune - violet - jaune - argent ou or)
 R₄ = 1 K Ω (marron - noir - rouge - argent ou or)
 R₅ = 1 K Ω (marron - noir - rouge - argent ou or)
 R₆ = 6,8 K Ω (bleu - gris - rouge - argent ou or)
 P = potentiomètre logarithmique de 1 mégohm
 1 micro faible impédance (quelques dizaines d'ohms)
 1 casque 600 ohms (dans notre cas, du type "Phonia 1800")
 1 pile de 9 volts

Henri-Pierre PENEL
 et Olivier GUTRON □

LA CALCULETTE DE L'ASTRONOME

COMMENT DÉTERMINER LE LEVER ET LE COUCHER DES ASTRES

► Dans notre toute première rubrique (voir *Science & Vie* n° 746, nov. 79) nous avons vu comment déterminer l'azimut du Soleil à son lever et à son coucher. Cette fois-ci, nous proposons des formules permettant de déterminer les instants de ce lever et de ce coucher, pour n'importe quel astre : Soleil, bien sûr, mais aussi Lune, planètes, comètes, étoiles, etc. Seules données indispensables : les coordonnées équatoriales (ascension droite et déclinaison) de l'astre en question, les coordonnées géographiques (longitude, latitude) du lieu d'observation et bien entendu, la date.

Pour le Soleil les coordonnées peuvent se calculer pour chaque jour de l'année à l'aide des formules publiées dans notre rubrique de mars 1981 (*S. & V.* n° 762) ; elles peuvent aussi se trouver dans les annuaires astronomiques (*Nautical almanach* ou *Annuaire du Bu-*

reau des longitudes, par exemple), ou dans les éphémérides publiés par certaines revues d'astronomie. Dans le cas du Soleil et de la Lune, les instants ainsi déterminés correspondent au centre du disque. En ce qui concerne les étoiles, les coordonnées équatoriales, c'est-à-dire alpha et delta, se trouvent dans des atlas astronomiques, ou peuvent tout simplement se relever sur une carte céleste.

Cela étant dit, et avant d'aborder le calcul lui-même, précisons qu'après avoir déterminé les instants de lever et coucher de l'astre choisi, il faudra également déterminer l'azimut, ce que nous ferons d'ailleurs ici, en utilisant les formules déjà présentées pour le lever et le coucher.

Trois méthodes de calcul sont utilisables ; à vous de choisir celle qui vous convient le mieux. Dans tous les cas les variables utilisées sont notées comme suit :

N : nombre de jours écoulés depuis le "0" janvier de l'année considérée (il faut donc ajouter 1 à la valeur indiquée, par exemple pour la TI-59, par le programme interne n° 20 du calcul du nombre de jours entre deux dates).

α : ascension droite de l'astre,

δ : déclinaison,

λ : longitude du lieu d'observation,

φ : latitude.

1. Méthode simplifiée.

A. Calcul du temps sidéral de Greenwich au lever (TSGL) :

$$\text{TSGL} = \alpha - T$$

avec

$$T = 1/15 \text{ Arc cos } (-\text{tg } \varphi \cdot \text{tg } \delta).$$

Au coucher on a :

$\text{TSGC} = \alpha + T$ (si le résultat est négatif : ajouter 24).

B. Instant cherché :

$$\text{TL} = 0.997257 (\text{TSGL} - T_0) + (\lambda/15) \text{ au lever}$$

$$\text{TC} = 0.997257 (\text{TSGC} + T_0) + (\lambda/15) \text{ au coucher}$$

avec

$$T_0 = 6.6224 + (0.065709 N)$$

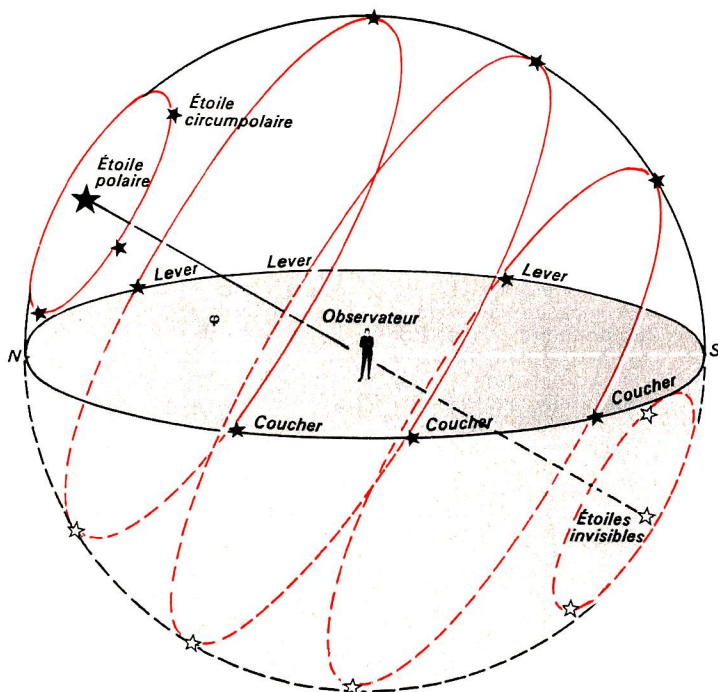
A noter que :

- le coefficient 0.997257 est un terme correctif pour la conversion du temps sidéral en temps universel ;

- le coefficient 6.6224 (valable pour 1982) varie suivant les années (autres valeurs indiquées dans le tableau de notre rubrique du n° 769). Pour répondre à une question souvent posée précédemment par nos lecteurs, indiquons que ce coefficient permet de ramener à 12 h 00 le temps sidéral au moment de l'équinoxe de printemps, qui varie de quelques heures d'une année à l'autre.

2. Méthode de l'arc semi-diurne.

Tout astre se lève, culmine au méridien et se couche. L'arc ainsi décrit dans le ciel au-dessus de l'horizon est dit "arc diurne". Converti en temps (à raison de 1 heure pour 15°), il indique par conséquent la durée de visibilité de l'astre au-



Un astre se lèvera et se couchera au-dessus de l'horizon si la valeur absolue de sa déclinaison δ est inférieure à 90° moins la valeur absolue de la latitude φ du lieu. Si la déclinaison δ est supérieure ou égale à cette différence, il y a deux possibilités : 1) l'astre ne se couche jamais : il est dit circumpolaire ; 2) il ne se lève jamais : il est alors invisible.

dessus de l'horizon. La moitié de cette durée (arc "semi-diurne"), retranchée ou ajoutée à l'instant du passage au méridien, donne donc les instants de lever et de coucher de cet astre.

A. Calcul de l'arc semi-diurne (exprimé en heures)

$$ASD = 1/15 [90 + \text{Arc sin} (\text{tg } \varphi \cdot \text{tg } \delta)]$$

A ce niveau il est possible de sortir la durée de visibilité de l'astre sur l'horizon de l'observateur, en faisant :

$$T_v = 2 ASD$$

B. Détermination de l'instant de passage au méridien

Celui-ci a lieu lorsque le temps sidéral (T_{sid}) est égal à l'ascension droite de l'astre. Il faut donc déterminer d'abord le temps sidéral local pour 0 h TU, pour le jour considéré :

$$T_{\text{sid}} = 6.6224 + (0.065709 N) + (\lambda/15)$$

L'instant du passage au méridien est :

$$T_m = \alpha - T_{\text{sid}}$$

D'où les instants de lever et de coucher :

$$TL = T_m - ASD$$

$$TC = T_m + ASD$$

3. Méthode tenant compte de la réfraction atmosphérique.

A. Instants de lever et coucher exprimés en temps sidéral :

$$TSL = \alpha - H$$

$$TSC = \alpha + H$$

avec

$$H = 1/15 \text{ Arc cos}$$

$$\left[\frac{0.00983 - \sin \varphi \cdot \sin \delta}{\cos \varphi \cdot \cos \delta} \right]$$

B. Conversion en temps universel pour le lieu de l'observation :

$$TL =$$

$$TSL - 6.6224 + (0.065709 N) \frac{1.002733}{1.002733}$$

$$- \lambda/15$$

TC = comme ci-dessus avec TSC en remplacement de TSL.

A noter que dans le calcul de H, c'est le coefficient 0.00983 (équivalent à $\sin 34'$) qui permet la correction de réfraction atmosphérique à l'horizon, laquelle avance le lever et retarde le coucher des astres.

Dans le cas du Soleil, suivant l'époque de l'année, aux latitudes moyennes, cet écart est compris entre 2 et 7 mn.

Calcul de l'azimut au lever et au coucher :

$$A_l = \text{Arc cos} (\sin \delta / \cos \varphi)$$

$$A_c = 360 - A_l$$

Applications pratiques

1. Avec la première méthode, déterminer les instants de lever et coucher de l'étoile Arcturus ($\alpha = 14 \text{ h } 15 \text{ mn}$, soit 14.25 h , et $\delta = +19^\circ 18'$ soit 19.3°). Date : 5 mars 1982 (N = 64) ; lieu : Paris ($\varphi = 48.9^\circ$, $\lambda = 2.2^\circ \text{ E}$).

$$T = 1/15 \text{ Arc cos} (-\text{tg } 48.9 \text{ tg } 19.3) = 113.67/15 = 7.58 \text{ h}$$

$$TSL = 14.25 - 7.58 = 6.67 \text{ h}$$

$$TSGC = 14.25 + 7.58 = 21.83$$

$$T_0 = 6.6224 + (0.065709 \times 64) = 10.83$$

$$TL = 0.997257(6.67 - 10.83) + (2.2/15) = 19.93, \text{ soit } 19 \text{ h } 56 \text{ mn}$$

$$TC = 11.12 \text{ soit } 11 \text{ h } 07 \text{ mn TU}$$

Azimuts :

$$A_l = \text{Arc Cos} (\sin 19.3 / \cos 48.9) = 59.8^\circ$$

$$A_c = 360 - 59.8 = 300.2^\circ$$

soit, respectivement et approximativement, E - NE et W - SW.

2. Avec la deuxième méthode, calculer les instants de lever, coucher, durée de visibilité et azimuts de la planète Mars lors du rassemblement planétaire du 11 mars der-

nier (N = 70). Lieu : Bordeaux ($\lambda = 0.6^\circ \text{ W}$, $\varphi = 44.9^\circ$). Coordonnées de Mars : $\alpha = 13 \text{ h } 08 \text{ mn}$, soit 13.132 h ; $\delta = -3^\circ 43'$, soit -3.717°

$$ASD = 1/15 [90 + \text{arc sin} (\text{tg } 44.9 \text{ tg } -3.717)] = 86.29/15 = 5.75 \text{ h}$$

Durée de visibilité :

$$\epsilon \times 5.75 = 11.5 \text{ h} = 11 \text{ h } 30 \text{ mn}$$

$$T_{\text{sid}} = 6.6224 + (0.065709 \times 70) + \frac{0.6}{15} = 11.132 \text{ h}$$

$$T_m = 13.132 - 11.132 = 2.0 \text{ h}$$

$$TL = 2.00 - 5.75 = -3.75 + 24 = 20.25 \text{ h, soit } 20 \text{ h } 15$$

$$TC = 2.00 + 5.75 = 7.75 \text{ h, soit } 7 \text{ h } 45$$

$$A_l = \text{Arc cos} (\sin -3.717 / \cos 44.9) = 90.55^\circ$$

$$A_c = 360 - 90.55 = 269.45^\circ, \text{ soit presque exactement la direction de l'est et de l'ouest.}$$

3. Avec la troisième méthode, déterminer les instants et azimuts de lever et coucher du centre du disque solaire à Lyon (45.8 N , 4.7 E) le 1^{er} juillet 1982. Coordonnées du Soleil :

$$\alpha = 6.658 \text{ h,}$$

$$\delta = 23.13^\circ.$$

$$\text{Jour : } N = 182$$

$$H = \text{arc cos}$$

$$\left[\frac{0.0983 - (0.717 \times 0.393)}{0.697 \times 0.920} \right] / 15 = 115.08/15 = 7.672$$

$$TSL = 6.658 - 7.672 = -1.014 + 24 = 22.986$$

$$TSC = 14.330$$

Conversion :

$$TL = 22.986 - 6.622 + 11.959 - 0.313 \frac{1.002733}{1.002733}$$

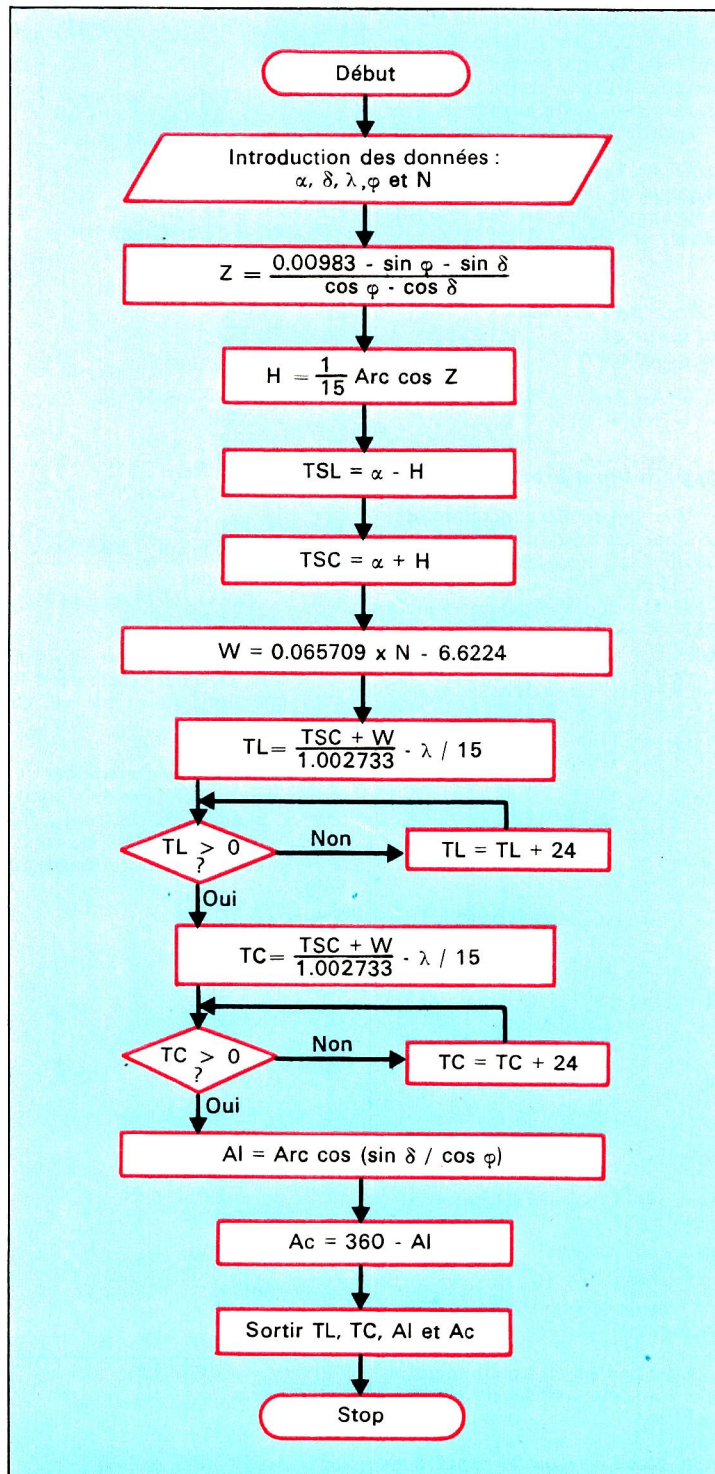
$$= 27.933 - 24$$

$$= 3.933 \text{ h, soit } 3 \text{ h } 56$$

$$TC = 19.301 \text{ h} = 19 \text{ h } 18$$

(suite)

Organigramme



Programme pour TI-58 et TI-59

```

000 LBL A          =
    DEG)          = INV sin
    1/x           030 =
    x             = x ← t
    2             =
    =             = |x|
    STO 00        =
    LBL 1/x       = RCL 01
011 R/S           = INV sin
    STO 01        = cos
    R/S           040 x
    x             = 1
    RCL 00        = 2
    =             = 1
    INV sin       = 5
021 x ← t         = 2
    x             =
    RCL 00        047 GTO 1 x
    PRD 01
    
```

Mode d'emploi:

- introduire D (en cm) en A ;
- écrire l (en cm) en R/S ;
- introduire L1 en x ← t et L2 en R/S, toujours en cm ;
- Lr apparaîtra en km ;
- refaire le deuxième point à volonté.

Programme pour HP-33

```

01 DEG            sin⁻¹
  1/x             =
  ENTER          ABS
  +              RCL 1
  STO 0          20 sin⁻¹
  R/S            cos
  STO 1          x
  R↓             1
  RCL 0          2
  10 x           1
  sin⁻¹          5
  x ← y          2
  RCL 0          x
  STO × 1        29 GTO 06
  x
    
```

Mode d'emploi:

- entrer D en cm, faire GSB 01 ;
- introduire L1, L2 et l dans l'ordre (en les séparant par des ENTER) et en cm. Faire R/S ;
- Lr apparaîtra en km ;
- Refaire le deuxième point à volonté.

Pierre KOHLER
 Programmation
 Daniel FERRO □

**"MAGIC DISK"
AU BANC D'ESSAI**

Le Magic Disk est fourni en position "solution". C'est-à-dire que, quand le jeu vous est livré, les deux tiges métalliques sont fichées dans le boîtier, le traversant de part en part (comme sur la photo ci-dessous à gauche). Il vous faudra alors retirer les deux tiges, faire faire plusieurs tours aux différents disques de plastique, et en-

Par ailleurs, l'éditeur affirmait qu'il n'y avait qu'une solution possible à partir du moment où les deux tiges sont bien fichées dans le premier disque. A vous de le prouver. En ce qui nous concerne, ayant triché en démontant le boîtier et en pointant les diamètres trou par trou, nous n'avons pu aboutir à aucune conclusion certaine. Nous vous donnons toute-

Alors maintenant, à vous de jouer et de trouver les bonnes positions. Un conseil toutefois avant que vous ne commenciez : n'essayez pas de rentrer une seule fiche à la fois car il y a, comme nous l'avons vu, plus de deux trous de 3 mm sur chaque disque. Aussi, il pourrait se faire, par exemple, qu'ayant fiché la première tige au travers de trois disques, la seconde n'en traverse que deux. Donc, menez toujours votre progression avec les deux tiges. Bon courage !

Note globale : 7

Photo M. Toscas-Galerie 27

FRÉNICLE ET MAGIE DOUBLE

► Puisque cela pouvait être fait, il fallait le faire. L'inlassable et arithmo-boulimique Serge Brasse l'a fait. La liaison entre Frénicle et la bi-magie est réalisée. Mais expliquons comme il se doit ce préambule pour le moins hermétique.

Vous pouvez en effet être un amateur chevronné de jeux mathématiques, pour qui les détours de la magie arithmétique n'ont plus de secrets, aussi bien qu'un lecteur de la dernière heure découvrant aujourd'hui qu'il peut y avoir une magie arithmétique. La magie arithmétique a au moins ceci de magique : elle peut être abordée en n'importe quel point de façon passionnante sans formation préalable.

Un carré est magique lorsqu'il est composé des N premiers entiers et que les sommes de ses lignes, de ses colonnes et de ses deux diagonales sont identiques.

Un carré est bi-magique lorsque, outre les sommes précédentes, il exhibe une même somme, bien sûr différente, pour les carrés de ses nombres, sur ses lignes, ses colonnes et ses diagonales. Le carré de la **figure 1**, dû à Serge Brasse, en est un. Les constantes sont 369 pour les nombres et 20049 pour leurs carrés.

Un carré est dit "Frénicle" lorsqu'on a noirci des cases avant de poser les nombres (un même nombre de cases par ligne et par colonne) et que les nombres placés sur les cases blanches forment un carré magique.

Le carré de la **figure 1** réussit donc l'exploit étonnant d'être bi-magique et aussi de Frénicle, sous l'ef-

1	33	62	43	66	14	76	27	47
23	52	75	29	58	9	71	10	42
18	38	67	51	80	19	57	5	34
48	77	25	63	2	31	15	44	64
40	72	11	73	24	53	7	30	59
35	55	6	68	16	39	20	49	81
65	13	45	26	46	78	32	61	3
60	8	28	12	41	70	54	74	22
79	21	50	4	36	56	37	69	17

FIGURE 1

fet des grilles des figures 2 et 3.

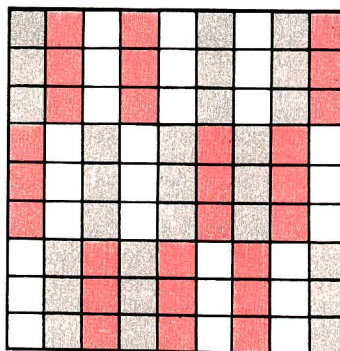


FIGURE 2

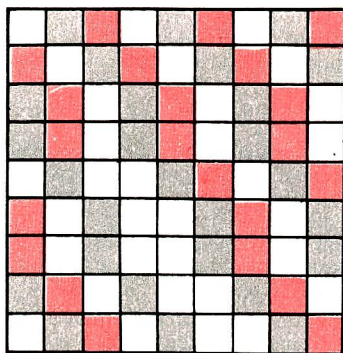


FIGURE 3

Que l'on utilise les cases noires, les cases grises ou les deux dans n'importe quelle position, ce qui reste forme toujours un carré de Frénicle.

Battant aussitôt son propre record, Serge Brasse joint un carré "tri-magique" 32×32 où les sommes magiques portent sur les nombres, leurs carrés et leurs cubes. Admirez la **figure 4**. Découvrez aussi qu'il est frénicléen pour les nombres de 1 à 128, de 129 à 256, de 257 à 384, de 385 à 512, de 513 à 640, de 641 à 768, de 769 à 896 et de 897 à 1024. Chacun de ces carrés de Frénicle a une constante qui lui est propre, de 258 pour le premier à 3842 pour le dernier.

Mais il y a 8 autres carrés de Frénicle, qui ont chacun une constante de 2050; ce sont les nombres :

- de 1 à 64 et 961 à 1024 ;
- de 65 à 128 et 897 à 960 ;
- de 129 à 192 et 833 à 896 ;
- de 193 à 256 et 769 à 832 ;
- de 257 à 320 et 705 à 768 ;

- de 321 à 384 et 641 à 704 ;
- de 385 à 448 et 577 à 640 ;
- de 449 à 576.

En outre deux carrés sont à la fois de Frénicle et bi-magiques :

- les nombres de 1 à 512, dont les constantes sont 4104 et 1402200 ;
- les nombres de 513 à 1024, dont les constantes sont 12296 et 9799000.

Enfin, ultime coquetterie de ce carré, qui n'en avait pourtant plus besoin : les nombres pairs d'une part et les nombres impairs d'autre part forment deux carrés à la fois bi-magiques et de Frénicle. Leurs constantes sont 8208 et 5608800 pour le premier et 8192 et 5592400 pour le second.

Redescendant de ces hautes sphères de la magie arithmétique, Serge Brasse produit ensuite une merveille plus miniature : le carré bi-magique Frénicléen 8×8 de la **figure 5**.

35	48	50	30	61	17	4	15
42	37	59	23	56	28	9	6
8	11	21	52	26	63	46	33
64	51	45	12	34	7	22	25
13	2	32	57	19	54	39	44
53	58	40	1	43	14	31	20
27	24	10	38	5	41	60	55
18	29	3	47	16	36	49	62

FIGURE 5

Pour le carré entier, les sommes magiques sont 260 et 11180. Il recèle quatre carrés de Frénicle : les nombres de 1 à 32 ; les nombres de 33 à 64 ; les nombres pairs ; les nombres impairs.

Ne soyez pas paralysé par ces réalisations. Il reste beaucoup de découvertes à faire dans les petites dimensions. Ainsi, très peu de carrés bi-magiques sont connus. En existe-t-il d'autres en dimension 8×8 ? En existe-t-il de plus petits ? Les moyens actuels, des calculateurs aux micro-ordinateurs, devraient permettre d'aller plus loin dans ces domaines.

Terminons sur le carré de la **figure 6**. Il est composé de nombres tous premiers et il est diabolique : une même constante se retrouve sur les lignes, les colonnes, les diagonales

992 39 225 794 932 91 157 870	969 50 248 783 949 78 140 883	320 711 513 506 324 699 637 390	297 722 536 495 341 686 620 403
191 840 898 121 195 828 1022 5	170 849 919 112 214 813 1003 20	607 424 354 665 547 476 286 741	586 433 375 656 566 461 267 756
931 92 158 869 991 40 226 793	950 77 139 884 970 49 247 784	323 700 638 389 319 712 514 505	342 685 619 404 296 721 535 496
196 827 1021 6 192 839 897 122	213 814 1004 19 169 850 920 111	548 475 285 742 608 423 353 666	565 462 268 755 585 434 376 655
8 1023 825 194 124 899 837 190	17 1002 816 215 109 918 852 171	744 887 473 546 668 355 421 606	753 266 464 567 653 374 436 587
871 160 90 929 795 228 38 989	882 137 79 952 782 245 519 72	391 640 698 321 507 516 710 317	402 617 687 344 494 533 723 300
123 900 838 189 7 1024 826 193	110 917 851 172 18 1001 815 216	667 356 422 605 743 288 474 545	654 373 435 588 754 265 463 568
796 227 37 990 872 159 89 930	781 246 52 971 881 138 80 951	508 515 709 318 392 639 697 322	493 534 724 299 401 618 688 343
312 719 521 498 332 691 629 398	289 730 544 487 349 678 612 411	984 47 233 786 940 83 149 878	961 58 256 775 957 70 132 891
599 432 362 657 555 468 278 749	578 441 383 648 574 453 259 764	183 848 906 113 203 820 1014 13	162 857 927 104 222 805 995 28
331 692 630 397 311 720 522 497	350 677 611 412 290 729 543 488	939 84 150 877 983 48 234 785	958 69 131 892 962 57 255 776
556 467 277 750 600 431 361 658	573 454 260 763 577 442 384 647	204 819 1013 14 184 847 905 114	221 806 996 27 161 858 928 103
752 279 465 554 660 363 429 598	761 258 456 575 645 382 444 579	16 1015 817 202 116 907 845 182	25 994 808 223 101 926 860 163
399 632 690 329 499 524 718 309	410 609 679 352 486 541 731 292	879 152 82 937 787 236 46 981	890 129 71 960 774 253 59 964
659 364 430 598 751 280 466 553	646 381 443 580 762 257 455 576	115 908 846 181 15 1016 818 201	102 925 859 164 26 993 807 224
500 523 717 310 400 631 689 330	485 542 732 291 409 610 680 351	788 235 45 982 880 151 81 938	773 254 60 963 889 130 72 959
713 306 504 527 693 334 396 627	736 295 481 538 676 347 413 614	41 978 792 239 85 942 876 147	64 967 769 250 68 955 893 134
426 593 663 368 470 557 747 276	447 584 642 377 451 572 766 261	842 177 119 912 822 205 11 1012	863 168 98 921 803 220 30 997
694 333 395 628 714 305 503 528	675 348 414 613 735 296 482 537	86 941 875 148 42 977 791 240	67 956 894 133 63 968 770 249
469 558 748 275 425 594 664 367	452 571 765 262 448 583 641 378	821 206 12 104 841 178 120 911	804 219 29 998 864 167 97 922
273 746 560 471 365 662 596 427	264 767 569 450 380 643 581 446	1009 10 208 823 909 118 180 843	1000 31 217 802 924 99 165 862
626 393 335 696 526 501 307 716	615 416 346 673 539 484 294 733	146 873 943 88 238 789 979 44	135 896 954 65 251 772 966 61
366 661 595 428 274 745 559 472	379 644 582 445 263 768 570 449	910 117 179 844 1010 9 207 824	923 100 166 861 999 32 218 801
525 502 308 715 625 394 336 695	540 483 293 734 616 415 345 674	237 790 980 43 145 874 944 87	252 771 965 62 136 895 953 66
33 986 800 231 93 934 268 155	56 975 777 242 76 947 885 142	705 314 512 519 701 326 388 635	728 303 489 530 684 339 405 622
834 185 127 904 830 197 3 1020	855 176 106 913 811 212 22 1005	418 601 671 360 478 549 739 284	439 592 650 369 459 564 758 269
94 933 867 156 34 985 799 232	75 948 886 141 55 976 778 241	702 325 387 636 706 313 511 520	683 340 406 621 727 304 490 529
829 198 4 1019 833 186 128 903	812 211 21 1006 856 175 105 914	477 550 740 283 417 602 672 359	460 563 757 270 440 591 649 370
1017 2 200 831 901 126 188 835	1008 23 209 810 916 107 173 854	281 738 552 479 357 670 604 419	272 759 569 458 372 651 589 438
154 865 935 96 230 797 987 36	143 888 946 73 243 780 974 53	634 385 327 704 518 509 315 708	623 408 338 681 531 492 302 725
902 125 187 836 1028 1 199 832	915 108 174 853 1007 24 210 809	358 669 603 420 282 737 551 480	371 652 590 437 271 760 562 457
229 798 988 35 153 866 936 95	244 779 973 54 144 887 945 74	517 510 316 707 633 386 328 703	532 491 301 726 624 407 337 682

FIGURE 4

A QUEL LIVRE SE RÉFÉRER POUR DÉCOUVRIR OU EXPLORER LES CARRÉS MAGIQUES ?

Les seuls textes que je connaisse en français ne sont pas actuellement édités. Il s'agit du chapitre 6 de la Mathématique des jeux, édité en 1930 à Bruxelles puis brièvement réédité par Gauthiers-Villars il y a une vingtaine d'années. Deux ouvrages sont actuellement disponibles, en langue anglaise, chez Dover (180 Varick Street, N.Y. 10014 - New York, USA):

- Magic Squares and Cubes de W. S. Andrews.
- New Recreation with Magic Squares de W.H. Benson et O. Jacob.

Cependant, la meilleure référence reste les anciens numéros de Science & Vie.

et les 10 diagonales brisées (par exemple : 571, 587, 337, 241, 257).

197	587	151	691	367
571	397	227	617	181
647	211	601	277	257
307	137	677	241	631
271	661	337	167	557

FIGURE 6

Trouvez-vous par quelle méthode simple Serge Brasse a réalisé ce carré ?

Pierre BERLOQUIN □

QUELQUES PRINCIPES DU JEU À HANDICAP (II)

► J'ai donné l'exemple, dans la précédente rubrique, d'une partie type à handicap, qui est à peu près, en fait de connaissances théoriques, ce avec quoi je me suis débrouillé pour gagner mes premières parties à 9 pierres. Les trois coups fondamentaux sont marqués A, B et C sur la figure 1, les

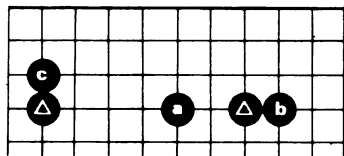


FIGURE 1

deux autres sont marqués ⊙ (les *Hoshi*), étant déjà présents sur le terrain au début de la partie à 9 pierres.

B et C sont des coups typiques de partie à handicap : B ferme le coin et empêche l'invasion au point 3-3, ou *San San*, qui est le talon d'Achille de la pierre de *Hoshi*. "c" renforce le *Hoshi* de milieu de bord. En particulier, quand "a" est déjà présent, "c" prévient une invasion blanche : on ne peut pas déconnecter "a" de "c", comme le montre la figure 2. La présence de "c" assure la connection avec 8, ce qui rend le territoire du coin et bord Nord-Est sûr, enfin à peu près, parce qu'il y a quelquefois des surprises. Mais c'est justement à partir de situations comme celle de la figure 2 qu'on peut compren-

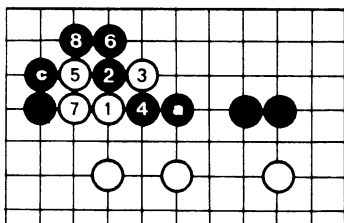


FIGURE 2

dre pourquoi, dans tel ou tel cas, on se fait "rouler"... On entre alors dans le détail, on apprend à soupçonner ce qui ne vas pas dans le dispositif et on jure qu'on ne s'y laissera plus prendre (!...).

Après avoir joué "a", en réponse à ⊙, le noir se trouvera confronté à 3 coups possibles du blanc sur le

bord (voir figure 3). On entre alors

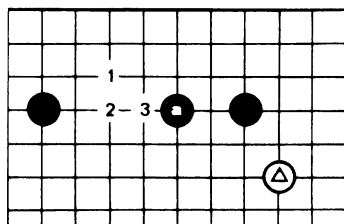


FIGURE 3

dans les "ramifications", mais on ne rencontre bien sûr ces positions que si on a d'abord joué "a". C'est une manière d'avancer peu à peu en terrain connu. D'un autre côté, on peut très bien progresser sans jouer "a", en essayant ses propres coups ; beaucoup sont jouables, rappelons-le. Le plus important c'est de jouer de manière cohérente et de repérer à peu près comment joue le blanc et comment fonctionnent les coups qu'on a choisis.

On a déjà parlé souvent du *Tobi*. "a" est un *Tobi*, ou saut ; c'est une catégorie de coup très utile. Pour le caractériser rapidement, disons que c'est un coup de développement à la fois rapide et prudent. A cause de cela, il n'est pas indiquée en général de foncer "tête baissée" au milieu du *Tobi*, ce que feront pourtant encore des milliers de débutants ; s'il a été joué, c'est que le coup 1 (figure 4) n'est pas à crain-

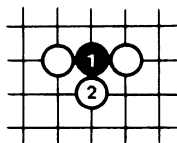


FIGURE 4

dre. Le blanc peut faire *Atari* — c'est-à-dire que la pierre noire n'a plus qu'une seule liberté — du côté de son choix, et le noir se retrouve dans une situation d'urgence, entraîné dans un combat qu'il délibérément provoqué, sans peut-être même le souhaiter.

Il vaut mieux regarder la manière dont joue le blanc : à quel moment et pour quelle raison il joue en *Tobi* ? Et essayer d'incorporer ce genre de coup à son propre jeu (en se disant, tant que ce n'est pas instinctif : « Je veux sortir mes

pierres, donc : *Tobi* »). Il y a d'ailleurs un proverbe qui dit : « Un *Tobi* n'est jamais un mauvais coup. » On peut même dire que s'il comprend dans ses grandes lignes la manière de jouer du blanc, le noir ne peut pas perdre. D'abord, cela signifie qu'il est sorti de sa coquille, puis qu'il a regardé, imité, puis s'est approprié la manière de jouer du blanc.

Mais on n'a pas toujours de joueur fort à sa disposition. Dans ce cas, la lecture d'une rubrique ou d'un livre peut remplacer — mais seulement partiellement — le partenaire plus fort. Mais dans tous les cas, il ne faut pas trop essayer autre chose que ce qui est joué, en se demandant ce que cela donne : on le fait de toutes façons déjà spontanément et c'est déjà trop.

De plus, la plupart du temps, les séquences que l'on pose sont fausses. Le mieux est donc d'essayer de dégager la physionomie générale du jeu : par exemple, prendre une séquence à son début et comparer avec la fin ; on comprend alors un peu mieux ce qui se passe et le but poursuivi par les deux joueurs. De la même manière, c'est toujours sur les points aveugles qu'il faut revenir, ainsi que sur un coup qui a l'air d'aller de soi ou qui paraît neutre. Si, pour le débutant, un coup paraît neutre, c'est qu'il lui semble inutile et il ne le jouera jamais et sa position explosera régulièrement. C'est particulièrement le cas pour les "connections", ce que nous verrons dans une prochaine rubrique.

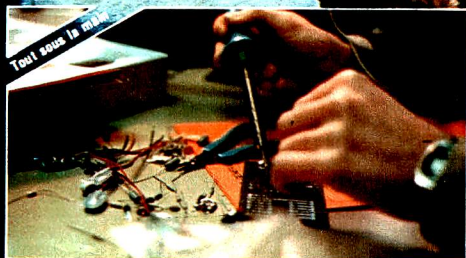
L'ouverture de la rubrique "Go Initiation" est relativement récente.

En effet, suite à un questionnaire publié dans notre journal du mois de juin 1981, et compte tenu du retour de plus de 700 réponses, il nous a semblé qu'une telle entreprise ne serait pas vaine. Aussi, à ceux qui découvriraient aujourd'hui ces colonnes pour la première fois, nous rappelons que cette rubrique a commencé dans notre numéro de septembre 81 (S. & V. n° 768).

Découvrez chez vous le monde de demain



1 Kit d'autoformation
+
6 Kits pour créer



La nouvelle électronique et ses-kits!

1 kit d'autoformation pour réaliser toutes les expériences du guide pratique et apprendre le fonctionnement de tous les composants.

1 déclencheur photo électrique et un rayon lumineux commandera automatiquement vos appareils électriques.

1 émetteur radio et communiquer à distance avec un interlocuteur invisible.

1 détecteur de température et chasser les gaspils en restant toujours à bonne température.

1 minuterie et prévoir la mise en route ou l'arrêt de tout appareil électrique.

1 antivol avec sirène et vous protéger de tout visiteur inopportuniste.

1 relais commande 220 V et faire la liaison entre vos montages et vos appareils électriques.

Pour vous donner le plaisir de bricoler avec succès, une équipe de techniciens a créé pour vous ces 6 KITS de qualité, accompagnés de leurs fiches de montage précises et détaillées et de tout le matériel professionnel nécessaire.

L'ELECTRONIQUE comment?

En apprenant. Nous vous assurons une parfaite connaissance des principes de l'électronique grâce au kit d'autoformation et au guide pratique illustré de l'électronique (160 pages). Ainsi en peu de temps vous pouvez acquérir l'habileté des professionnels et aborder vos kits pratiques avec une facilité étonnante.

En créant. Vous mettez en pratique vos nouvelles connaissances: lecture des schémas, montages des circuits. Tout vient sans problème, vous êtes maître de votre savoir et vous le prouvez!

Très rapidement, vous avez le plaisir de voir fonctionner le kit que vous avez vous-même monté et il y en a 6 que vous pouvez combiner grâce au Kit relais!

Attention: Dans le coffret tout est fourni pour que vous puissiez faire fonctionner en même temps vos 7 kits (et le matériel est prévu en quantité suffisante!)

Vous n'avez pas à démonter un kit pour construire le suivant.

Comprendre en créant! Vous voyez notre méthode est simple. Vous ne pensez pas que c'est comme cela qu'on pénètre vraiment le monde de l'Électronique?



Allo Kits
commande
(35) 98.00.57
(35) 89.64.61

Dans un superbe coffret livré chez vous...

● 7 Kits électroniques complets...

1 kit d'autoformation, 1 déclencheur photo électrique, 1 émetteur radio, 1 détecteur de température, 1 minuterie, 1 antivol avec sirène, 1 relais commande 220 V

● Les fiches détaillées et le matériel technique de montage...

1 fer à souder, de la soudure, 1 pince plate

● Le guide pratique de l'électronique...

Offre
d'examen
gratuit

à retourner à UNIFORMATION METHODE
3000 X 76025 ROUEN CEDEX

BON D'ESSAI SANS RISQUE

- Je désire recevoir le coffret complet présenté ci-contre pour un examen de 15 jours à l'adresse suivante:

NOM _____ Prénom _____

Age _____ Profession _____

(facultatif) (facultatif)

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____

- Je joins à ce bon 60 F (40 F de caution + 20 F de frais d'envoi et de recommandé) à l'ordre de SOGEFORM. ☐ chèque bancaire ☐ C.C.P. à l'ordre de Sogeform ROUEN 709 40M

Si au terme des 15 jours d'examen, je n'étais pas entièrement satisfait, je vous renverrai l'ensemble dans son emballage d'origine et je serai immédiatement remboursé de la caution versée.

Si au terme des 15 jours d'examen, je décide de garder le coffret, je réglerai comme suit:

☐ soit au comptant: 520 F (Prix total: 520 F + 60 F déjà payés = 580 F)

☐ soit en 2 mensualités de 260 F (Prix total: 520 F + 60 F déjà payés = 580 F).

Signature: _____

à retourner à

UNIFORMATION METHODES - 3000 X - 76025 ROUEN CEDEX



Pour Canada, Suisse, Belgique: 1, quai du Condorcet 4020 LIEGE

TOM DOM et Afrique documentation spéciale par avion.



ENFIN LA NOUVELLE BOITE DE LA REALE DE FRANCE

au 1/60^e, la boîte de construction F 2236,00
Expédition S.N.C.F. F 70,00



LA DOCUMENTATION DU MODÉLISME N° SV 22

Format européen 21 x 29,7
dos carré
208 pages - 12 en couleurs
nombreuses illustrations, maquettes,
accessoires, etc.

* Le catalogue envoi franco contre 25 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

VENEZ VOIR NOTRE NOUVEAU RAYON DE MAQUETTES PLASTIQUES.

Partez tranquille: Nos produits restent à l'écoute!

ATTACHÉ-CASE

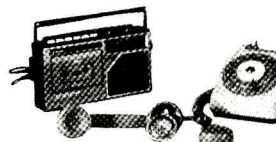
- Il enregistre ouvert ou fermé toute conversation jusqu'à 10 m.
- Fonctionne automatiquement au son.
- Vos entretiens compliqués enfin enregistrés :
 - confidentiels
 - techniques
 - conférences à l'étranger
 - formation des vendeurs.



Réf. : RS 2019

ENSEMBLE D'ENREGISTREMENT AUTOMATIQUE DE TÉLÉPHONE

- Surveille votre téléphone.
- Enregistre jusqu'à 4 h de conversations téléphoniques, même en votre absence.
- Ne nécessite aucun branchement.



Réf. : RS CZ 2024

DÉTECTEUR DE MICROS

- Détecte par scanner tous les micros-émetteurs.



Réf. : RS 2022

TOUTE UNE GAMME D'ÉMETTEURS

- Récepteur sur postes FM
- Portée de 50 à 200 m en ville



Un choix unique de matériel d'émission, de détection et d'enregistrement automatique
PROMOTIONS ET QUALITÉ

Tél. 575.47.11 - 579.33.78

84, rue des Entrepreneurs - 75015 PARIS

Heures d'ouverture : du lundi au vendredi de 10 h à 12 h 30 et de 14 h 30 à 19 h, le samedi sur rendez-vous

Vente à nos bureaux ou envoi immédiat contre remboursement

A NICE : Nicolas PACHOUNTINSKY - 17, rue de l'Hôtel-des-Postes - 06000 Nice - Tél. (93) 85.93.18

A TOULOUSE : TOULOUSE AUDIOVISION - 65, Bd Carnot - 31000 Toulouse - Tél. (61) 23.30.72

VIE PRATIQUE

SON

UNE CHAÎNE HI-FI SANS FILS NI CÂBLES

► Sous l'appellation DCS (Direct Contact System), la firme allemande Prinz a conçu une véritable simplification des liaisons entre les appareils constituant une chaîne hi-fi: toutes les prises et tous les câbles de branchement sont supprimés et les connexions sont obtenues par fichage des divers éléments entre eux (platine tourne-disque, amplificateur, tuner, magnétophone, etc.).

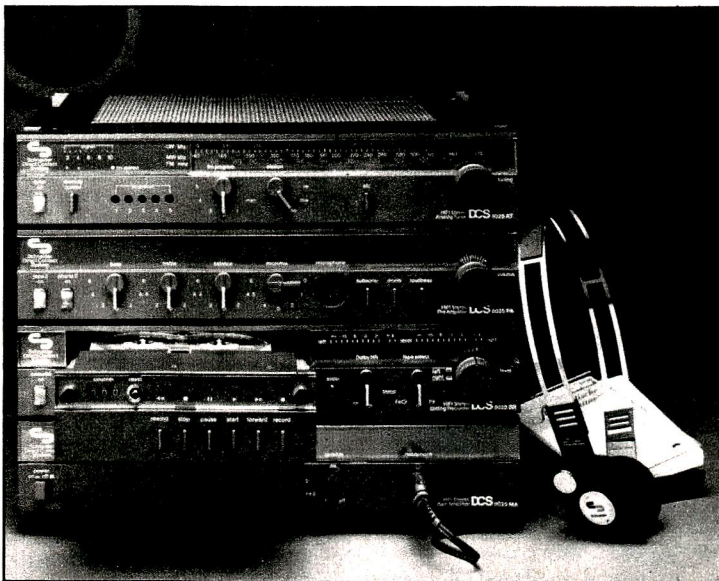
Avec ce système, les différents éléments de la chaîne peuvent se trouver côte à côte ou l'un au-dessus de l'autre; la connexion est automatiquement assurée, les broches de liaison sont en effet conçues pour se verrouiller sans aucune erreur et sans manipulation. De plus la construction permet d'exclure leur détérioration involontaire. Une chaîne hi-fi complète Prinz utilisant ce système a été créée comprenant les éléments suivants:

- un tuner "DCS 8025 AT" avec trois gammes d'ondes, cinq stations préréglables permettant de les mettre en mémoire et une protection contre les interférences possibles des émetteurs voisins;

- un magnétophone à cassettes "DCS 8025 SR" possédant le système Dolby, un sélecteur du type de bande employée et une signalisation par diodes des canaux gauche et droit;

- un préamplificateur "DCS 8025 PA" permettant le réglage du volume, des graves, des aigus et de la balance. Il possède une prise pour micro-phonie, un commutateur pour contrôle physiologique et des prises DIN pour un deuxième magnétophone ou un deuxième tourne-disque;

- un amplificateur "DCS 8025 MA" qui assure l'alimentation



secteur de la chaîne ainsi que les commutations marche/arrêt. Il offre une puissance de 2 x 25 W par canal. En le mettant en marche, on enclenche automatiquement les fonctions du tuner DCS 8025. Il comporte une prise pour casque;

- une platine tourne-disques "DCS 8025 P" avec entraînement du plateau par courroie. Elle possède une cellule magnétique. Le bras revient automatiquement en fin de disque, sa descente est amortie et un dispositif permet de le soulever. La vitesse du plateau peut être ajustée exactement;

- des enceintes acoustiques "DCS 8025 LS" du type à trois voies, de puissance efficace 35 W. Dimensions: 25 x 41 x 18,5 cm.

Le prix de l'ensemble, sans platine tourne-disques et avec enceintes est de 5290 F. La platine coûte environ 1250 F.

►► **Des stages de micro-informatique pour enfants** seront organisés en juillet et août 1982 au Centre horticole de Saint-Gabriel-Brécy, 14880 Creully (entre Caen et Bayeux, à 6 km de la mer). Chaque stage, d'une durée d'une semaine, est limité à 20 enfants de 10 à 15 ans. Une journée type du stage comprend: 2 sessions de 90 minutes d'initiation au micro-ordinateur, à la programmation et au langage BASIC; des séances de plein-air (tennis, voile, plage) et de visites de la région; du temps libre sur les micro-ordinateurs (à raison d'un pour deux enfants). Les enfants sont encadrés par deux spécialistes de la micro-informatique et deux moniteurs de loisirs. Prix d'un stage: 2500 F Paris/Paris tout compris. Renseignements et inscriptions: IMA-GOL, Stages d'été de micro-informatique, 1-5, rue Gutenberg, 75015 Paris, tél. 577.59.39.

LA RANDONNÉE SANS LES AMPOULES

► On ne chantera plus jamais «les godillots sont lourds dans le sac». La chaussure de randonnée la plus légère de l'histoire vient de naître: la "Van Way", commercialisée par Francital, que nous venons d'essayer. Le poids, déjà, est d'une éloquence suffisante: nos pointures 40-41 pèsent 280 g, contre... 1100 g et plus pour un brodequin de montagne moyen en cuir, à semelle à moulures.

Le miracle a été obtenu par l'emploi systématique de matériaux nouveaux: forte semelle Vibram à reliefs, mais d'une gomme microcellulaire spéciale; tige en nylon au Gore-tex, respirant mais imperméable à l'eau. La forme, elle, reste très classique; pas de conversion au style "jogging". Il s'agit



Les "Van Way": 280 g la paire.

bel et bien d'un brodequin de marche, à l'assise résolument confortable, mais l'aspect reste élégant, rehaussé par des renforts en cuir de qualité, très fonctionnels eux aussi.

Les "Van Way" ont effectué 800 km de "trekking" sur des sentiers népalais sans signe notable d'usure. Nous avons, nous, testé les nôtres sur des sentiers alpins mais comportant une catégorie d'épreuves redoutables: l'humidité de la demi-saison. A ce chapitre, le Gore-tex de la tige est remarquable, et ne laisse pas passer l'eau, à la différence de la quasi-totalité des chaussures dites "de sport". La condensation, en revanche, est nulle en raison de la perméabilité de ce matériau à l'air. La semelle, large et assez épaisse, vaut un confort que les marcheurs sauront apprécier: elle encaisse comme un amortisseur le choc des cailloux. Son adhérence est bonne, et le chaussant agréa-

ble dès les premiers instants. Une chaussure "anti-ampoules" pour la promenade sur sentier, et qui doit durer fort longtemps: deux qualités qui justifient à elles seules le prix: 280 F environ. Fabricant: Van Way — Francital — BP 148 — Saint-Étienne 42004.

SON

CHAÎNES HI-FI PORTABLES

► La miniaturisation des circuits des amplificateurs récepteurs radio et magnétophones a conduit les constructeurs à réaliser des chaînes portables. C'est ainsi que Fisher a récemment proposé deux ensembles sous les appellations PH-M88 et PH-490L. Ce dernier (prix: 4900 F) comprend un amplificateur, un tuner et un magnétophone muni d'un système Dolby. Il peut fonctionner sur secteur ou avec des batteries. Les haut-parleurs ont une puissance nominale de 7 W chacun. Deux micros sont incorporés. Dimensions: 76 x 36 x 20 cm.

Le PH-M88 réunit dans un même ensemble deux appareils distincts: un magnétophone à micro-cassettes et un tuner stéréophonique avec deux haut-parleurs. Le magnétophone est amovible et peut être utilisé seul. Il peut fonctionner à deux vitesses différentes: 2,4 cm/s ou 1,2 cm/s, cette dernière permettant l'utilisation en dictée. Il est livré avec un casque stéréophonique. Dimensions: 33 x 9,5 x 5 cm.

Prix de l'ensemble: 1900 F environ. Au regard des caractéristiques fournies par le fabricant, seul le Fisher PH-490-L peut être classé parmi les matériels de haute-fidélité.

►► **Une nouvelle législation sur les confitures et les gelées, adoptée en juillet 1982, contribuera à clarifier l'étiquetage. Le consommateur saura désormais que la qualité "ordinaire" contient 35 g de fruit pour 100 g de produit, et la qualité "extra" en contient au minimum 45 g sur 100.**

DE L'ENGRAIS AVEC VOS DÉTRITUS

► Voici une série de petits appareils qui vous permettront, avec un effort réduit au minimum, de garder votre jardin propre et beau après le grand ménage de printemps, tout en récupérant vos débris pour vous fournir, sans dépenses supplémentaires, un engrais naturel de bonne qualité.

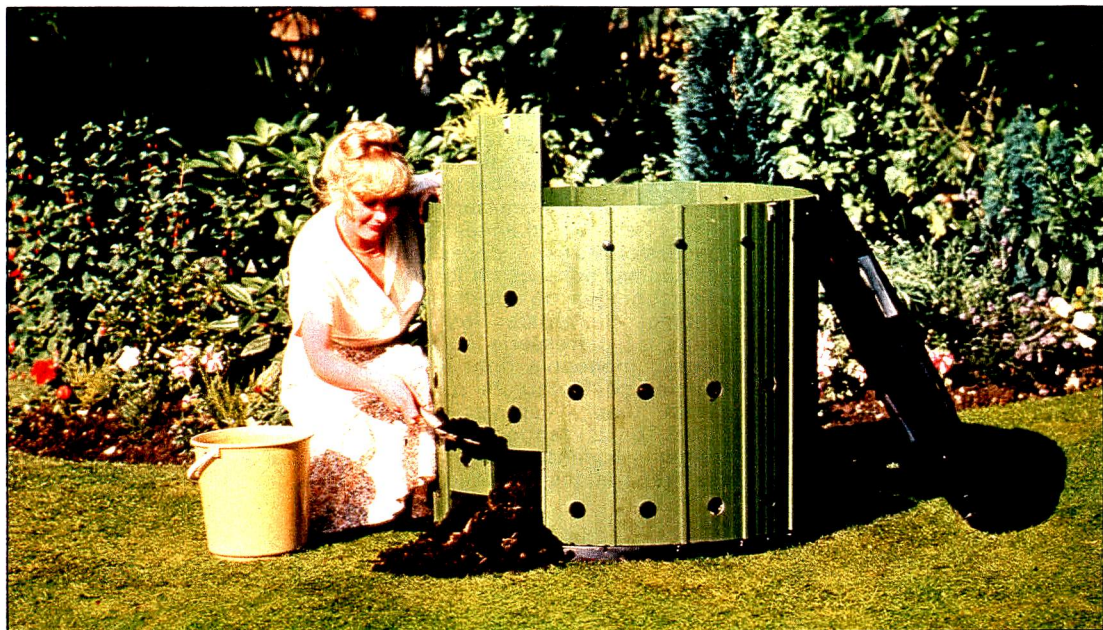
● L'aspiro-souffleur Allegretti-Paramount déluge en soufflant les feuilles mortes et autres déchets que le râteau ne peut atteindre dans un buisson ou une haie. En position aspirateur (avec sac de ramassage en option), finie la corvée de ramassage de tous les débris légers du jardin.

Feuilles mortes, brindilles, tailles de haies et fruitiers, autres petits branchages et feuillages issus de la toilette de votre jardin, tout cela fait un volume encombrant, que les éboueurs municipaux refusent souvent de ramasser et qu'il vous faut brûler, avec ce que cela comporte de risques, de temps perdu à alimenter et à surveiller le brasier, de fumée incommodante pour vous et vos voisins. Deux nouveaux broyeurs vous permettent de réduire fortement et sans effort considérable ces volumes.

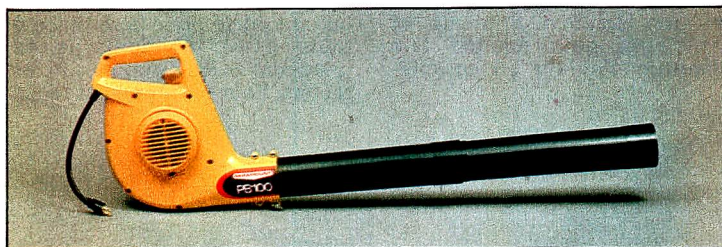
● Le Rotoshredder: robuste trémie en acier, massicot à 4 lames et sac collecteur, réduit de 10 à 20 fois le volume des déchets broyés. Hauteur totale 127 cm. Un bricoleur averti peut facilement y adapter un moteur pour simplifier encore le travail.

● Le broyeur Steinmax 1500: plus petit que le précédent (93 cm de haut), il est équipé d'un moteur de 1 660 watts (220 V), avec prébroyeur et couteaux circulaires, utilisables sur trois positions selon les épaisseurs à broyer. Une ouverture d'alimentation spéciale permet de débiter des branches jusqu'à 3-4 cm de diamètre.

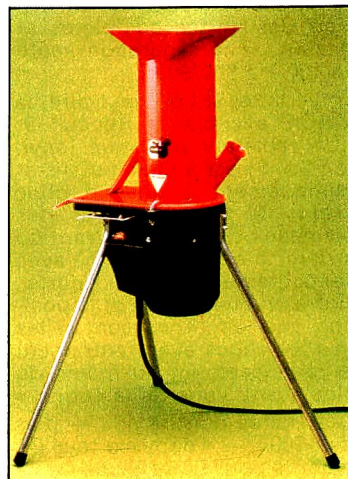
● Enfin, une "poubelle" de jardin, qui est en fait un silo à compost. Fait de panneaux en PVC qui s'assemblent verticalement en couissant les uns sur les autres pour former un bidon cylindrique avec fond grillagé et couvercle. Les débris préalablement broyés sont



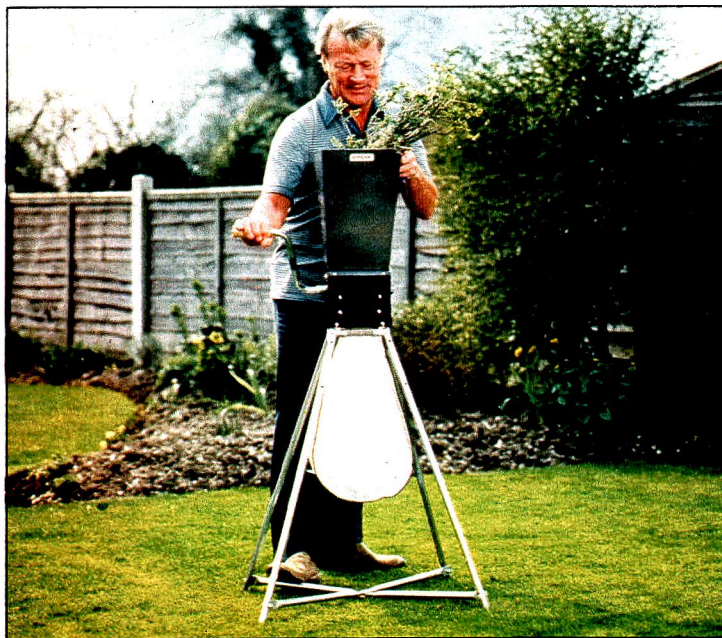
Le silo Rotocrop.



L'aspiro-souffleur Allegretti-Paramount.



Le broyeur électrique Steinmax.



Le broyeur manuel Rotoshredder.

chargés par le haut. La production de compost est accélérée (quelques semaines au lieu de quelques mois, précise le fabricant) car le silo Rotocrop répond aux trois exigences fondamentales du compostage : ventilation lente ; conservation de la chaleur et de l'humidité ; protection contre la pluie et le froid.

Prix moyens : 800 F l'aspiro-souffleur ; 450 F le broyeur manuel ; 1800 F le broyeur à moteur Steinmax ; 350 F le silo à compost. Pour tous renseignements : Chromalloy - 44, bis av. Jean-Jaurès - 93500 Pantin - Tél. (1) 843.93.07.

PIÈCES DÉTACHÉES : CONSOMMATION FORCÉE

► L'une des plus importantes mutuelles d'assurances, la MACIF, part en guerre contre ce qu'elle appelle la « consommation forcée des pièces détachées », qu'elle dénonce comme l'une des principales raisons du coût élevé des réparations automobiles.

Quelques exemples. Jadis, lorsqu'un verre de phare était cassé, on le remplaçait. Aujourd'hui, ce sont les optiques complètes que l'on change. Résultat: au lieu de payer 60 à 70 F, l'automobiliste, c'est-à-dire bien souvent sa compagnie d'assurances, qui à son tour répercute ses coûts sur ses assurés, débourse de 500 à 800 F... De la même manière, certains constructeurs ne livrent plus de panneaux de porte, pourtant inscrits à leur catalogue de pièces détachées, mais des portes complètes et le coût de la réparation saute de 100 F à 800/900 F.

En vedette, si l'on peut dire, la MACIF a choisi la Renault 9: « Un radiateur plastique (environ 600 F) est à changer systématiquement à chaque choc avant; le remplacement des panneaux des portes, avant ou arrière, n'est possible qu'avec l'encadrement de la porte; l'infrastructure avant et la position des longerons sont telles que les chocs avant entraînent le remplacement au moins du bloc avant, voire de la coque. » Une coque dont le prix — plus de 8000 F — « dépasse tous les records pour un véhicule de ce type ».

La situation est identique pour les poids lourds. Ainsi Volvo impose l'achat d'une porte complète de cabine sur ses camions (6200 F), alors que tous les éléments d'habillage (glace, panneaux d'habillage, garnitures, serrure) devront être jetés bien qu'intacts. Volvo, encore, impose l'achat de cabines complètes (environ 40000 F) alors que la cabine nue coûterait à peine 15000 F.

Responsables de ce gâchis: les concessionnaires, mais surtout les constructeurs. Ceux-ci encouragent par tous les moyens cette consommation forcée: remises importantes (30 à 40%)

aux concessionnaires, qui sont contraints d'acheter ferme des quotas de pièces détachées liés aux quotas des ventes de véhicules neufs à réaliser; surprimes en fin d'année aux concessionnaires dépassant ces quotas; absence de formation technique de tôliers susceptibles de réparer les éléments de carrosserie endommagés; monopole dont jouissent les constructeurs sur les pièces dites « captives » (les pièces qu'ils fabriquent eux-mêmes); absence de garantie des réparations lorsque les

pièces utilisées ne proviennent pas du constructeur, même si elles sont parfaitement identiques.

Résultat: le pourcentage des pièces détachées dans les factures de réparations, en progression constante, atteint actuellement 60% du total de ces factures. Et les mécaniciens qualifiés disparaissent: puisqu'il ne s'agit plus de remettre en état, mais de procéder à un remplacement pur et simple, on n'a plus besoin d'eux.

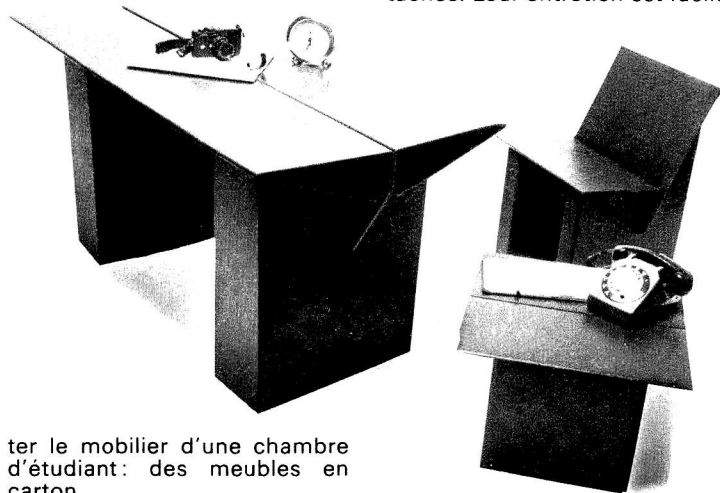
Dans ces conditions, on comprend que le bricolage automobile gagne du terrain, qui fait le succès de certaines firmes, récemment apparues, vendant des pièces détachées de récupération.

AMEUBLEMENT

LA VIE EN CARTON VERNIS

► Une solution originale et astucieuse pour équiper une chambre d'enfant ou complé-

ou une porte pour faire place à toute autre fonction), ils ne craignent ni les gribouillis ni les taches. Leur entretien est facile



ter le mobilier d'une chambre d'étudiant: des meubles en carton.

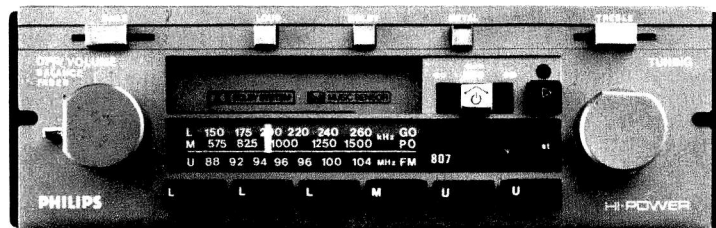
Chaise, grande table, tabourets qui se plient, se déplient, s'organisent pour transformer le petit studio en salle à manger, en bureau... Des tables basses de salon viennent compléter cet équipement d'un style tout à fait nouveau.

Faciles à monter (une manipulation simple pour leur donner leur volume), résistants (le tabouret supporte allègrement 200 kg), peu encombrants (pliés à plat derrière un placard

(lavage avec une éponge et de l'eau) car les quatre couches de vernis appliquées sur toute la surface les protègent comme du bois ciré. Une façon révolutionnaire de résoudre les problèmes « espace et budget »!

Existents en gris ou rouge à partir de 75 F (la petite table basse) jusqu'à 235 F (la grande table ou bureau). En vente à la Samaritaine. Magasin d'exposition: Cartage, 42, rue Faber, 75007 Paris (tél. 246.91.30).

AUTORADIO-CASSETTE À RECHERCHE AUTOMATIQUE DES ENREGISTREMENTS



► L'automatisation des opérations et des réglages à effectuer sur le matériel sonore utilisé en automobile est étudiée depuis longtemps par les constructeurs afin d'accroître à la fois le confort et la sécurité du conducteur.

Dans ce domaine, Philips vient d'apporter un nouveau perfectionnement avec un appareil mixte autoradio-lecteur de cassette (modèle AC 807). Celui-ci est équipé d'un dispositif, le MSS (Music Sensor System) permettant la recherche automatique des enregistrements sur cassette. Un système électronique et mécanique détecte les "blancs" présents entre deux enregistrements consécutifs et permet ainsi soit d'écouter une seconde fois un morceau musical, soit de le sauter, soit encore de rechercher le début du morceau suivant. La mise en œuvre du dispositif MSS se fait par simple pression sur un levier.

D'autre part, un système appelé "Autoreplay" permet la relecture automatique de la cassette en fin de rebobinage rapide. Une position d'attente écarte la tête de lecture et le galet presseur de la bande au cours des mouvements d'avance et de rebobinage rapides. En fin de bande ou en cas d'avarie, le moteur s'arrête automatiquement. Une touche Dolby et une touche de sélection du type de bande choisie (au fer, au chrome) complètent ces dispositifs.

En ce qui concerne la radio elle-même, elle comporte trois gammes d'ondes: PO, GO et FM stéréo. Trois préréglages sur les GO sont possibles, deux sur la FM et un sur les PO. En FM, des circuits spéciaux permettent une meilleure écoute: ATC (contrôle automatique de

fréquence) IAC (circuit éliminant les parasites), décodeur stéréo avec atténuation des aigus en champ faible.

Cet autoradio comporte également quatre sorties haut-parleurs (4 x 6 W): avant, arrière, gauche, droite, avec balance droite/gauche, contrôle des graves et des aigus.

Prix moyen: 2 900 F.

►► Premiers résultats de l'opération **Autobilan**

(contrôle technique des voitures) lancée par le ministère des Transports: 40% des véhicules contrôlés présentaient un défaut très grave compromettant la sécurité (direction, freins, pneus); 75% un défaut d'éclairage (projecteurs mal réglés, ampoules mal mises); 15% ont une suspension en mauvais état et 50% une pression des pneus défectueuse (sous- ou sur-gonflage).

SON

ENCEINTES ACOUSTIQUES VRAIMENT DE POCHE

► Pour les utilisateurs de Walkman, Sony a réalisé une paire d'enceintes acoustiques miniaturisées permettant l'écoute stéréophonique. Elles se replient pour le transport.



L'ensemble mesure alors 11 x 7 x 2,5 cm et pèse 110 grammes. Prix: 300 F environ.

ALLUMEZ, RÉGLEZ, ÉTEIGNEZ À DISTANCE

► Cet appareil, que d'aucuns appellent savamment un "créateur d'ambiance", est composé de deux parties. L'une, à enficher sur la prise de courant, reçoit la prise de la lampe concernée; elle contient une résistance variable. L'autre, que l'on tient dans la main, permet d'allumer et d'éteindre la lampe à distance et sans fil, grâce à un émetteur à infrarouge incorporé que l'on déclenche en appuyant une fois sur un bouton.

Si l'on maintient la pression sur ce même bouton, le signal infrarouge, en commandant la résistance variable, permet de baisser ou d'augmenter graduellement l'intensité de la lumière.



En vente chez Dune - 12-14, Rond-point des Champs-Élysées - 75008 Paris.
Prix: 320 F environ.

LA HAUTE-FIDÉLITÉ GRÂCE AU MAGNÉTOSCOPE

► Transformer le magnéto-scope en magnétophone pour l'enregistrement du son en haute-fidélité selon un codage numérique, c'est déjà une vieille idée qui remonte à près de cinq ans. Il y a environ quatre ans, la BBC et 3M avaient même conçu un premier appareil de ce type.

L'avantage de cette technique (connue sous le nom de modulation par impulsions codées, MIC, ou, en anglais PCM, de *pulse coded modulation*) réside dans le fait qu'un magnéto-scope, grâce à son système de têtes rotatives, permet de stocker sur une bande magnétique plusieurs milliers de fois plus d'informations que le magnétophone. Or le codage numérique du son, précisément, demande, pour être efficace, une quantité d'informations importante.

Quant au son numérique, nos lecteurs le savent (voir notamment *Science & Vie* n° 773), il autorise des enregistrements d'une grande pureté et permet des duplications sans aucune perte. Aussi les industriels et certains grands studios d'enregistrement font-ils déjà appel à des magnétoscopes aménagés pour l'enregistrement numérique du son. Deux fabricants japonais, Sony et Sanyo, ont même présenté en mars dernier les prototypes d'appareils destinés à des utilisateurs grand public.

Le premier magnéto-scope, le Sony PCM F1, est un matériel de la même taille que le nouveau magnéto-scope de la marque (SL-F1). Il permet d'obtenir deux heures de musique sur une cassette Betamax L 500. La bande passante du Sony PCM F1 s'échelonne de 10 à 20 000 Hz, avec une distorsion inférieure à 0,007 % et une dynamique de 86 dB.

Le magnéto-scope Sanyo VCPR 1000, quant à lui, est au standard VHS. Il est utilisable aussi bien en vidéo que comme magnétophone numérique, pour cette dernière il possède un microprocesseur de conversion des signaux audio en signaux numériques. La bande pas-

sante s'étend de 2 à 20 000 Hz, la distorsion harmonique reste inférieure à 0,03 % et la dynamique atteint 86 dB. La date de commercialisation de ces deux appareils n'est pas encore fixée.

SON

DES YEUX POUR ENTENDRE

► Pour ceux qui répugnent à porter un Walkman, voici quelque chose de beaucoup plus discret : une paire de lunettes dont l'une des branches recèle une minuscule radio recevant en AM (et prochainement en



FM), un petit écouteur se branche dessus et permet d'écouter les fréquences AM. Un curseur situé derrière le verre droit permet de régler le tuner. Bien entendu, il ne faut pas s'attendre à de la haute fidélité.

La monture de ces lunettes est en acétate-cellulose, et la radio étant coulée à l'intérieur du plastique, il n'y a aucun risque de l'abîmer si d'aventure vous tombez à l'eau. L'énergie nécessaire au bon fonctionnement de l'appareil est fournie par une pile argent-oxyde de 1,5 volt.

Prix de cette paire de lunettes avec l'écouteur : 400 F environ. Pour tous renseignements : RA-GLASS distribution — 18, rue Violet — 75015 Paris.

UNE PRIME POUR LES NON- (OU EX-) FUMEURS

► Les Mutuelles Unies (3037 X, 76029 Rouen Cedex, tél. (35) 80.40.40) lancent un contrat d'assurance vie accordant de nouveaux avantages aux non-fumeurs et aux ex-fumeurs.

A cotisation égale, le capital décès est majoré de 15 % pour les non fumeurs ou fumeurs ayant cessé de fumer depuis 10 ans au moins ou de 10 % si l'arrêt du tabac remonte à plus d'un an mais moins de 10 ans.

A titre d'exemple, si le capital décès d'un contrat d'assurance vie s'élève à 300 000 F pour un fumeur, il est porté à 345 000 F pour le non fumeur ou l'ex-fumeur "repenti" depuis plus de 10 ans et à 330 000 F pour l'ex-fumeur ayant arrêté depuis plus d'un an.

Seule formalité pour l'assuré : une déclaration sur l'honneur, pouvant éventuellement être contrôlée par des examens médicaux.

Les Mutuelles Unies se basent sur des statistiques et des études du ministère de la Santé : 9 cancers du poumon sur 10 frappent des fumeurs et le risque de maladie cardio-vasculaire s'accroît avec la consommation journalière de tabac et l'ancienneté de l'habitude. Ces maladies diminuent chez les ex-fumeurs dès la première année de sevrage ; après 10 ans d'arrêt total du tabac, le risque d'un ex-fumeur rejoint celui d'un non fumeur.

► ► **Auto-radios : le S-Tronic MK3 règle automatiquement le son au fur et à mesure que le bruit environnant évolue.**

Passant par exemple d'un concert (extérieur) de klaxons au calme d'une voie dégagée, cet appareil augmente ou baisse la puissance des haut-parleurs.

Conjointement il sert d'amplificateur de puissance (2 x 15 watts efficaces/60 watts crête). Compatible avec tous les auto-radios.

Prix : entre 1 500 F et 1 800 F. Pour tous renseignements : EAP, 114, rue Marius-Aufan, 92300 Levallois.



DES IMAGES COULEURS SANS SUPPORT PAPIER

► L'épreuve photographique est parfois difficile à utiliser en décoration à cause de l'épaisseur de son support ou de sa fragilité. La société 3M a créé un papier pour tirage couleur dont le support peut être retiré une fois l'épreuve achevée. Ce papier sert à l'agrandissement selon le processus habituel, le traitement se faisant dans les bains couleurs classiques.

L'émulsion sensible étant coulée sur un très mince film de matière plastique souple et ce film n'adhérant que superficiellement au support papier, il

peut en être séparé facilement de la même manière qu'on détache une étiquette auto-adhésive de son support protecteur, en commençant l'opération par un coin.

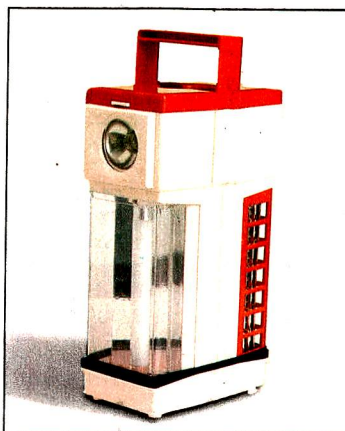
Le film supportant l'image peut ensuite être collé sur d'autres supports de matières diverses (bois, pierre, carton, plastique, métal, etc.). Étant très mince, il peut prendre la forme de leurs surfaces si celles-ci ne sont pas planes. Il est ainsi possible d'habiller d'une photo des surfaces très diverses: lampes, coffrets, pans de mur comportant des angles, etc.

NUISANCES

M. LE MAUDIT

► Nul doute que certains moustiques ne continuent allègrement à pourchasser les campeurs, cependant cet objet devrait en dissuader quelques-uns. Il a trois fonctions: d'abord spot lumineux (clignotant ou fixe), ensuite lampe de chevet, enfin la fonction "tueur de moustiques". A l'arrière de l'appareil, entre deux grilles, est créé un champ électrique dans lequel les moustiques, attirés par la lumière, viennent se "suicider".

Prix: 300 F environ. En vente à la Gadgètière - 1, rue Georges-Bizet - 75116 Paris.



DES FILMS HAUTE SENSIBILITÉ POUR 8, 16 ET 35 mm

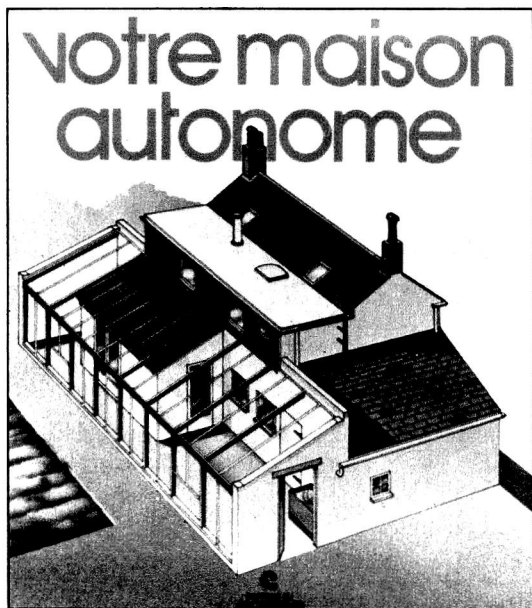
► En 1974 Kodak a annoncé la création de l'Ektachrome 200, film inversible en couleurs (pour diapositives) de 200/24° ISO à grain fin. En 1976 Fuji a lancé le Fujicolor II-400, premier film négatif en couleurs (pour tirage papier) de 400/27° ISO. Depuis les photographes ont bénéficié de la naissance de nombreuses émulsions en couleurs de haute sensibilité (200/24° à 650/29° ISO) et de grande finesse.

Les émulsions cinématographiques, par contre, n'ont pas profité de cette évolution, du moins jusqu'à cette année. Kodak vient en effet d'annoncer la mise sur le marché de trois pellicules cinéma de haute sensibilité pour amateurs et professionnels.

● Les amateurs peuvent disposer dès ce mois-ci d'un nouvel Ektachrome 160 super 8. Sa sensibilité de 160/23° ISO est la même que celle de l'émulsion antérieure mais le grain est beaucoup plus fin et la définition est plus élevée.

● Pour les professionnels, Kodak propose tout d'abord un film inversible lumière du jour Ektachrome HS 7251, en formats 16 et 35 mm. Sa sensibilité est de 400/27° ISO. Il convient au reportage en mauvaise lumière et au cinéma ultrarapide pour l'étude des mouvements. Un troisième film, l'Eastman Color HS 5293 en 35 mm ou 7293 en 16 mm, est du type négatif couleur pour lumière artificielle, équilibré à 3200 K. Sa sensibilité nominale est de 250/26° ISO, mais une exceptionnelle latitude d'exposition permet de multiplier par 4 cette valeur et d'atteindre ainsi 1000/31° ISO. On observe alors une faible perte de finesse et de saturation des couleurs. A une sensibilité moins poussée de 500/28° ISO, le grain reste fin et les noirs conservent leur profondeur.

Cette émulsion permet aisément de filmer à des valeurs d'éclairage inférieures à 50 lux.



Brenda et Robert Vaïé

FAITES COMME NOUS VOTRE MAISON AUTONOME

Ce guide essentiellement pratique intéresse tous ceux qui, comme Robert et Brenda Vaïé, souhaitent tirer le meilleur parti possible de leur maison en mettant en œuvre eux-mêmes tous les "trucs anti-gaspis" et en faisant appel de façon concrète et réaliste aux énergies nouvelles. Tous deux architectes, les auteurs nous révèlent à travers une expérience vécue "outils en main", les secrets d'une maison autonome. Qu'il s'agisse de l'isolation, de l'adjonction d'une serre, de la construction d'une éolienne, du recyclage de l'eau, de la plantation d'écrans végétaux ou de la cuisine au four solaire, les conseils sont simples et faciles à suivre, grâce aux croquis qui accompagnent chaque opération. "Faites comme nous votre maison autonome", un précieux outil de plus dans votre maison.

Broché, 238 pages, 19 x 26, 1981, 98,00 F (franco : 114,00 F).

Roger Dumon

VALORISATION ÉNERGÉTIQUE DU BOIS ET DE LA BIOMASSE

L'énergie verte

Le point sur les potentialités énergétiques du bois — et plus généralement de la biomasse végétale — vise à délimiter ce qu'on peut attendre de ce type d'énergie, à indiquer les processus qui ont le plus de chance de se développer et les équipements qui commencent à être proposés. L'énergie verte - Le bois ou la biomasse source d'énergie - Les réserves forestières d'aujourd'hui et de demain - Préparation du bois de feu - La combustion du bois - Les équipements de chauffage - L'économie du bois de feu - L'économie des pailles et fumiers - Fermentation et méthane - Économie de la fermentation méthanique - Comparaison. Gaz de biomasse et machines thermiques - Les

biocarburants liquides (ou carburants liquides végétaux). Conclusion. Bibliographie.

Broché, 212 pages, 16 x 24, 1982, 115,00 F (franco : 131,00 F).

R. Knoerr

MONTAGES AUTOUR D'UNE CALCULATRICE

La calculatrice électronique de poche peut constituer la base de très intéressants montages. On exploite non seulement son affichage, mais aussi ses possibilités de calcul. Une introduction à la logique digitale facilite la compréhension du fonctionnement des montages proposés.

Indicateur de vitesse pour réseaux ferroviaires et circuits routiers - Compteur téléphonique - Minuterie pour joueurs d'échecs - Chronomètre de précision - Fréquencemètre - Compte-tours digital de précision.

200 pages, 15 x 21, 1982, 57,00 F (franco : 69,00 F).

G. Brocardo et R. Leemans

GUIDE DES MINÉRAUX DE COLLECTION

Répond aux diverses questions que l'amateur peut se poser concernant la recherche sur le terrain (conseils pratiques, matériel à utiliser, protection de certains sites), les rencontres de collectionneurs (associations, bourses, périodiques) et les moyens de perfectionner ses connaissances (bibliographie, musées de minéralogie). Le lecteur repérera en un coup d'œil, immédiatement sous la photographie du minéral concerné, l'ensemble des caractéristiques et propriétés sur lesquelles se fondent son identification et, éventuellement, son estimation en tant que pièce de collection.

Broché, 220 pages, 156 pages couleurs, 11,5 x 21, 1982, 59,50 F (franco : 72,00 F).

Alain Saury

PLANTES MELLIFÈRES

L'abeille et ses produits, avec en complément : l'apithérapie par le Docteur Yves Donadieu.

L'ouvrage avec ses 50 planches ayant leurs explications en regard, décrit les principales plantes mellifères et les produits nutritifs et thérapeutiques de l'abeille (miel, cire, pollen, gelée royale, propolis, venin, couvain).

Broché, 171 pages, 25 planches coloriées, 25 planches noires de la main de l'auteur, 22 x 15,5, 1981, 120,00 F (franco : 133,00 F).

L. Solomon et M. Hocquemiler

MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES ET CALCULATRICES PROGRAMMABLES TI 57 - 58 - 59

Ce livre s'adresse aux étudiants en sciences, aux candidats aux grandes écoles, aux étudiants des IUT, aux ingénieurs et scientifiques désireux de trouver à peu de frais des solutions chiffrées à leurs problèmes courants. Les auteurs montrent comment, avec une calculatrice peu coûteuse, on peut étudier des problèmes qui étaient autrefois l'apanage de spécialistes entraînés et pourvus de machines puissantes. Ce livre

Broché, 264 pages, 23 figures, 16×24, 1982, 100,00 F (franco: 113,00 F).

Relié, 192 pages, 18x23,5, 30 dessins, 1982, 50,00 F (franco: 66.00 F).

160 pages, cartonné, 17,5×24,5, 1982, 69 F (franco: 85 F).

30 pains spéciaux, leur histoire, leurs recettes, pour professionnels. Ce livre est vivement conseillé aux boulangers qui se réclament de l'artisanat, au service des consommateurs exigeants de la qualité. En compulsant cet ouvrage, ils trouveront la petite histoire de 30 pains, mais plus important encore pour leur profession, leurs recettes issues du Cahier d'un Meilleur Ouvrier de France, Jean-Yves Guinard. Elles leur permettront de combler la demande de la clientèle et de "faire la différence" avec leurs concurrents.

104 pages, relié, 22×29, 1982, 140 F (franco: 156 F).

Décrit la réalisation d'un télescope qui, grossissant jusqu'à 350 fois, permet la découverte de la lune, des planètes et des merveilles célestes. Avec une liste des fournisseurs, un lexique des termes techniques utilisés et une liste des associations astronomiques en France.

Broché, 102 figures et photos, 17x22, 128 pages, 65,00 F (fran-
co: 77,00 F).

147

CHROMOSOMES ET CANCER

(suite de la page 27)

Reste la grande question : pourquoi l'homme a-t-il des "gènes du cancer" ? De tels gènes, défavorables ou mortels, n'auraient-ils pas dû être éliminés par la sélection naturelle ?

Il est vraisemblable, selon le Dr Weinberg, que les gènes du cancer soient des gènes normaux modifiés ou mal contrôlés, ou encore des gènes qui étaient utiles à l'organisme lors du développement embryonnaire. Dans leur état normal, ces gènes commandent la production de protéines nécessaires au développement rapide de l'embryon. Ensuite, ils sont réprimés, car l'organisme n'en a plus besoin. Il se peut que, par la suite, un cancérigène chimique ou physique, ou un virus, déclenche de nouveau leur fonctionnement, induisant la croissance rapide des cellules, caractéristique du cancer aussi bien que du développement embryonnaire.

Or, un gène, on le sait, spécifie le code de fabrication par une cellule d'une substance précise. Ce code est transmis à l'usine cellulaire les ribosomes qui synthétisent les protéines, par un ARN-messager, sorte d'image miroir de l'ADN qui constitue le gène. Quelle est donc la substance synthétisée sur la commande des oncogènes ?

On ne le sait pas, mais de récents travaux ont montré que ces oncogènes sont en tous cas ac-

tifs, puisqu'ils produisent leur ARN-messager. Ce sont des chercheurs de l'université Rockefeller, à New York, et du centre de recherche Fox Chase, à Philadelphie, qui ont identifié dans des cellules leucémiques l'ARN-messager correspondant à un gène viral, connu par ses initiales MYC, du virus de la myélocytomatose, qui peut provoquer le lymphome (tumeur de tissu adénoïde) chez le poulet.

Découverte qui débouche sur un mystère : il semblerait, en effet, que les cellules leucémiques humaines possèdent un gène identique à un gène de virus. Donc, ou bien cette leucémie a été provoquée par un virus (pourtant jamais observé dans des cellules leucémiques), ou bien le virus a acquis, dans un lointain passé, un gène de vertébré...

En tous cas, si cette découverte est confirmée pour d'autres oncogènes, la science aura franchi un grand pas de plus vers la compréhension du cancer. Car si certains produits chimiques, des doses importantes de radiation, voire des virus, peuvent favoriser les diverses formes de cette maladie, il demeure que la cancérogenèse doit obligatoirement passer par l'ADN du noyau cellulaire, son ARN-messager, et enfin par la ou les substances fabriquées en fin de relais, qui provoquent une prolifération cellulaire désordonnée. Le dernier mot appartiendra donc en la matière à la biologie cellulaire.

Alexandre DOROZYNSKI ■

La tradition, ça a du bon.



Kanterbräu. La bière de Maître Kanter.



Monsieur NOLLOMONT

fondateur d'UNIECO a bien voulu nous apporter le témoignage de ses 22 ans d'expérience en matière d'enseignement par correspondance.

— **Quels sont les gens, qui en 1981, choisissent l'enseignement par correspondance ?**

— En 1980, 35.000 nouveaux étudiants ont choisi de commencer une étude à UNIECO ; vous le voyez l'enseignement par correspondance concerne tout le monde.

• **Ceux qui travaillent** et veulent se perfectionner ou se recycler tout en conservant leur emploi et en protégeant leur vie personnelle (pas de cours le soir à l'extérieur)...

• **Les mères de famille** qui souhaitent apprendre un métier tout en continuant à s'occuper de leurs enfants...

• **Ceux qui recherchent du travail** et veulent utiliser efficacement un temps libre et donnent aussi au futur employeur des preuves de dynamisme...

METIERS DE LA NATURE DE L'ELEVAGE

Redécouvrez le rythme des saisons

- Secrétaire assistant(e) vétérinaire
- Eleveur de chevaux
- Eleveur de chiens • Toiletteur de chiens
- Garde chasse • Garde forestier
- Horticulteur
- Dessinateur(trice) de jardins

— **On dit souvent que les cours par correspondance demandent du courage et de la persévérance, qu'en pensez-vous ?**

— Il ne faut pas exagérer les difficultés ; toute personne ayant suivi une formation scolaire normale est capable de travailler par correspondance.

Nos cours sont rédigés par des spécialistes de chaque matière. Ils sont très clairs et illustrés d'exemples concrets, avec bien sûr des corrections de devoirs personnalisées qui vous permettent de faire le point.

De plus, dans le cadre de nos études techniques, nous adressons systématiquement à nos élèves un matériel d'application pratique.

METIERS DE L'ELECTRICITE

Des métiers de toujours

- Dépanneur électroménager
 - Installateur électricien
 - Préparation aux CAP - BP
 - Technicien service après-vente
- Avec pour ces études un contrôleur universel.

► UNIECO vous informe

Avec l'accord de votre employeur, étude gratuite pour les bénéficiaires de la Formation Continue (Loi du 16 juillet 1971).

DES METIERS apprendre un bon métier chez soi, c'est possible?

UNIECO, c'est l'Ecole qui vient chez vous. Une lettre, un coup de téléphone suffisent pour éclaircir un problème.

METIERS DE LA RADIO T.V. HI-FI ELECTRONIQUE

Préparez-vous à une situation d'avenir

- Monteur dépanneur radio T.V. HI-FI
- Technicien radio T.V. HI-FI
- Electronicien
- Technicien électronique
- BTS Electronicien • Dépanneur option vidéo

→ Avec pour ces études : montages électroniques ampli stéréo 2 x 10 watts mini-laboratoire.

— **Parlons prix. Combien faut-il compter pour suivre une formation complète ?**

— Le prix de nos études est compris entre 2.000 F et 4.000 F en moyenne. Ces prix sont payables par mensualités. C'est-à-dire que pour 250 F environ par mois, vous pouvez suivre une étude. Ce n'est pas cher, pour apprendre un bon métier. Et ces prix comprennent la totalité des services (livres, corrections, etc...).

METIERS DE L'INFORMATIQUE

De bons débouchés - de bons salaires

- Opérateur(trice) sur ordinateur
- Opérateur(trice) de saisie
- Programmeur
- Analyste programmeur
- CAP aux fonctions de l'informatique

→ Avec pour ces études, en option facultative, un matériel d'application à domicile, pour tous vos travaux pratiques de programmation.

— **Face aux personnes qui hésitent encore, que pourriez-vous conclure ?**

— Je ne pourrais que les inviter à faire connaissance au plus vite avec notre formule d'enseignement grâce à notre documentation gratuite puis en bénéficiant sans engagement, de notre essai gratuit. Enfin en les invitant à lire l'un des nombreux témoignages que nous recevons régulièrement :

Monsieur Jean-Jacques K. de INGWILLER « Je tiens à vous annoncer mon succès à l'examen du Brevet professionnel d'Electro-technique option équipement.

Ce succès est dû en grande partie à l'excellent enseignement dispensé par votre organisme.

C'est grâce à vos collaborateurs que j'ai pu acquérir les connaissances nécessaires à la réussite à l'examen, tout en continuant à travailler...

Je vous adresse mes vifs remerciements, à vous et à vos collaborateurs, pour l'enseignement qu'ils m'ont donné ».

METIERS DE L'AUTOMOBILE

Faites de votre passion un vrai métier

- Mécanicien automobile
- Conducteur routier
- Diéséliste
- Mécanicien poids lourds
- Monteur auto-école

→ Avec pour ces études : un ensemble complet pour les essais et les mises au point des moteurs.

UNIECO FORMATION groupement d'écoles spécialisées. Etablissement privé d'enseignement par correspondance soumis au contrôle pédagogique de l'Etat.

UNIECO FORMATION
3964, route de Neufchâteau
3000 X - 76025 ROUEN Cédex

BON GRATUIT

pour recevoir sans engagement une **documentation** complète sur le secteur qui vous intéresse, sur les programmes d'études, les durées et les tarifs.

NOM (M. , Mme , Mlle)
à écrire en majuscule
Prénom

Adresse : N° Rue

Localité

Code postal [] [] [] [] Bureau distrib

Age Tél. : Profession :
(facultatifs)

Indiquez le métier qui vous intéresse :

UNIECO FORMATION
3964, route de Neufchâteau
76025 ROUEN Cédex

UNIECO FORMATION
Tél. : PARIS : (1) 208.50.02
ROUEN : (35) 71.70.27

LES VARANS DE KOMODO

(suite de la page 43)

oras évoluant dans un rayon de 1 ou 2 km sont capables de la détecter. Mais après 48 heures, la décomposition est suffisamment avancée pour qu'ils la repèrent à plus de 8 km.

Comme chez les serpents, la langue joue un rôle primordial dans la détection des odeurs. Cette langue est fourchue ; chaque branche de la fourche peut recueillir les molécules d'huiles volatiles et les transporter vers des cellules extrêmement sensibles du palais que l'on appelle les organes de Jacobson. Comparables à ceux d'un bon chien de chasse, ces organes olfactifs sont au moins 1000 fois plus fins que ceux de l'homme. Une quantité aussi infime que deux molécules suffit au varan de Komodo pour reconnaître une substance. Ainsi, dans les zoos, l'animal apprend à reconnaître ses gardiens à l'odeur de leurs chaussures. Dans la nature, il peut pister une proie vivante par la seule trace qu'elle a laissée sur le sol des heures auparavant. Il "attrape" les odeurs de la viande portées par les vents soufflant en direction de la mer. Comme la topographie modifie la direction des vents, certains lieux se prêtent mieux que d'autres à la détection des odeurs, les tertres, par exemple, ou les crêtes au-dessus des vallées couvertes de forêts. Et c'est là, d'ailleurs, que les dragons de Komodo passent jusqu'à 80% de leur temps.

Il arrive souvent que des groupes d'oras affamés jettent leur dévolu sur une même source de nourriture, par exemple le cadavre d'un buffle d'eau. En un jour, plus de 17 individus se rassemblent parfois autour d'une seule carcasse. La moyenne se situe cependant autour de 4 ; ces attroupements durent rarement plus de deux jours, pendant lesquels même les plus grosses carcasses sont nettoyées. La composition de ces groupes est assez variable ; certains varans partent dès qu'ils sont rassasiés alors qu'il en arrive d'autres tout au long du jour. Une partie réside sur le territoire même, d'autres ne font que passer ; il s'agit dans ce cas de jeunes animaux non encore installés sur un territoire défini.

Ces attroupements sont importants car les rapports qui s'établissent alors entre les oras déterminent une hiérarchie sociale. La position d'un animal dans cette hiérarchie dépend surtout de sa taille ; de plus, les "propriétaires" d'un territoire ont toujours l'avantage sur les "étrangers". Comme les mâles sont en général plus imposants que les femelles, ils sont habituellement les individus dominants, ce qui leur confère un certain nombre d'avantages : choisir les meilleurs morceaux, manger autant qu'ils le souhaitent et quand ils le souhaitent. D'autre part, nous avons constaté que les individus dominants semblent moins souffrir de stress que les jeunes adultes et leurs cadets, et que les femelles se battent plus que les mâles. Elles doivent en effet à la fois se défendre contre les

mâles qui les courtisent et, du fait de leur faible position sociale, lutter pour la nourriture.

Les mâles avalent une plus grande quantité de nourriture et à un rythme plus rapide. Ils digèrent plus vite aussi car ils passent plus de temps étendus au soleil et ils sont beaucoup plus actifs que les femelles dont le territoire est plus restreint. En général, une femelle occupe une partie du territoire du mâle avec lequel elle s'accouple. Durant notre séjour, les mâles semblaient beaucoup plus intéressés par notre présence que les femelles ; ils s'approchaient de nous, entraient dans notre abri, nous frôlaient de leur langue, léchaient nos chaussures, nos pantalons, nos appareils photos et nos cahiers de notes... À la suite de leurs repas géants, les adultes, parfois à peine capables de marcher, se mettaient en quête d'un endroit où ils pourraient maintenir leur température interne et digérer rapidement. Après avoir trouvé la bonne place, ils y restaient de 2 à 5 jours, jusqu'à ce que le gros de leur dîner soit assimilé. Ensuite ils se remettaient en chasse.

Les dragons de Komodo n'ont pas un taux de mortalité supérieur à ceux des autres animaux de taille équivalente. Comment donc trouvent-ils suffisamment de charognes pour subvenir à leurs besoins, alors qu'ils sont de 5000 à 7000 individus sur les îles ? Bien sûr, ils visitent régulièrement les plages, en quête d'animaux morts, mollusques, étoiles de mer, poissons, etc., rejetés par la mer. Mais cela, ajouté aux charognes, n'est pas suffisant pour nourrir les populations d'oras ; donc, ils doivent aussi chasser.

Durant les huit premiers mois de leur vie, les bébés oras passent la plupart de leur temps dans les arbres à la recherche d'insectes, de lézards et de petits serpents, qui constituent la majeure partie de leur régime. À la fin de la première année, alors qu'ils font environ un mètre de long, ils commencent à manger des charognes ; mais nous les avons également vus chasser des poulets dans notre camp, attraper et dévorer de gros serpents, des crabes, des rongeurs, des sauterelles et des oiseaux. Des oras d'environ 2 m de long ont attaqué des chiens et des chèvres près de notre camp, ainsi que des singes et même des tortues de mer venues sur la plage déposer leurs œufs. Lorsque leur taille est plus importante, les dragons de Komodo attaquent et tuent régulièrement des vaches, des chevaux, des petits buffles d'eau, et même des êtres humains.

Pour en savoir plus sur ce qu'ils mangeaient, nous avons analysé les parties non digérées de leurs proies que nous avons ramassées dans plus de 4000 boulettes d'excréments collectées sur les différentes îles où règnent les oras. Nous avons aussi étudié les boulettes gastriques régurgitées après les repas particulièrement copieux, et qui comportent des bouts d'os, des poils, des dents, etc. Ces dernières ont été comparées avec les dents de spécimens identifiés. Conclusion : l'ora n'est guère difficile ; tout ce qui est comestible et peut être tué est mangé !

Afin d'affiner encore nos connaissances, nous avons fait une série d'expériences avec des chèvres tenues en longe. Nous commençons par attirer les oras avec de la charogne, que nous faisons disparaître au moment où l'animal approchait. Nous avons constaté que seuls les oras d'une taille supérieure à 2,5 m s'attaquaient à cette proie. Et ils ne le faisaient que lorsqu'ils se trouvaient très près de la chèvre, en général à moins d'un mètre. Mais lorsque l'attaque avait débuté, elle était d'une extrême violence. Au début les chèvres étaient jetées à terre, tirées, secouées de part et d'autre et même soulevées. Cette première phase avait pour but d'étourdir très rapidement l'animal. Durant la seconde phase de l'attaque, la proie était éventrée par les dents acérées, et étripée. En tout, l'attaque complète ne dépassait pas 4 minutes.

Des lézards géants qui s'attaquent même à l'homme

On retrouve le même schéma lors de l'attaque de proies plus grosses comme le buffle d'eau asiatique. Des animaux pesant près de 750 kg ont été attaqués et tués, bien qu'en général les buffles choisis comme proie soient de tailles bien inférieures. L'ora commence par lacérer les tendons, ce qui immobilise l'animal ; vient ensuite l'étripage. L'attaque contre des proies de cette envergure peut durer plus de 20 minutes. Les oras sont individualistes : les plus vieux ont leurs habitudes et leurs proies favorites. Par exemple, sur l'île de Flores, il y a de nombreux animaux domestiques et bien peu sont tués par les varans. Apparemment, la majorité des oras ne s'attaque pas aux vaches ni aux chevaux. Seuls quelques rares individus le font.

L'un d'entre eux, que nous reconnaissons à la couleur de son museau, agressait régulièrement les buffles d'eau tenus en longe près du village de Nggoer sur l'île de Flores. Cette habitude était tellement particulière, comparée à celles des autres oras, que les villageois avaient baptisé l'animal *Seloba*, ce qui veut dire "l'indompté".

D'autres oras n'avaient absolument pas peur des êtres humains, comme le n° 34 qui habitait près de notre camp sur l'île de Komodo. Lorsque nous campions sur son territoire, il apparaissait habituellement, souvent en nous menaçant. Une fois il nous a même délogés de la tente, a sorti une chemise du sac à dos de mon fils et l'a totalement lacérée. Aucun autre ora ne fut aussi audacieux.

Sur les quatre morts d'hommes attribuées à des varans, trois eurent lieu sur le territoire de cet animal ; et bien que nous n'en soyons pas persuadés, il semble fort probable que le n° 34 en soit responsable. Cette prédilection individuelle pour certaines espèces et non pour d'autres, particulièrement pour des animaux domestiques et même pour l'homme, est typique des prédateurs mammifères, comme les

lions par exemple. Mais cela n'était guère reconnu chez les prédateurs reptiles, car la plupart de ceux qui ont été étudiés étaient de petites tailles et ne vivaient pas vieux. De plus, les groupes étudiés étaient très importants, et comme la durée de vie des animaux était courte, il était difficile de reconnaître des différences de comportement, et de mettre en évidence les personnalités de chacun des éléments du groupe.

Peu de temps après notre arrivée sur l'île de Komodo, nous avons remarqué que quelques cerfs et quelques porcs sauvages semblaient souffrir d'infections très sérieuses dues à des blessures aux jambes. Les villageois nous expliquèrent qu'il s'agissait de morsures d'oras. Nous avons, par la suite, appris que plusieurs personnes qui avaient été mordues par l'animal avaient aussi souffert d'infections graves et que certaines en étaient mortes. Nous avons donc analysé les bactéries présentes dans la bouche des varans. Comme tous les animaux qui se nourrissent de charogne, les oras sont porteurs de très nombreux types de bactéries, certaines particulièrement infectieuses. Mais ce qui rend leurs morsures si dangereuses, c'est la grande concentration de pathogènes et la masse des colonies "installées" dans leur bouche.

Parmi toutes les bactéries que nous avons trouvées, la plus nocive semble être une souche de *Proteus mirabilis*, un type qui se développe très vite et domine les effets des autres en moins de 24 heures ; c'est important, car même si l'ora rate une attaque de proie, celle-ci risque fort d'en être si malade qu'elle deviendra une cible facile quelques jours plus tard, lorsqu'elle commencera à se déplacer avec difficulté.

L'une des questions qui m'intriguait le plus portait sur les mécanismes de l'évolution qui avaient abouti à un animal aussi imposant. Le seul lézard moniteur connu de grande taille était un fossile identifié dans les dépôts du Pliocène et du Pléistocène, en Australie. Or, tous les animaux qui constituent la nourriture de base des oras : les buffles, les cerfs, les chevaux, les vaches, les porcs sauvages, ont été apportés sur les îles par l'homme, durant et après le Pléistocène. De quoi donc se nourrissaient les oras des temps jadis ? Ils n'avaient pas à leur disposition les grosses proies actuelles. Mais pour devenir les imposants reptiles qu'ils sont aujourd'hui, ils ont dû trouver sur ces îles, et nulle part ailleurs, une source de nourriture suffisante.

Lorsqu'on examine les fossiles de la faune éteinte de ces îles, on s'aperçoit que durant le Pléistocène vivaient là des animaux assez grands, comme des tortues géantes et des éléphants miniatures hauts d'environ 1,50 m. De telles proies devaient peser à peu près le même poids que les vaches et que les chevaux dont les varans s'alimentent aujourd'hui. Il y a donc une bonne chance que les dragons de Komodo aient évolué à partir des ancêtres qui chassaient jadis des éléphants miniatures.

LE RHUME DES FOINS

(suite de la page 37)

du rendement dès la fin de la floraison, soit plusieurs mois avant la récolte.

Toutefois, pour que de telles prévisions demeurent valables, il faudra parfois y introduire des correctifs, afin de tenir compte de conditions météorologiques particulières. Par exemple s'il fait très chaud en mai, tous les pieds de vigne vont émettre leur pollen en même temps : le cycle de pollinisation sera court et dense, mais pas nécessairement prometteur. Par contre, s'il fait froid, les fleurs vont s'ouvrir les unes après les autres, et le cycle s'étalera sur plusieurs semaines, avec une densité hebdomadaire moindre, mais un total quelquefois supérieur. En outre, il faut savoir que la pluie, des vents trop violents ou une rosée excessive sont des facteurs contraires à une bonne fécondation.

Cela dit, revenons maintenant à l'aspect le plus redoutable des pollens, c'est-à-dire aux pollinoses. Dès le V^e siècle avant notre ère, Hippocrate remarquait que les maladies naissaient ou s'exaspéraient en certaines saisons : « Au printemps, notait-il, les coryzas et les toux surviennent en grand nombre. » On aura compris à la lecture de ce qui précède que ce sont essentiellement les pollens anémophiles (déplacés par le vent) qui déclenchent les redoutables phénomènes d'allergie. Certains pollens sont-ils plus allergisants que d'autres ? En fait, cela dépend surtout des sujets. Si tous les "rhumes des foin" présentent à peu près la même configuration symptomatique (éternuement, rhinite, toux pharyngée et, dans les cas les plus graves, asthme, et même asthme sévère chez les enfants), tous les sujets allergiques ne sont pas sensibles aux mêmes pollens, ni aux mêmes quantités de pollen. Certains supportent parfaitement de petites doses de pollen de plantain, mais ne résistent pas aux fortes pointes de la pleine pollinisation.

D'où l'intérêt des cartes que nous publions ici et qui montrent que chaque région a sa spécificité pollinique. Les habitants d'Angers ou de Lille, par exemple, sont plus exposés aux effets éventuels des graminées que ceux de Montpellier, alors que les Languedociens sont plus menacés par le pollen de cyprès que les gens du Nord. Grâce à ces cartes, toute personne sujette aux pollinoses pourra déterminer, en fonction du pollen auquel elle est sensible, le lieu et le moment où elle court le maximum de risques. Ainsi, si vous êtes sensibles au pollen de genévrier, évitez le Midi au mois de mai ; si vous êtes importunés par le pollen du bouleau, n'allez pas dans l'Isère au mois d'avril ; et si le pollen d'ortie vous fait éternuer, fuyez les Pyrénées en juillet et la mer du Nord en août !

**Louis-Paul DELPLANQUE
et Michèle ROUX-SAGET ■**

TÉLÉVISION EN RELIEF

(suite de la page 109)

procédé étant purement optique, les couleurs peuvent être reproduites, ce qui n'est pas concevable actuellement avec l'image holographique.

Pour l'instant, la définition est faible et le procédé est seulement destiné à des applications industrielles ou scientifiques. Ainsi, Genisco Computers a vendu cinq appareils pour 100 000 dollars pièce à des compagnies de prospection pétrolière et à des établissements médicaux.

D'autres chercheurs pensent à des techniques stéréoscopiques utilisant des analyseurs constitués d'un grand nombre de cellules. C'est ainsi que deux firmes californiennes, Biflyx et Design West, se sont associées pour produire un système faisant appel à des microcircuits pour le mélange et pour la perception des images fournies par deux caméras synchronisées. Ces cellules peuvent être constituées de cristaux liquides ou de CCD (charge coupled device).

A Strasbourg, des chercheurs de l'Association de photonique font état de projets similaires dont l'étude exigerait des crédits particuliers. Ils estiment d'ailleurs que des écrans d'un million de cellules seraient nécessaires pour parvenir à un résultat acceptable. Or de tels écrans ne seront pas produits avant plusieurs années.

Par le jeu des connexions qui relient les diverses cellules de tels écrans, il est possible de réaliser plusieurs canaux propres aux diverses images nécessaires à l'effet de relief. Mais il faut ensuite faire en sorte que chaque œil ne puisse voir que les images qui lui sont destinées. Cela peut être obtenu par un réseau optique microscopique recouvrant les cellules. On peut se contenter des deux points de vue stéréoscopiques ou les multiplier (par exemple par 4 ou 8). Il faut alors diviser la surface globale de l'écran, que l'on réalise par assemblage de "micro-puces" avec leurs optiques spéciales, celles-ci étant conçues pour donner des angles de vue différents. Mais l'on imagine la complexité de la réalisation industrielle d'un tel écran !

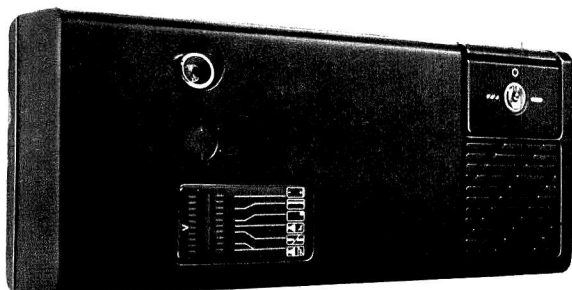
Les procédés sophistiqués de télévision en relief ne sont donc pas pour demain ! Pour l'instant, les grandes chaînes de télévision ne pourront pas aller au-delà des expériences déjà réalisées et qui utilisent simplement la stéréoscopie classique. C'est ce qu'ont affirmé récemment des responsables de grandes firmes intéressées, comme M. Yuzuru Yanagisawa, directeur de la recherche de Sony et M. Harry Smith, vice-président de la recherche de la CBS américaine, alors qu'ils étaient interrogés sur les perspectives ouvertes par les récentes émissions stéréoscopiques en Europe. C'est aussi la raison pour laquelle, actuellement, il n'y a eu aucune ébauche de standard de télévision en relief, ni aucune fréquence allouée pour effectuer des recherches sur un système international de TV à 3 dimensions.

Roger BELLONE ■



UNE ALARME ANTIVOL ELECTRONIQUE PAS COMME LES AUTRES.

(6 AVANTAGES QUI FONT LA DIFFERENCE.)



Modèle présenté : MOS 22. Prix public indicatif : 950 F.

1. LA SECURITE:

Une étude récente du F.B.I. a montré les excellents résultats obtenus par les systèmes de dissuasion dans la lutte contre le cambriolage : le déclenchement d'une alarme est un puissant facteur de fuite pour un voleur. La sécurité contre le vol est donc plus facile à assurer qu'on ne le croit : un système d'alarme bien pensé comme celui de Black & Decker est capable d'assurer notre protection par le moyen de la dissuasion.

Roger Borniche.

2. L'INTELLIGENCE

Aujourd'hui, le microprocesseur met l'intelligence artificielle au service de notre sécurité. C'est lui qui dans l'alarme Black & Decker fait la différence entre les vraies et les fausses alarmes.

Albert Ducrocq.

3. L'EFFICACITE:

La détection de l'alarme Black & Decker se fait par ultra-sons émis par un radar. Ces ultra-sons ne traversant pas les murs, portes, fenêtres, l'espace que vous désirez protéger se trouve parfaitement délimité. Tout intrus traversant la zone de détection déclenchera l'alarme.

4. LA SIMPLICITE:

L'installation et l'utilisation de l'alarme Black & Decker sont à la portée de tous : tous les éléments nécessaires à son fonctionnement sont contenus dans un boîtier compact qui ne nécessite aucun branchement pour être opérationnel. Son réglage se fait une fois pour toutes.

5. LES ACCESSOIRES:

Dans le cas d'un besoin plus complexe et pour parfaire éventuellement votre niveau de protection, la gamme des accessoires Black & Decker permet à chacun de réaliser son installation en fonction de son cas particulier (commande à distance, sirènes intérieures ou extérieures, contacts de portes, de fenêtres, de tapis, etc...).

6. LE PRIX:

Le prix de l'alarme Black & Decker vous surprendra : premier modèle à partir de 720 F. Ceci grâce aux structures de pointe de Black & Decker en matière de technologie, qui lui permettent de mettre à la portée de tous un produit de haute technicité. C'est ce qui a incité une grande compagnie d'assurance "La Yorkshire" à offrir un contrat spécial aux utilisateurs de l'alarme Black & Decker.

L'alarme Black & Decker est garantie un an.

Black & Decker

Pour recevoir une documentation complète, veuillez retourner ce bon à découper à Black & Decker D.S. Le Pasy
69570 DARDILLY

Nom _____
Adresse _____

S.V. 08/82

MUSÉE DES TECHNIQUES

(suite de la page 97)

Voyons maintenant comment le système fonctionne. Au départ, le dessin est donc tracé en réserve sur une feuille métallique qui est appliquée sur une surface cylindrique fixe (voir figure p. 97). Un stylet de fer solidaire d'un bâti oscillant, lui-même relié par une bielle au balancier, parcourt de gauche à droite la largeur du dessin. Armé à l'extrémité de la ligne, il est soulevé par un cliquet et, pendant son retour, une roue à rocher fait tourner une vis sans fin qui déplace d'un tiers de millimètre le chariot qui supporte le stylet. Ainsi une nouvelle ligne va pouvoir être analysée. Le processus se poursuit ainsi jusqu'à ce que la totalité de la surface ait été lue.

A l'avancée, un second stylet, solidaire et mû par un dispositif identique parfaitement synchronisé avec le premier, ainsi que nous l'avons vu, reproduit le dessin sur le buvard sensible. Un réglage de détail est possible à l'aide d'une vis qui permet de rattraper les décalages. Pour cela, avant de commencer la transmission, une "mire" (eh oui !) est placée sur l'émetteur. Elle se présente sous la forme d'une simple ligne droite. L'opérateur agit sur la vis en question jusqu'à ce que, sur le buvard, le tracé soit parfaitement rectiligne. Il est à noter au passage que chaque appareil peut être en même temps émetteur et récepteur puisqu'il dispose de deux systèmes complets qui sont commandés par le même balancier ! Malgré cela, la durée de transmission d'un dessin était de l'ordre du quart d'heure.

Cette mémorable machine subit hélas le sort des inventions prématurées. Toutefois, il faut remarquer que l'abbé accomplit un second exploit au moins aussi extraordinaire que le premier. Il arriva à vendre son Pantélégraphe à l'administration des Postes. Une soixantaine d'exemplaires furent donc installés dans les bureaux accessibles au public et, en 1865, il était déjà possible de transmettre des dessins en plusieurs couleurs entre Paris et Lyon ! Mais Caselli avait inventé trop tôt la télématique... C'était très beau mais peu utile pour les soyeux lyonnais, et encore moins pour le grand public. Les lois du marketing jouèrent donc contre lui et l'administration dut jurer qu'on ne l'y reprendrait pas de sitôt à se lancer dans les innovations fracassantes !

Deux exemplaires du Pantélégraphe furent sauvés et minutieusement restaurés par le MNT. Ils méritaient amplement cet honneur. Quant à moi, je n'ai pu m'empêcher d'avoir une pensée reconnaissante pour l'ingénieur abbé lorsque, le soir même de cette découverte, j'appuyais sur le bouton de mon téléviseur... Léon Zitronne vaut bien quelques messes !

Pierre COURBIER ■

LE MAL DE L'ESPACE

(suite de la page 19)

commande restaient isolés pendant que leurs équipiers foulaient le sol lunaire, les membres des missions *Apollo* n'ont ressenti « aucun sentiment de détachement des liens terrestres » (C.A. Berry). Les médecins qui observaient et écoutaient les équipages en vol ont pu le vérifier : pas de modifications dans les fréquences cardiaques ni respiratoires relevées en temps utile par les capteurs.

LES PROBLÈMES MÉDICAUX PENDANT LES VOLS APOLLO...

SYMPTÔME	CAUSE	NOMBRE
Inflammation du méat et de l'urètre	Collecteur d'urine porté trop longtemps	2
Inflammation de l'aîne	Trichophyton rumbrum (champignon microscopique)	1
Infection urinaire avec inflammation de la prostate	Pseudomonas Aeruginosa (bacille pyocyanique)	1
Conjonctivite	Atmosphère du véhicule spatial	4
Irritation de l'œil	Plexiglass	1
Irritation de la peau	Plexiglass	2
Irritation de la peau	Capteurs posés sur la peau	9
Gingivite	Ulcères aphteux	1
Nez bouché	Microgravité	2
Rhinite	Oxygène et sécheresse de l'air	2
Laryngite	Cause indéterminée	1
Déshydratation	Restriction hydrique due au danger immédiat	2
Arythmie du cœur	Cause indéterminée	2
Mal de l'espace	Trouble de l'équilibre	1
Hémorragies sous les ongles	Gants mal adaptés	5

... ET APRÈS RETOUR SUR TERRE

SYMPTÔME	CAUSE
Gastroentérite	Empoisonnement alimentaire probable
Herpès cutané	Virus de l'Herpès simplex
Coryza (rhume)	Virus influenza
Chélation de la paupière	Bactéries
Sinusite	Streptocoque B
Trouble vestibulaire prolongé	Pseudomonas

Il est vrai que les pilotes sont sélectionnés aussi pour leurs qualités psychologiques et il est tout aussi vrai qu'ils sont bien entraînés. Mais il est encore plus vrai qu'il faudra séjourner plus longtemps dans l'espace, six ou neuf mois par exemple, comme le suggérait dès 1974 le rapport médical sur les missions *Apollo*, pour avoir des idées plus étayées sur l'influence physiologique et psychologique de l'espace. Ce sera nécessaire pour préparer en toute sécurité un vol habité vers Mars. Est-ce à quoi songent les Soviétiques ? Ils détiennent pour l'instant le record de durée dans l'espace : 184 jours, 20 heures et 12 minutes passées dans le vide à bord de *Saliout 6* en 1980. Un vol vers Mars, voilà qui serait un exploit de prestige...

Jean-Michel BADER ■

tuelles, ressemblant à un gros obus. Sur des photographies ultérieures, la plate-forme apparaît complètement dévastée, sans qu'il soit possible de dire si l'accident s'était produit au décollage ou lors du remplissage des réservoirs.

A deux reprises, ensuite, les milieux militaires occidentaux informés signalèrent de nouveaux échecs : en juin 1971 et en novembre 1972. Dans un cas l'engin aurait atteint quelques kilomètres d'altitude avant de retomber, dans l'autre il aurait à nouveau explosé au sol, et aurait même tué plusieurs officiers assistant, pourtant à bonne distance, au lancement. Pendant huit ans, on n'entendit plus parler de la super-fusée russe, et d'aucuns pensaient que sa mise au point avait été abandonnée. Or voilà qu'elle réapparaît, une nouvelle photo de l'engin sur sa plate-forme ayant été prise en avril 1980.

La fusée en question — dénommée *G-1* suivant la nomenclature occidentale — pourrait donc être lancée prochainement pour satelliser les modules d'une future station spatiale géante. Sa conception, d'après les renseignements en notre possession, est d'ailleurs des plus classiques, et repose essentiellement sur deux mots-clés : uniformité et fiabilité, autrement dit sur l'utilisation d'un seul et même moteur-fusée, parfaitement éprouvé, assemblé en autant d'exemplaires que nécessaire. Comme l'union fait la force, il est possible d'obtenir une puissance considérable sans pour autant recourir à des innovations techniques hasardeuses.

Ce moteur-fusée de base serait celui du premier étage du missile *SS-9*, ou *Scarp*, apparu sur la scène stratégique en 1967, et présenté lors de la traditionnelle parade militaire du 1^{er} mai sur la place Rouge. D'après les experts, il peut emporter une charge de 4 tonnes (soit une bombe nucléaire de 25 mégatonnes) à 12 000 km de distance. Dans sa version à trois étages, cet engin permet les essais de bombes orbitales (FOBS) et de satellites anti-satellites (voir *S. & V.* nos 717, 729 et 775). Dépassé en tant que missile intercontinental, il fut remplacé en 1974 par les *SS-18* à tête multiple. Les moteurs du *SS-9* fonctionnent avec des propergols classiques et stockables : hydrazine et peroxyde d'azote... comme ceux de la fusée *Ariane* ! En outre, ils sont présentés comme les plus fiables des moteurs-fusées soviétiques de grande puissance.

Dans le super-lanceur *G-1* il y aurait 31 groupes de 6 moteurs, soit 186 tuyères développant quelque 12 000 t de poussée au décollage ! Le second étage comporterait 19 faisceaux de 6 moteurs, le troisième 7 faisceaux et le quatrième 6, soit au total 378 moteurs-fusées indépendants ! Les étages successifs, assemblés comme une pièce montée, voient évidemment leur diamètre diminuer régulièrement, et s'ils sont carénés pour respecter les règles de l'aérodynamisme, l'engin tout entier prend alors forcé-

(suite du texte page 156)



**METHODES
D'ACTION
MAURICE
OGIER**

NOUVEAU

PARLEZ

avec aisance
et votre vie en sera transformée

Avec « Audace et Parole ».

Vous vous exprimerez avec aisance, clairement : les mots viendront facilement. Vous apprendrez les techniques de la parole à l'improviste et les « trucs » des professionnels. Vous saurez convaincre et faire passer vos idées.

Cette nouvelle Méthode, très concrète, permettant à chacun de mettre en valeur ses capacités, bourrées 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 serez surpris de vos progrès en psychologie. Vous comprendrez mieux les réactions des autres et saurez comment vous rendre encore plus sympathique dans votre vie privée comme dans votre vie professionnelle.

Votre Personnalité s'épanouira.

Vous découvrirez les raisons de vos blocages, les moyens pratiques de les éliminer et la certitude que la parole ouvre la porte à la réussite.

On vous écouterait parce que vous saurez mettre en valeur vos qualités. Votre autorité croîtra. Vos projets se réaliseront.

Epanoui, dynamique, réconcilié avec vous-même et avec la société, vous connaîtrez enfin la vraie joie de vivre au contact des autres.

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.

MAURICE OGIER

Institut Français de la Communication

6, rue de la Plaine 75020 PARIS

Tél. : 373.11.70 M° NATION RER

P 49-182.

BON POUR L'ENVOI GRATUIT DU LIVRE DE MAURICE OGIER « PARLER AVEC AISANCE » sans engagement d'aucune sorte - sous pli fermé confidentiel - ainsi que ses références et les renseignements concernant ses Méthodes d'Actions.

☐ M. ☐ Mme ☐ Mlle Prénom _____ Age _____
Profession _____ Tél. _____
Adresse _____

ment l'aspect d'un cône. Cette forme en cornet de glace renversé est inhabituelle, car bien différente de celle des fusées occidentales qui nous sont familières, mais rappelle étrangement la grosse fusée que Von Braun avait présentée en 1954 aux États-Unis, en même temps que son projet de station orbitale en forme de roue. La coïncidence est pour le moins remarquable.

A partir des caractéristiques du SS-9 et des renseignements communiqués de source américaine, les spécialistes occidentaux ont pu ainsi établir le portrait robot de la super-fusée russe, et sa fiche technique. La hauteur totale serait de 70 m sans charge utile et 95 m avec celle-ci, ce qui est par conséquent inférieur aux 110 m du *Saturne V* américain du programme *Apollo*. En revanche, le diamètre de base est plus important : 21 m contre 10. Un calcul dû à Rolf Engel, spécialiste allemand des fusées, permet d'attribuer à la *G-I* une masse au décollage de l'ordre de 8000 t, ce qui, pour un rapport de masse de 50, compatible avec les propergols stockables évoqués ci-dessus, conduit à une charge satellisable de 165 t en orbite basse. Les Américains, dans la brochure *Soviet Military Power* du Département de la défense, évoquent quant à eux une charge six fois supérieure à celle de la navette, soit 180 t. Avec une demi-douzaine de tronçons de cette importance, le super-lanceur soviétique permettrait donc d'assembler dans l'espace une station de plus de mille tonnes !

Sans aller si loin, les revues spécialisées occidentales font remarquer que 400 t suffiraient pour une plate-forme à vocation militaire. Il est de plus en plus question, en effet, d'armes à faisceaux de particules (communément désignées sous le nom de canons-laser). Mais un tel matériel est très lourd et fort gourmand en énergie : sa mise en orbite ne peut donc se faire à l'aide de fusées du type *D-I*, utilisées pour le lancement des stations *Saliout*. D'où la nécessité, pour les experts occidentaux, de cette fusée *G-I*. Cette grande station, à bord de laquelle vivraient 12 cosmonautes, pourrait être mise en place vers 1984-1985. Et dans l'immédiat, c'est-à-dire dès cet automne ou au plus tard au printemps prochain, serait assemblée une station civile de moindre envergure formée par quatre *Saliout* reliés en croix par un adaptateur spécial, comme celui que doit porter *Cosmos 1267*. L'ensemble aurait par conséquent une masse de 80 t, du même ordre que celle du *Skylab* américain, qui reste à ce jour le plus gros satellite jamais lancé. Les cosmonautes de cette station cruciforme seraient amenés à bord d'un vaisseau *Soyouz* venant s'amarrer sur le sas arrière des *Saliout* ainsi réunis.

Quelle que soit la forme définitivement retenue, il est clair, en tout cas, que l'URSS est résolument engagée dans un vaste programme de

station(s) orbitale(s) permanente(s). Les déclarations de personnalités soviétiques, la jonction *Saliout 6-Cosmos 1267* et les grands travaux menés à la Cité des étoiles, le centre d'entraînement des cosmonautes, sont autant d'indices.

Aux États-Unis, la situation est nettement moins avancée, mais les responsables du programme spatial sont conscients de l'enjeu, et voudraient faire partager leur sentiment aux responsables politiques. D'ores et déjà, d'ailleurs, la NASA a mis sur pied un groupe de travail, le Space Station Task Force, dirigé par le général Abrahamson, connu pour avoir supervisé de main de maître le programme de l'avion *F-16*. Ce groupe de travail comprend dix spécialistes et les représentants des différents industriels susceptibles de mener à bien ce projet : essentiellement Boeing, McDonnell-Douglas, North American et Grumman, que l'on retrouve tout au long du programme des vols spatiaux américains de ces vingt dernières années.

A ce stade, deux grands projets se détachent nettement : dans le premier, proposé par le centre Marshall, de Huntsville (dont Von Braun fut le directeur au temps de la mise au point des fusées *Saturn* du programme *Apollo*), la station *MOF* (*Manned Orbital Facility*) est formée de quatre modules, et fixée une fois pour toutes. Ces quatre modules cylindriques correspondent respectivement à la section charge utile, à la section habitation, aux dispositifs annexes et à la logistique. Le volume total offert est de 200 m³, soit l'équivalent de deux *Saliout*. Le ravitaillement et la relève des quatre astronautes seraient assurés tous les 90 jours par une navette spatiale, considérée ici uniquement comme véhicule de liaison avec la Terre.

Le second projet, proposé par Boeing et défendu par le Johnson Space Center — autrement dit par le centre de Houston — est beaucoup plus ambitieux. C'est le *SOC* (*Space Operation Center*), station évolutive assemblée par des ouvriers astronautes spécialisés, avec une noria de navettes allant et venant, apportant sur place tous les matériaux nécessaires à son édification. Une telle édification, d'ailleurs, n'est pas une mince affaire et nécessite la mise au point de dispositifs complémentaires, comme des plates-formes de travail autonomes, pressurisées, avec leur propre système de propulsion, ou des postes de travail légers, destinés à être fixés au bout du bras télémanipulateur de la navette. Il y aura aussi le *beam builder*, dispositif d'ailleurs déjà testé au centre Marshall de la NASA depuis quatre ans, et qui peut produire en continu, dans l'espace, des poutrelles d'aluminium de un mètre de large, par extrusion d'un ruban du même métal ; les entretoises sont soudées au fur et à mesure, un ordinateur dirigeant l'ensemble des opérations. Les éléments de la station ne seraient donc pas préconstruits sur Terre, mais élaborés directement dans l'espace.

Le premier projet de petite station a l'avantage d'être "économique", d'autant qu'il peut

être réalisé dès maintenant à partir des différentes sections et palettes du *Spacelab* européen. Mais chaque utilisateur a ses exigences : les uns souhaitent une orbite haute et peu inclinée, d'autres une orbite basse et polaire, et il est bien certain qu'il sera difficile de concilier les astronomes, les géophysiciens ou les militaires, pour ne citer qu'eux. Dans le second projet, plus ambitieux mais nettement plus coûteux, l'orbite sera fixée en fonction des possibilités de la navette spatiale, soit 300 à 400 km d'altitude avec une inclinaison de 30° environ. A chacun ensuite de s'en accommoder, dans la mesure où l'importante infrastructure proposée offrira des compensations. Les Américains se sont d'ailleurs aperçu que si des études techniques poussées avaient déjà été effectuées pour déterminer les caractéristiques physiques des futures stations orbitales, très peu de recherches avaient par contre été menées pour recenser les différentes utilisations possibles de telles stations, outre les applications classiques bien connues : météorologie, télécommunications, observation de la Terre, notamment. Pour combler cette lacune, 6 millions de dollars seront dépensés cette année dans le cadre d'une *Mission Analysis Study*, auprès de 6 firmes industrielles. C'est seulement après que les différents besoins auront été recensés, que les caractéristiques de la station américaine seront fixées.

Cette future station spatiale américaine, bien qu'on en parle encore très peu et que sa conception définitive ne soit pas arrêtée, est toutefois déjà plus qu'un projet. D'ailleurs, les études de définition vont débiter en juillet, c'est-à-dire en ce moment. Par ailleurs, une réunion s'est tenue au début de cette année à Houston, regroupant les spécialistes de plusieurs pays, dont le Canada, le Japon et ceux de l'Europe spatiale. Les Américains sont bien conscients, en effet, de l'importance financière d'un tel programme, évalué à quelque 8 milliards de dollars. Une participation étrangère serait donc la bienvenue, avec l'objectif d'installer dans l'espace ce que l'on appelle déjà ouvertement, outre-Atlantique, la *Free World Station*...

Déjà, dans le passé, les Américains ont associé des pays étrangers à leurs grandes réalisations spatiales, mais toujours de façon très modeste, et sans les avoir conviés à participer aux études préliminaires. Cette fois, ils ont décidé de faire débiter la coopération au niveau de la définition : c'est donc une association, et non plus une simple participation.

Parmi les partenaires intéressés, le Japon vient en tête. Il y a aussi, mais ce n'est pas une surprise, le Département américain de la défense, qu'une telle station intéresse au plus haut point. Les militaires américains avaient d'ailleurs été les premiers à concevoir une station spatiale, et le projet était déjà bien avancé lorsqu'il fut interrompu, par décision du président Nixon, en 1969. On avait alors jugé qu'il fallait donner la priorité à un véhicule spatial récupérable et réutilisable, c'est-à-dire à la navette.

Une équipe de 17 astronautes, aujourd'hui incorporée à celle de la NASA, avait même été sélectionnée dans le cadre de ce programme, dès 1966. Parmi eux Robert Crippen, qui participa avec John Young au vol inaugural de la navette *Columbia*.

Et puis il y a les Européens. Ceux-ci disposent, nous l'avons vu, du *Spacelab*, qui volera pour la première fois dans quinze mois. Certes, ce mini-laboratoire orbital restera dans la soute de la navette, mais l'ESA vient de lancer un programme de développement ultérieur dont l'élément le plus important a été baptisé *EURECA* (*European REtrieval Carrier*). Il s'agit d'une plate-forme porte-instruments automatique, que la navette larguera, à partir de la fin de l'année 86, pour des séjours de 6 mois ou plus dans l'espace. A la fin de sa mission, *EURECA* sera récupérée par une autre navette, et raménée sur Terre.

Les équipements mis au point dans le cadre de ce programme *Spacelab* pourront parfaitement être adaptés à une station modulaire, à laquelle les Européens se trouvaient du même coup associés. Mais quelle attitude adopter si les Américains retiennent un projet de station spatiale de plus grande envergure ? Le programme *Spacelab*, pour l'ESA, est aujourd'hui virtuellement terminé. L'Organisation spatiale européenne s'interroge donc actuellement sur les programmes futurs qu'elle pourrait entreprendre. Faut-il se lancer à fond dans le développement de la filière *Ariane*, avec en vue le modèle 5 capable de satelliser une mini-navette *Hermès* et des stations automatiques du type *Solaris*, ou faut-il entreprendre la construction d'un gros lanceur européen entièrement récupérable, capable de rivaliser avec la navette sur orbite basse ? Ou encore, faut-il accepter la proposition des États-Unis et entrer de plain-pied dans le domaine des missions habitées en participant à la construction d'une grande station orbitale ? S'il était possible, financièrement, de mener plusieurs programmes de front, ce serait parfait. Mais le financement en parallèle de deux programmes importants comme *Ariane* et *Spacelab* fut déjà difficile.

Pour l'instant, à l'ESA, on est dans l'expectative. Les responsables sont étroitement associés aux études entreprises par la NASA pour sa future station, mais la décision finale dépendra en grande partie de la participation qui sera accordée par les Américains. Si elle ne représente que 5%, ce ne sera pas intéressant ; il faut 15 à 20%, « car nous ne voulons pas d'un strapontin », nous a confié M. Collet à l'ESA, qui suit de très près ce problème.

La construction de la plate-forme spatiale américaine devrait débiter en 1985, si des crédits sont accordés dès la prochaine année fiscale. Comme il faut six ans pour la réaliser, cela nous mène en 1991 pour la première occupation permanente, le système pouvant être pleinement opérationnel en 1995. Tout cela, on le voit, nous mène assez loin.

Or, divers indices laissent penser que la station soviétique permanente pourrait devenir une réalité dès cette année, un nouveau pas important pouvant être franchi avec une station géante, nous l'avons vu, vers 1984-1985, avec par conséquent dix ans d'avance sur les projets américains. Mais ces derniers risquent de ne pas voir d'un très bon œil cette mise à poste soviétique dans le cosmos, et leur propre programme pourrait bien s'en trouver accéléré. Pareille situation s'était déjà produite au temps de la "course à la Lune". D'autant plus que les États-Unis disposent malgré tout de l'expérience du *Skylab*, qui reste la plus grosse station spatiale jamais lancée. A son bord, en 1973-1974, neuf astronautes ont vécu et travaillé pendant des périodes de un, deux et trois mois. Ce fut malheureusement une tentative unique.

Les Soviétiques, au contraire, ont mené un programme de stations orbitales placé sous le signe de la continuité. Si l'on compte trois *Cosmos* qui étaient en fait des *Saliout*, ce sont au total dix stations spatiales qui ont tourné autour de la Terre à ce jour. Le bilan de *Saliout 6*, tout particulièrement, apparaît impressionnant : en près de cinq ans (elle fut lancée le 29 septembre 1977) cette station aura parcouru près de 12 milliards de kilomètres (28 000 orbites), accueilli 27 cosmonautes (dont 8 étrangers), subi 30 amarages, 4 réamarrages, 11 ravitaillements et permis la réalisation de 1 600 expériences scientifiques.

C'est en quelque sorte à une nouvelle course à l'espace que nous devrions assister dans les prochains mois et les prochaines années, une course dont l'enjeu sera cette fois l'espace proche de la Terre. Côté soviétique, la détermination ne fait pas de doute et se trouve confirmée par les faits. Côté américain, il reste à savoir si le Congrès — qui vote les crédits — et le président Ronald Reagan lui-même, sont favorables à ce qui, après *Apollo* et la navette, apparaîtra comme la troisième grande réalisation spatiale américaine.

Nous serons bientôt fixés, puisque l'on prête au président américain l'intention de prononcer un important discours sur la politique spatiale des États-Unis le 4 juillet, jour de la fête de l'indépendance. Ce jour-là sera aussi celui du retour de la navette *Columbia* pour son dernier vol d'essai. En outre, l'atterrissage s'effectuera en Californie, terre spatiale par excellence, dont Ronald Reagan fut, il n'y a pas si longtemps, le gouverneur.

Si les responsables américains sont convaincus que l'URSS va installer bientôt un important avant-poste cosmique, avec des équipages d'une douzaine d'hommes relayés régulièrement, il ne fait pas de doute que la NASA se verra attribuer "comme par miracle" les crédits nécessaires à l'édification de sa propre station.

Pierre KOHLER ■

SAVOIR S'EXPRIMER



est un précieux atout dans bien des circonstances de la vie professionnelle, sociale ou privée : réunions, amitiés, relations, travail, affaires, sentiments, etc.

Il vous est certainement arrivé de vous dire après un entretien : « Ce n'est pas ainsi que j'aurais dû aborder la question. » Soyez sûr que la conversation est une science qui peut s'apprendre. L'étude détaillée de tous les "cas" concrets qui peuvent se présenter, l'amélioration progressive de vos moyens d'expression vous permettront, après un entraînement de quelques mois, d'acquiescer une force de persuasion qui vous surprendra vous-même. Vous attirerez la sympathie, vous persuaderez, vous séduirez avec aisance et brio.

Le Cours Technique de Conversation par correspondance vous apprendra à conduire à votre guise une conversation, à l'animer, à la rendre intéressante. Vous verrez vos relations s'élargir, votre prestige s'accroître, vos entreprises réussir.

Demain, vous saurez utiliser toutes les ressources de la parole et vous mettrez les meilleurs atouts de votre côté : ceux d'une personne qui sait parler facilement, efficacement, correctement et aussi écrire avec élégance en ne faisant ni faute d'orthographe, ni faute de syntaxe.

Pour obtenir tous les renseignements sur cette méthode pratique, demandez la passionnante brochure gratuite : « L'art de la conversation et des relations humaines » au :

COURS TECHNIQUE DE CONVERSATION
Service D. 944. 35, rue Collange
92303 Paris-Levallois (Établ. privé)
Tél. 270.73.63

Un métier La comptabilité

Les carrières de la comptabilité permettent d'obtenir des promotions, des salaires meilleurs, des emplois intéressants et stables.

Avec l'EPA, dès maintenant, préparez chez vous par correspondance, quelque soit votre âge, votre niveau d'instruction un diplôme officiel de comptabilité : CAP, BP, BTS, DECS.

Votre qualification sera alors très recherchée, très appréciée des employeurs et vous exercerez avec plaisir votre métier.

Avec l'EPA, commencez vos études à tout moment de l'année, travaillez à votre rythme et selon votre temps disponible.

Votre formation peut être gratuite, financée entièrement par votre employeur dans le cadre de la Formation Professionnelle Continue.

ÉCOLE PRÉPARATOIRE D'ADMINISTRATION
Établissement privé à distance
6 rue de Léningrad 75384 PARIS CEDEX 08
Tél. 387.95.88 - 522.37.84



Bon pour recevoir gratuitement et sans engagement la documentation N° 4.27
Nom _____

Prénom _____ né(e) _____

Adresse _____

Ville _____ Code postal _____

diplômes de langues UN ATOUT PROFESSIONNEL

anglais, allemand, espagnol, italien, russe, grec
Dans tous les secteurs d'activité, la pratique utile d'au moins une langue étrangère est devenue un atout majeur. Pour augmenter votre compétence, assurer votre promotion, votre reconversion, quelle que soit votre situation, vous avez donc intérêt à préparer un diplôme professionnel, très apprécié des entreprises :

— **Chambre de Commerce Etrangères**, compléments indispensables aux emplois du commerce international.
— **Université de Cambridge** (anglais), pour les carrières de l'information, publicité, tourisme, hôtellerie, etc...

— **B.T.S. Traducteur Commercial**, formation complète au métier de traducteur ou interprète d'entreprise.

Langues & Affaires (Etablissement privé) assure des formations complètes (même pour débutants) à distance, donc accessibles à tous, quelles que soient vos occupations quotidiennes, votre lieu de résidence ou votre niveau actuel.

Enseignements originaux et individualisés, avec progression efficace et rapide grâce à l'utilisation rationnelle de moyens audiovisuels modernes (disques, cassettes...). Cours oraux facultatifs à Paris. Service Orientation et Formation. Documentation gratuite à Langues & Affaires, service 2743, 35, rue Collange 92303 Paris-Levallois. Tél. : 270. 81. 88.

BON D'INFORMATION

à découper ou recopier et renvoyer à

L. & A., service 2743, 35, rue Collange 92303 Paris-Levallois. Veuillez m'adresser gratuitement et sans engagement votre documentation complète.

NOM :

Prénom :

Adresse :

formation technique formation générale formation continue

par correspondance
à différents niveaux
(ou stages ponctuels de groupes).
principales sections techniques :

- radio/t.v./électronique
- microélectronique/microprocesseurs
- électrotechnique
- aviation • automobile
- dessin industriel

documentation gratuite AB
sur demande :
préciser section choisie et
niveau d'études (joindre
8 timbres pour frais d'envoi).



infra

Ecole Technique privée spécialisée

24 rue Jean Mermoz 75008 PARIS

métro Ch. Elysées Tél 275 74 65 et 359 55 65

(+) Pratique en stages de Pilotage sélectionnés en
FRANCE ou au CANADA (QUEBEC - AVIATION)

L'INFORMATIQUE un métier bien payé qui plaît aux jeunes

Entrez dès aujourd'hui dans le monde de l'informatique où les offres d'emploi sont nombreuses.

AVEC UN NIVEAU ÉGAL À LA 1^{re} OU AU BAC.

Si vous avez la chance d'avoir le niveau 1^{re} ou Bac, nous vous proposons deux formations professionnelles par correspondance qui débouchent directement sur l'emploi :

— UN COURS GÉNÉRAL D'INFORMATIQUE.

Il vous permet d'acquérir de solides bases en informatique et de devenir vite opérationnel. Vous pourrez ainsi vous orienter vers les nombreux postes qui touchent de près ou de loin aux ordinateurs.

Durée de la préparation 6 à 8 mois selon le temps dont vous disposez.

— UN COURS DE PROGRAMMEUR AVEC STAGES PRATIQUES SUR ORDINATEUR.

Notre cours par correspondance vous apprend à programmer tout en vous donnant les bases indispensables en informatique. En plus, pendant plusieurs jours, lors d'un stage pratique, vous appliquerez vos connaissances en travail-

lant uniquement sur ordinateur dans un centre informatique régional.

Durée de la préparation 6 à 8 mois selon le temps dont vous disposez.

AVEC UN NIVEAU ÉGAL AU BEPC OU FIN DE 3^e.

Ce niveau vous donne la possibilité de préparer le CAPFI, diplôme officiel d'informatique ou de suivre un cours de niveau BEP en électronique.

En suivant l'un ou l'autre de ces cours, vous orientez votre avenir vers des secteurs de pointe.

— LE CAP AUX FONCTIONS DE L'INFORMATIQUE (CAPFI).

C'est un diplôme d'Etat qui garantit auprès des employeurs vos aptitudes aux fonctions de l'informatique. Il vous permet de vous orienter, dès le début, vers les nombreuses professions de

ce secteur. Aucun diplôme n'est demandé pour se présenter à cet examen. Durée de la préparation 6 à 10 mois selon le temps dont vous disposez. Dernière session : octobre 1983. Sessions de rattrapage 1984 et 1985.

— "Notre Garantie-Étude"

Elle permet en cas de non réussite au CAPFI de reprendre gratuitement avec nous vos cours pendant une année.

— L'ÉLECTRONIQUE, COMPLÈMENT DE L'INFORMATIQUE.

C'est un monde fascinant dans lequel nous vous proposons de pénétrer. Notre cours d'Électronique par correspondance accompagné de matériel vous apporte une solide formation théorique et vous donne la possibilité de la mettre tout de suite en pratique en réalisant chez vous de nombreuses expériences passionnantes. En 15 mois environ, vous obtiendrez un niveau BEP en Électronique.

FORMATION CONTINUE (LOI DU 16/07/1971)

Depuis le 16 juillet 1971, les cours par correspondance accompagnés de journées de stages peuvent être suivis dans le cadre de la loi sur la Formation Continue sous certaines conditions.

DEMANDEURS D'EMPLOI.

Pour votre préparation au CAP, si vous pouvez, sous certaines conditions, bénéficier d'aides financières à la formation. Chaque cas étant particulier, veuillez nous consulter.



INSTITUT
PRIVÉ



D'INFORMATIQUE ET DE
GESTION

ORGANISME PRIVÉ
92270 BOIS-COLOMBES (FRANCE)

Je désire recevoir, sans frais, ni engagement de ma part, la documentation n° 2503 sur vos cours d'informatique ou la documentation n° L 2503 sur votre cours d'Électronique

NOM

Prénom Tél ()

Adresse

Code postal Ville

à adresser à IPIG, Organisme Privé,
92270 BOIS-COLOMBES.

ÉCOLE UNIVERSELLE page 60
59, boulevard Exelmans - PARIS (16^e)

Veuillez m'adresser votre notice n° 945 (désignez les initiales de la brochure qui vous intéresse)

NOM

ADRESSE

UNIECO page 149
3964, rue de Neufchâteau - 76041 ROUEN

Bon pour être informé gratuitement sur les carrières

NOM

ADRESSE

COURS TECHNIQUE DE CONVERSATION page 158
35, rue Collange - 92303 LEVALLOIS

Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement pour moi, votre brochure D 944

NOM

ADRESSE

ÉCOLE PRÉPARATOIRE D'ADMINISTRATION page 158
6, rue de Leningrad - 75384 PARIS Cedex 08

Veuillez m'envoyer votre brochure gratuite n° 427

NOM

ADRESSE

LANGUES ET AFFAIRES page 159
35, rue Collange - 92303 LEVALLOIS

Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement votre documentation L.A. 2743

NOM

ADRESSE

INFRA page 159
24, rue Jean-Mermoz - PARIS (8^e)

Veuillez m'adresser sans engagement la documentation gratuite AB (ci-joint 8 timbres pour frais d'envoi)

Section choisie

NOM

ADRESSE

INSTITUT PRIVÉ D'INFORMATIQUE ET DE GESTION page 159
7, rue Heynen - 92270 BOIS-COLOMBES

Je désire recevoir sans engagement la documentation n° 2503 ou L. 2503

NOM

ADRESSE

INSTITUT CULTUREL FRANÇAIS page 160
35, rue Collange - 92303 LEVALLOIS

Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement pour moi votre brochure n° 3426 (ci-joint 2 timbres pour frais d'envoi)

NOM

ADRESSE

on vous juge sur votre culture

A tout moment de votre existence, une culture insuffisante constitue un sérieux handicap, tant dans votre vie professionnelle que sociale ou privée : rencontres, réunions, discussions, conversations...

Pourtant, vous aimeriez, vous aussi, rompre votre isolement, participer à toutes les discussions, exprimer vos opinions, affirmer votre personnalité face aux autres et donc assurer votre progression matérielle et morale. Car vous savez qu'on vous juge toujours sur votre culture !

Aujourd'hui, grâce à la **Méthode de Formation Culturelle** accélérée de l'I.C.F., vous pouvez réaliser vos ambitions.

Cette méthode à distance, donc chez vous, originale et facile à suivre, vous apportera les connaissances indispensables en **littérature, cinéma, théâtre, philosophie, politique, sciences, droit, économie, actualité**, etc., et mettra à votre disposition de nombreux services qui vous aideront à suivre l'actualité et l'information culturelles.

Des milliers de personnes ont profité de ce moyen efficace et discret pour se cultiver.

Documentation gratuite à :

INSTITUT CULTUREL FRANÇAIS
Service 3426, 35, rue Collange
92303 Paris-Levallois (Établ. privé)
Tél. 270.73.63

information commerciale

« BUSCH, LA BIÈRE DES HOMMES DE L'OUEST »...



Il a fallu la rencontre de 2 géants pour que « BUSCH », nouvelle bière blonde, fasse son apparition sur le marché français.

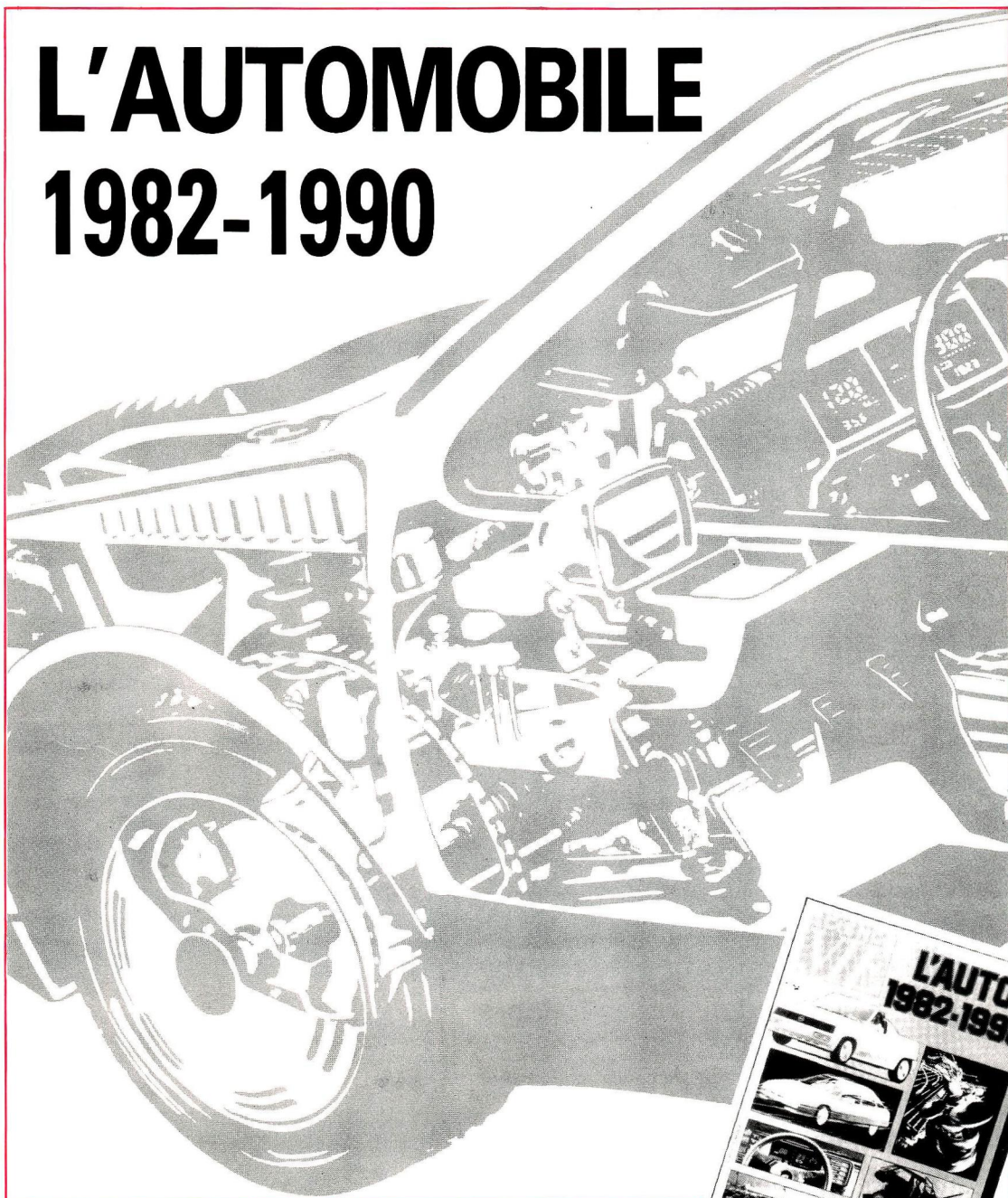
Pour la France : la Société Européenne de Brasseries (Kanterbräu, Gold, Chopp, Valstar, Canada Dry).

Pour les États-Unis : Anheuser-Busch, premier brasseur mondial implanté dans 25 pays. Désormais, la bière « BUSCH » sera brassée, conditionnée et commercialisée en France par la S.E.B., sous licence Anheuser-Busch, brasseurs de père en fils depuis 1860, à Saint-Louis dans le Middle-West, aux États-Unis.

« BUSCH », délicieuse bière blonde, a été conçue pour étancher les plus grandes soifs.

Sa saveur particulière et son moelleux incomparables proviennent de la sélection de ses ingrédients et du procédé exclusif de fabrication d'Anheuser-Busch qui en a délivré le secret à l'Européenne de Brasseries.

L'AUTOMOBILE 1982-1990



PARUTION JUIN 1982

HORS
SERIE

SCIENCE
VIE
et

La voiture que vous conduirez demain, sera pour l'essentiel, fabriquée par des robots. Elle ne consommera guère plus de 5 litres d'essence aux 100 km grâce à l'emploi de nouveaux matériaux, à un meilleur respect des lois de l'aérodynamique et aux progrès de l'électronique. Ce n'est plus vous qui choisirez le meilleur rapport des vitesses. Un micro-processeur agira à votre place. Cette voiture d'un avenir très proche sera le fruit des études actuelles, dont vous découvrirez, point par point, le détail dans ce numéro hors série de "Science et Vie". 14 F chez votre marchand de journaux.





1664 de Kronenbourg. L'authentique.